

Marianne Kosin

**IDIOPAATTISTA PARKINSONIN TAUTIA  
SAIRASTAVIEN SUORIUTUMINEN  
ORAALISESTA DIADOKOKINESIASTA**  
Monitapaustutkimus

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta  
Logopedian kandidaatintutkielma  
Huhtikuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Marianne Kosin: Idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien suoriutuminen oraalisesta diadokokinesiasta –  
Monitapaustutkimus  
Kandidaatintutkielma  
Tampereen yliopisto  
Logopedian tutkinto-ohjelma  
Huhtikuu 2020

---

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkasteltiin, kuinka idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suoriutuvat oraalidiadokokinesian tavusarjantoistotehtävästä (SMR, sequential motion rate). Kyseessä on monitapaustutkimus, jonka aineisto kerättiin kymmeneltä Parkinson-potilaalta osana Tampereen yliopiston logopedian tutkinto-ohjelman Kuuluva ääni -hanketta vuonna 2018. Koehenkilöiltä oli aikaisemmin arvioitu Hoehn ja Yahr -luokituksella Parkinsonin taudin vaikeusaste, joka vaihteli välillä 1,5–3 (toispuolinen ja aksiaalinen eli ryhtimuutoksen oireisto – lievä tai kohtalainen molemminpuolinen oireisto, tasapainovaikeuksia, fyysisesti riippumaton). Suoriutumista mittaavia muuttujia olivat maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet ja tehtävän aikana ilmenneet virheet sekä niiden tyypit. Aineiston analyysissä hyödynnettiin tilastomenetelmiä, kvantifiointia ja virheiden tyypittelyä piirteidensä mukaan.

Tutkimustulokset osoittivat Parkinsonin tautia sairastavien koehenkilöiden maksimaaliseksi puhenopeudeksi 6,6 tavua sekunnissa ja maksimaaliseksi artikulaationopeudeksi 6,82 tavua sekunnissa. Tehtävän aikana ilmenneiden virheellisten tavujen prosentuaalinen osuus oli keskimäärin 6,8 prosenttia. Koehenkilöillä esiintyi tehtävässä epäselviä ja kesken jääneitä tuotoksia (45 %), tavujen ja foneemien omissiota (27 %), perseveraatiota (14 %) ja intruusiota (14 %).

Tutkimuksessa kävi ilmi, että miesten maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet olivat keskimäärin naisia nopeammat (miehet: 6,95/7,04, naiset: 6,37/6,68 tavua sekunnissa), mutta nopeuksien välillä ei esiintynyt kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää eroa. Lisäksi tutkittavien yksilöllisessä tarkastelussa ilmeni, että vaikea-asteisemmassa Parkinsonin taudissa (Hoehn ja Yahr -luokitus 2 ja 3) maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet olivat hitaammat kuin lieväästeisemmassa taudissa (Hoehn ja Yahr -luokitus 1,5). Vaikeusasteiden väliset erot eivät kuitenkaan olleet selkeitä.

Tämä tutkimus antaa alustavia viitteitä siitä, kuinka idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suoriutuvat oraalisesta diadokokinesiasta. Tutkimus tarjoaa terveydenhuollon ammattilaisille, erityisesti puheterapeuteille, suuntaa antavaa normiaineistoa diadokokinesia-tehtävällä mitatuista maksimaalisista puhe- ja artikulaationopeuksista sekä tehtävän aikana ilmenevistä virheistä ja niiden tyypeistä.

Avainsanat: Idiopaattinen Parkinsonin tauti, hypokineettinen dysartria, oraalidiadokokinesia, SMR, maksimaalinen puhenopeus, maksimaalinen artikulaationopeus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	1
2	TUTKIMUKSEN TEOREETTISIA LÄHTÖKOHTIA.....	2
2.1	Puheentuottoprosessi.....	2
2.2	Idiopaattinen Parkinsonin tauti ja hypokineettinen dysartria.....	3
2.3	Oraalidiadokokinesia hypokineettisen dysartrian arviointimenetelmänä .....	5
2.4	Maksimaalinen tavutoistonopeus Parkinsonin taudissa .....	6
3	TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	8
4	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	9
4.1	Tutkimushenkilöt .....	9
4.2	Aineiston muodostuminen .....	10
4.3	Aineiston analyysi.....	11
4.4	Tutkimuksen eettisyys.....	13
5	TULOKSET .....	14
5.1	Maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet .....	14
5.2	Virheiden määrä ja tyypit.....	15
5.3	Tulosten yhteenveto .....	18
6	POHDINTA .....	19
6.1	Tulosten tarkastelu .....	19
6.2	Menetelmän pohdinta.....	23
6.3	Jatkotutkimusaiheita.....	24
7	LÄHDELUETTELO.....	26

### Liitteet:

Liite 1. Modifioitu Hoehn ja Yahr -luokitus (UPDRS-Fin, V)

Liite 2. Tutkimuksessa mitatut muuttujat

Liite 3. Esimerkeissä käytetyt notaatiomerkit

Liite 4. Tutkittavakohtaiset tulokset

## 1 JOHDANTO

Idiopaattinen Parkinsonin tauti on rappeuttava neurologinen sairaus, jonka ensioireet ilmenevät tavallisesti noin 50–70 vuoden iässä (Atula, 2018). Parkinsonin taudin taustalla on dopamiinia tuottavien mustatumakkeiden hiljattainen tuhoutuminen, mikä aiheuttaa neurotransmittereiden eli keskushermoston välittäjäaineiden epätasapainotilan tyvitumakkeissa (Rinne, 1997). Yleisiä motorisia oireita Parkinsonin taudissa ovat lepovapina, lihasten rigiditeetti eli jäykkyys ja hypokinesia eli liikkeiden vähyys ja hitaus (Rinne, 1997). Motorisia oireita ilmenee myös kaikilla puheentuottoon osallistuvilla osa-alueilla. (Duffy, 2005, s. 187). Puheen motorista oireistoa kutsutaan hypokineettiseksi dysartriaksi (Fereshtehnejad, Skogar, & Lökk, 2017).

Hypokineettiselle dysartrialle ominaisia piirteitä ovat muun muassa artikulaatioliikkeiden kaventuminen ja äänneiden epätarkkuus, jotka aiheuttavat muutoksia myös puhe- ja artikulaationopeuksiin (Duffy, 2005, s. 187, 194; Miller, 2017). Puheterapeutit diagnosoivat ja arvioivat hypokineettistä dysartriaa oraalidiadokokinesialla eli tavutoistotehtävällä, joka mittaa erityisesti maksimaalista tavutoisto- eli artikulaationopeutta ja artikulaatioelimistön toimintaa (Duffy, 2005, s. 92; Karlsson, Schalling, Laakso, Johansson, & Hartelius, 2020).

Hypokineettisen dysartrian tiedetään heikentävän Parkinson-potilaiden kykyä suoriutua diadokokinesia-tehtävästä ja johtavan useimmiten puhe- ja artikulaationopeuksien hidastumiseen (Duffy, 2005, s. 194–195; Skodda, 2011). Aikaisemmissa tutkimuksissa mitatut maksimaaliset artikulaationopeudet kuitenkin vaihtelevat hidastuneen ja nopeutuneen välillä (ks. esim. Tjaden & Watling, 2013; Skodda, 2015). Diadokokinesia on myös suomalaisten puheterapeuttien käytössä oleva puheen motoristen häiriöiden arviointimenetelmä. Tästä huolimatta suomalaista tutkimusta Parkinson-potilaiden suoriutumisesta diadokokinesia-tehtävästä ei ole vielä tehty. Siten myöskään maksimaalisista puhe- ja artikulaationopeuksista ei ole olemassa normiaineistoa suomenkielisiltä Parkinsonin tautia sairastavilta henkilöiltä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien suoriutumista oraalidiadokokinesian tavusarjantoistotehtävästä (SMR, *sequential motion rate*) (ks. esim. Duffy, 2005, s. 92). Suorituskyvyn mittareita ovat maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet sekä tehtävän aikana ilmenevät virheet. Tutkimus antaa alustavaa tietoa siitä, kuinka suomenkieliset Parkinson-potilaat suoriutuvat diadokokinesia-tehtävästä edellä mainittujen muuttujien osalta.

## 2 TUTKIMUKSEN TEOREETTISIA LÄHTÖKOHTIA

Puheen tuottaminen on tietoista, tahdonalaista ja pääosin automatisoitunutta toimintaa, jonka liikkeelliset eli artikulaatioliikkeet opitaan tavallisesti jo lapsuudessa (Drumright, King, & Seikel, 2014, s. 578; Kent, 2000). Tyypillinen neurologis-kognitiivinen kehitys, aistitoiminnot ja puheentuition toiminta ovat puheen oppimisen ja motorisen toiminnan edellytyksiä (Kent, 2000). Nämä luovat perustan useiden aivoalueiden väliselle yhteistyölle ja puheentuition koordinoitulle yhteistoiminnalle (Drumright ym., 2014, s. 582, 753). Puheentuitionjärjestelmä on monimutkaisuutensa vuoksi herkkä vaurioitumiselle. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin erityisesti puheentuition motorista prosessia, siihen osallistuvia aivorakenteita ja niiden tehtäviä.

### 2.1 Puheentuitionprosessi

Puheentuitionprosessi on kaikilla hermoston tasoilla tapahtuva äärimmäisen monimutkainen toiminnallinen kokonaisuus, joka on vastuussa puhetuotoksen suunnittelusta ja toteutuksesta (Guenther, 2006). Puheentuitionprosessi voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan: *kielelliskognitiivisiin toimintoihin, puheen sensorimotoriseen ohjelmointiin ja neuromuskulaariseen aktivaatioon* (Duffy, 2005, s. 3). Näistä kaksi viimeistä muodostavat yhdessä *puheentuition motorisen prosessin*.

Puheentuitionprosessin *kielelliskognitiivisten toimintojen* vastuulla on halutun viestin muuttaminen kielen sääntöjen mukaiseen artikuloitavaan muotoon – löytää viestille oikea fonologinen edustuma (Duffy, 2005, s. 3; Tremblay, Deschamps, & Gracco, 2015). Fonologisen edustuman löydyttyä *puheen sensorimotorinen ohjelmointi* valitsee ja suunnittelee edustumaa vastaavat artikulaatioliikkeet, jotka aktivoituvat juuri oikeaan aikaan, sopivalla voimakkuudella ja kestolla. Kielelliskognitiiviset toiminnot ja puheen sensorimotorinen ohjelmointi tapahtuvat pääosin aivokuorella, jossa puheentuition motoriseen prosessiin osallistuvat erityisesti motoriset aivokuorialueet ja somatosensorinen aivokuorialue (Drumright ym., 2014, s. 615–616; Duffy, 2005, s. 35).

Puheentuitionprosessin toiminnallisesti viimeinen osa, *neuromuskulaarinen aktivaatio*, vie tiedon suunnitellusta liikkeestä puheentuition poikkijuovaiselle lihaksistolle alempia motoneuroneja eli aivohermoja pitkin (Duffy, 2005, s. 3, 35). Edellä mainittuja aivokuorialueita, alempia motoneuroneita ja puheen kontrollijärjestelmiä yhdistävät suora ja epäsuora aktivaatorata (Duffy, 2005,

s. 35). Nämä ylemmän motoneuronin muodostavat hermoradat ovat tärkeässä osassa puheentuoton motorisessa prosessissa ja tahdonalaisten liikkeiden toteuttamisessa (Tremblay ym., 2015).

Puhetta kontrolloivia järjestelmiä on useita. Ne yhtenäistävät puheentuottoprosessiin osallistuvien rakenteiden toimintaa ja auttavat aivokuorialueita muun muassa puhetuoksen suunnittelussa (Duffy, 2005, s. 52). Artikulaatioliikkeen akustisten ja liiketavoitteiden toteutumisesta viestivät somatosensoriikka eli tuntoaistimukset ja auditivinen eli kuulopalaute. Näiden palautemekanismin kautta saadun tiedon perusteella artikulaatioliikkeen toteutusta tarvittaessa korjataan ja muokataan (Blumstein & Baum, 2015). Tunto- ja kuuloaisteilla on aivokuorialuiden ohella yhteyksiä puhetta kontrolloiviin järjestelmiin, tyvitumakkeisiin ja pikkuaivoihin (Duffy, 2005, s. 63).

Pikkuaivoilla ja tyvitumakkeilla on hyvin samankaltaisia tehtäviä puheen kontrolloijina: yhdessä ne ylläpitävät kehon taustajänteyttä ja ryhtiä, jotta tarkkaan koordinoitun artikulaatioliikkeen tuottaminen olisi mahdollista (Duffy, 2005, s. 62). Ryhdin ja taustajänteyden ohella pikkuaivot valmistelevat ja toteuttavat artikulaatioliikkeitä sekä kontrolloivat muun muassa artikulaation ajoitusta, rytmiä ja puhenopeutta (Ackermann & Brendel, 2015). Pikkuaivojen tavoin myös tyvitumakkeilla on useampia tehtäviä (Watkins & Jenkinson, 2015). Puheentuoton kannalta oleellisimmassa osassa ovat liikkeiden valinta, rytmitys ja ajoittaminen.

Puheentuottoon osallistuvat rakenteet muodostavat keskus- ja ääreishermoston tasoilla toimivan monimutkaisen kokonaisuuden (Duffy, 2005, s. 3). Puheentuottokyky voi häiriintyä monesta eri syystä: puheen motoristen häiriöiden synnyn taustalla voi olla joko itse puheentuottoprosessin tai siihen vaikuttavien kontrollijärjestelmien vaurioituminen tai niiden toiminnan häiriö (Kent, 2000). Eräs puheentuottojärjestelmän toimintaa vaurioittavista neurologisista sairauksista on idiopaattinen Parkinsonin tauti ja sen yhteydessä esiintyvä puheen motorinen häiriö, hypokineettinen dysartria (Duffy, 2005, s. 187).

## **2.2 Idiopaattinen Parkinsonin tauti ja hypokineettinen dysartria**

Idiopaattinen Parkinsonin tauti on rappeuttava neurologinen sairaus, jonka ensioireet ilmenevät tavallisesti noin 50–70 vuoden iässä (Atula, 2018). Taudin taustalla on tyvitumakkeisiin kuuluvan mustatumakkeen dopamiinia tuottavien solujen hiljattainen tuhoutuminen, mikä johtaa dopamiinin puutostilaan (Rinne, 1997). Parkinsonin taudin muotoa, jossa mustatumakkeen solutuhon etiologiaa ei

tunneta, kutsutaan idiopaattiseksi. Arviolta yli 16 000 suomalaista saa erityiskorvattavia lääkkeitä Parkinsonin tautiin, ja heistä idiopaattista tautimuotoa sairastaa yli kolme neljäsosaa (Atula, 2018; Kaakkola, 2013). Taudin oirekuva on moninainen sisältäen sekä motorisia, kognitiivisia että autonomisen hermoston oireita (Atula, 2018). Idiopaattista Parkinsonin tautia ei voida parantaa, mutta sen oireita voidaan lievittää muun muassa dopamiinin puutosta tasoittavilla lääkkeillä. Dopamiinilääkityksen ei ole kuitenkaan todettu lievittävän puheen motorisia oireistoja samassa määrin kuin muualla kehossa esiintyviä motorisia oireita (Kent, 2000). Jatkossa tässä työssä idiopaattiseen tautimuotoon viitataan Parkinsonin tautina.

Parkinsonin tauti on yleisin liikehäiriötä aiheuttava sairaus (Tysnes & Storstein, 2017). Oireet alkavat kehittyä hiljalleen kuukausien tai vuosien kuluessa, tyypillisesti toispuolisesti (Atula, 2018). Dopamiinin puutos aiheuttaa neurotransmittereiden eli keskushermoston välittäjäaineiden epätasapainon tyvitumakkeissa (Rinne, 1997). Tämä keskushermoston tasolla tapahtuva patologinen muutos johtaa taudille ominaisten motoristen oireiden syntyyn, joita ovat lepovapina, rigiditeetti eli jäykkyys ja hypokinesia eli lihasliikkeiden vähyys tai hitaus. Lisäksi Parkinsonin tautiin liittyy tasapainon ja kehon taustajänteyden ylläpitämisen vaikeuksia (Duffy, 2005, s. 187).

Parkinsonin taudin yleisimpiä kasvojen ja suualueen motorisia oireita ovat ilmeettömyys, nielemisvaikeudet ja puheen häiriöt (Fereshtehnejad ym., 2017). Hypokineettinen dysartria on Parkinsonin tautiin liittyvä puheen motorinen häiriö, jossa puheen kontrollijärjestelmien toiminta on häiriintynyt dopamiinin puutoksen vuoksi. Häiriölle ominaisia oireita voi esiintyä kaikilla puheentuoton alueilla: hengityksessä, äänentuotossa ja artikulaatiossa (Duffy, 2005, s. 187). Erityisesti artikulaatiossa ja äänentuotossa esiintyvät oireet aiheuttavat muutoksia myös prosodiikkaan eli puheen akustisiin piirteisiin (Duffy, 2005, s. 194; Toivanen & Raiman, 1995). Prosodiikan häiriintymistä kutsutaan dysprosodiaksi (Miller, 2017).

Puheoireiston laatuun vaikuttavat lihasten jäykkyys, liikelaajuuksien kaventuminen ja voiman väheneminen, sekä vaikeus ylläpitää kehon taustajänteyttä ja tasapainoa (Duffy, 2005, s. 187). Siten kaikki edellä mainitut tekijät häiritsevät nopeiden ja tarkkaan koordinoitujen artikulaatioliikkeiden tuottamista, minkä vuoksi artikulaatio- ja puhenopeudet useimmiten hidastuvat taudin myötä. Toisinaan hypokineettisessä dysartriassa voi kuitenkin esiintyä hetkellisiä artikulaation nopeutumiskasvoja. Nopeutumiskasvojen taustalla voi mahdollisesti olla tyvitumakkeiden vaurioituminen ja tiedonvälityksen häiriintyminen erityisesti kuulopalautteen kanssa (Watkins & Jenkinson, 2015). Tämä voi ilmentyä

puheen rytmittämisen ja puhenopeuden säätelyn vaikeuksina eli dysrytmiana, jota pidetään dysprosodisena piirteenä (Duffy, 2005, s. 196).

### 2.3 Oraalidiadokokinesia hypokineettisen dysartrian arviointimenetelmänä

Parkinsonin tautiin liittyvää hypokineettistä dysartriaa voidaan arvioida maksimaalista suorituskykyä mittaavilla testeillä (Duffy, 2005, s. 91). Näistä oraalidiadokokinesia (oraali-DDK, MMR eli *maximum repetition rate*) mittaa maksimaalista tavutoistonopeutta sekä artikulaatioelimistön tarkkuutta, kontrollia ja rytmiä (Duffy, 2005, s. 92). Maksimaalisen tavutoistonopeuden ohella oraalista diadokokinesiasta voidaan tutkia myös muita puheen piirteitä, kuten rytmiä (Karlsson ym., 2020). Jatkossa oraalidiadokokinesiasta käytetään termiä diadokokinesia.

Dysartrioille ominaiset piirteet, kuten puheen epärytmisyys ja artikulaatiossa esiintyvät koordinaation pulmat tulevat esille diadokokinesian yhteydessä (Duffy, 2005, s. 92–93). Lisäksi puhe- ja artikulaationopeuksien yleinen hidastuminen tai hetkelliset nopeutumisjaksot on helppoa havaita diadokokinesian avulla. Artikulaatiokyvyn ohella diadokokinesia-tehtävä antaa tietoa tutkittavan hengitystuesta ja äänentuotosta. Diadokokinesialla mitattava maksimaalinen tavutoistonopeus tarkoittaa kliinisessä työssä useimmiten maksimaalista artikulaationopeutta (Karlsson ym., 2020).

Diadokokinesiassa voidaan erottaa kaksi eri mittausta: AMR (*alternating motion rates*) ja SMR (*sequential motion rates*) (Duffy, 2005, s. 92–93; Karlsson ym., 2020). AMR:lla mitataan jonkin tietyn artikulaatioelimen syklistä, toistuvaa liikettä (Pierce, Cotton, & Perry, 2013). Maailmanlaajuisesti testauksessa käytetään yleisimmin tavuja /pa/, /ta/ ja /ka/, jotka mittaavat huulten sekä kielenkärjen ja -kannan toimintaa (Duffy, 2005, s. 91). Testauksessa tutkittavaa pyydetään toistamaan yhtä edellä mainituista tavuista mahdollisimman nopeasti yleensä viiden sekunnin ajan (esim. /papapa/). SMR sen sijaan mittaa tutkittavan kykyä tuottaa sarjallisia ja syklisiä liikesuorituksia (Duffy, 2005, s. 93; Pierce ym., 2013). SMR:ssa tutkittavaa pyydetään tuottamaan mahdollisimman nopeasti esimerkiksi /pataka/-tavusarjaa viiden sekunnin ajan (Duffy, 2005, s. 93). SMR:lla saadaan tietoa myös koartikulaatiokyvystä eli kyvystä vaihtaa artikulaatiopaikkaa sujuvasti.

Puhenopeus lasketaan perinteisesti jakamalla oikein menneiden tavujen tai sanojen määrä niiden tuottamiseen kuluneella kokonaisajalla (Diepeveen, van Haaften, Terband, de Swart, & Maassen, 2019). Puhenopeuteen vaikuttavia osatekijöitä ovat artikulaationopeus ja suorituksen aikana esiintyvien



taukojen kokonaisaika (Tjaden & Wilding, 2011). Artikulaationopeus saadaan selville jakamalla oikein tuotettujen tavujen tai sanojen määrä puheen tuottamiseen kuluneella ajalla, josta on vähennetty taukojen kesto. Puhe- ja artikulaationopeus ilmaistaan pääsääntöisesti tavuina sekunnissa tai millisekunneissa (Karlsson ym., 2020). Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että puhe- ja artikulaationopeuksiin vaikuttavat puheen motoristen häiriöiden ohella muun muassa tutkittavan ikä ja kieli (Ben-David & Icht, 2018; Duffy, 2005, s. 93; Icht & Ben-David, 2014; Jacewicz, Fox, O’Neill, & Salmons, 2009; Nunez-Agosto, Bell-Berti, Jorge, & Reynolds, 2007). Siten diadokokinesialla mitattuja arvoja tulisi aina mahdollisuuksien mukaan verrata samaa kieltä puhuviin (Icht & Ben-David, 2014) ja saman ikäisiin normaalisti puhuviin henkilöihin.

Puheentuoton motorisen prosessin normaali toiminta ja saumaton yhteistyö puheen palaute- ja kontrollijärjestelmien kanssa on sujuvan artikulaation perusta (Duffy, 2005, s. 36). Puhe onkin äärimmäisen nopea motorinen suoritus, ja normaalisti aikuinen pystyy tuottamaan kuudesta yhdeksään tavua sekunnissa (Kent, 2000). Pierce tutkimustovereineen (2013) määritteli terveiden ikääntyneiden, yli 65-vuotiaiden aikuisten maksimaaliseksi tavutoistonopeudeksi AMR:ssa viidestä seitsemään tavua sekunnissa ja SMR:ssa viidestä kahdeksaan tavua sekunnissa. Vastaavasti Koskela (2013) mittasi pro gradussaan suomalaisten 18–40-vuotiaiden aikuisten maksimaaliseksi artikulaationopeudeksi luenta-tehtävässä 7,93 tavua sekunnissa ja maksimaaliseksi puhenopeudeksi 7,40 tavua sekunnissa.

## **2.4 Maksimaalinen tavutoistonopeus Parkinsonin taudissa**

Parkinsonin taudin yhteydessä ilmenevän hypokineettisen dysartrian tiedetään usein heikentävän tautia sairastavien suoriutumista diadokokinesia-tehtävästä ja aiheuttavan muutoksia muun muassa maksimaalisiin puhe- ja artikulaationopeuksiin (Duffy, 2005, s. 194–195; Skodda, 2011). Kirjallisuuden ja tiedonhaun pohjalta voidaan todeta, että Parkinsonin tautia sairastavien suoriutumista diadokokinesia-asiasta on tutkittu Suomen ulkopuolella suhteellisen runsaasti. Tutkimuksissa on saatu vaihtelevia tuloksia Parkinson-potilaiden maksimaalisista tavutoistonopeuksista (taulukko 1): osassa tutkimuksista nopeuksien on todettu nopeutuneen tai hidastuneen kontrolliryhmään verrattuna, kun taas osassa tutkimuksista muutosta suhteessa terveisiin ei ole havaittu tai analysoitu. Tuloksien välisiä eroja saattaa selittää se, että käytetyt testausprotokollat ja maksimaalisen tavutoistonopeuden ilmaisuun käytetyt parametrit usein vaihtelevat tutkimuksesta toiseen.

**Taulukko 1.** Kansainvälisissä tutkimuksissa saatuja tuloksia Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden maksimaalisista tavutoistonopeuksista.

Tutkija(t)	Mittausmenetelmä	n	Maksimaalinen tavutoistonopeus (tavua/s.)		
			ka	kh	v-v
Skodda, 2015	AMR, SMR	50	4,27	1,08	–
Ziegler, 2002	AMR	16	–	–	3–9
Wong ym., 2012	AMR	10	DPD: /ta/ 3,53 /ka/ 3,83	DPD: /ta/ 0,77 /ka/ 0,81	–
	DPD = dysartrinen Parkinson NDPD = ei-dysartrinen Parkinson	DPD n=5 NDPD n=5	NDPD: /ta/ 4,40 /ka/ 4,26	NDPD: /ta/ 1,15 /ka/ 0,85	
Tjaden & Watling, 2003	SMR	11	5,5	–	–
Staiger ym., 2017	AMR	24	/ba/ 6,38 /da/ 6,03	/ba/ 0,77 /da/ 0,79	/ba/ 4,92–7,72 /da/ 3,99–7,18

ka=keskiarvo, kh=keskihajonta, v-v=vaihteluväli, AMR=alternating motion rate, SMR=sequential motion rate

Diadokokinesia on monipuolinen ja maailmanlaajuisesti käytetty neurologisiin sairauksiin liittyvien puhemotoristen häiriöiden arviointi- ja diagnosointimenetelmä (Duffy, 2005, s. 92–93). Hypokineettiseen dysartriaan liittyvien puhemuutosten tutkiminen diadokokinesian avulla on otollista: sen avulla pystytään havaitsemaan taudille ominaiset muutokset puhe- ja artikulaationopeuksissa sekä artikulaatioliikkeiden kaventuminen (Duffy, 2005, s. 194). Muita huomionarvoisia muutoksia diadokokinesiasa ovat puheen hetkelliset nopeutumiskaksot ja liikelajuuksien kaventumisesta aiheutuva äänneiden epätarkkuus tai jopa yhteensulautuminen.

Puheentuotto prosessi on herkkä vaurioitumiselle, minkä vuoksi neurologisille sairauksille tyypilliset oireistot saattavat esiintyä ensimmäisenä erilaisina puheentuottokyvyn muutoksina (Duffy, 2005, s. 194). Tästä syystä häiriintyneen puheen tutkiminen on tärkeää. Suomalaista normiaineistoa Parkinson-potilaiden maksimaalisista tavutoistonopeuksista ei ole kuitenkaan olemassa, mikä hankaloittaa luotettavan diagnoosin ja erityisesti vaikeusasteen arvion tekemistä diadokokinesia-tehtävällä. Lisäksi normiaineiston avulla diadokokinesiaa voitaisiin käyttää hypokineettisen dysartrian etenemistä mittaavana arviointimenetelmänä.

### 3 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Terveiden suomenkielisten aikuisten maksimaalisista puhe- ja artikulaationopeuksista löytyy ainakin kaksi tutkimusta (ks. Koskela, 2013; Laukkanen & Leino, 1999, s. 158), mutta Parkinson-potilailta vastaavaa normiaineistoa ei vielä löydy. Tästä huolimatta oraalista diadokokinesiaa hyödynnetään Parkinsonin tautiin liittyvän hypokineettisen dysartrian diagnosoinnissa ja sen vaikeusasteen arvioinnissa suomalaisten puheterapeuttien keskuudessa.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suoriutuvat diadokokinesian tavusarjantoistotehtävästä (SMR). Suorituskykyä mittaavia muuttujia ovat maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet sekä tehtävän aikana esiintyvät tavutason virheet. Tutkimustuloksista voivat puheterapeuttien ohella hyötyä myös muut terveydenhuollon ammattilaiset, jotka työskentelevät Parkinson-potilaiden kanssa. Lisäksi Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt saavat tutkimuksen kautta tietoa hypokineettisen dysartrian aiheuttamista mahdollisista puhemotorista muutoksista.

Tutkimuskysymyksiäni ovat:

*1. Kuinka idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suoriutuvat oraalisen diadokokinesian tavusarjantoistotehtävästä (SMR)?*

*1.1. Mikä on idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien maksimaalinen puhe- ja artikulaationopeus tavusarjantoistotehtävällä mitattuna?*

*1.2. Kuinka paljon ja minkälaisia virheitä oraalidiadokokinesian tavusarjantoistotehtävässä esiintyy Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä?*

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämä tutkimus on monitapaustutkimus, jonka aineiston analyysissä on hyödynnetty kvantifointia, tilastomenetelmiä ja virheiden tyypittelyä piirteidensä mukaan (Jyväskylän yliopiston Koppa, 2016; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006). Tutkimusaineisto kerättiin osana Tampereen yliopiston logopedian tutkinto-ohjelman järjestämää Kuuluva Ääni -hanketta vuonna 2018. Analysoitu aineisto muodostui idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden puhetallenteista, joissa tutkittavat suorittivat oraalidiadokokinesian tavusarjantoistotehtävän (SMR, /pataka/).

### 4.1 Tutkimushenkilöt

Kuuluva Ääni -hankkeeseen osallistui yhteensä 40 Parkinsonin tautia sairastavaa henkilöä, joista tähän tutkimukseen valikoitui kymmenen tutkittavaa (taulukko 2). Tutkittavien joukko muodostui kuudesta naisesta (60 %) ja neljästä miehestä (40 %). Parkinsonin taudin vaikeusastetta arvioitiin UPDRS-Fin-asteikon (*Unified Parkinson's Disease Rating Scale*) modifioidulla Hoehn ja Yahr -luokituksella, joka on käännetty ja muokattu suomenkielelle (ks. Liite 1). Luokituksella mitataan Parkinsonin taudin vaikeusastetta arvioimalla potilaan itsenäistä toimintakykyä. Tähän tutkimukseen valittiin Parkinson-potilaat, joiden Hoehn ja Yahr -luokitus asetui välille 1,5–3 (keskiarvo noin kaksi: molemminpuolinen oireisto ilman tasapainovaikeuksia).

MMSE:tä (Mini-Mental State Examination) käytetään pääsääntöisesti dementian diagnosointiin ja vaikeusasteen arviointiin (Muistipotilaan arviointi ja arvioinnin työkalut, 2016). Testillä kartoitetaan muun muassa tutkittavan orientaatiota sekä kieli- ja muistitoimintoja. Tähän tutkimukseen valikoitui henkilöt, joiden MMSE:n tulos oli yli 25 pistettä (maksimipisteet 30), jotta välttyttäisiin dementian ja mahdollisten kognitiivisten tai kielellisten vaikeuksien sekoittavasta vaikutuksesta tutkimukseen. Kellään tutkittavista ei esiintynyt tutkimushetkellä pakkoliikkeitä tai änkytystä. Lisäksi kaikki tutkittavat olivat dopamiinilääkityksen vaikutuksen alaisena.

**Taulukko 2.** Tutkittavien taustatiedot.

ID	Ikä tutkimushetkellä (vuotta)			Diagnoosista kulunut aika tutkimushetkellä (vuotta)			MMSE (maksimipisteet 30)			*Hoehn & Yahr -luokitus		
	ka	v-v	md	ka	v-v	md	ka	v-v	md	ka	v-v	md
M1	68			2			29			3		
M2	67			5			28			1,5		
M3	77			6			29			1,5		
M4	75			4			27			2		
N1	66			15			28			1,5		
N2	62			6			27			1,5		
N3	70			5			27			2		
N4	77			8			27			3		
N5	53			6			29			1,5		
N6	48			6			28			2		
yht. (n=10)	66,3	48–77	67,5	6,3	2–15	6	27,9	27–29	28	1,95	1,5–3	1,75

M=mies, N=nainen, MMSE=Mini-Mental State Examination, ka=keskiarvo, v-v=vaihteluväli, md=mediaani, \*Hoehn & Yahr -luokitus löytyy liitteestä 1

## 4.2 Aineiston muodostuminen

Tutkimusaineisto koostui Parkinsonin tautia sairastavien puhetallenteista, joissa tutkittavat suorittivat oraalisen diadokokinesian tavusarjantoistotehtävän (SMR). Aineiston keruu toteutettiin Tampereen yliopiston tiloissa logopedian tutkinto-ohjelman henkilökunnan ja opiskelijoiden sekä sairaanhoitajaopiskelijoiden toimesta. Aineiston keruussa hyödynnettiin Praat-puheanalyysiohjelmistoa, Focusrite-äänikorttia ja AKGC5411-pääpantamikrofonia. Pääpantamikrofoni asetettiin 45 asteen kulmaan ja 4 senttimetrin (cm) etäisyydelle tutkittavan kasvoista. Näytteenottotaajuus äänityksissä oli 44 100 hertsiä (Hz).

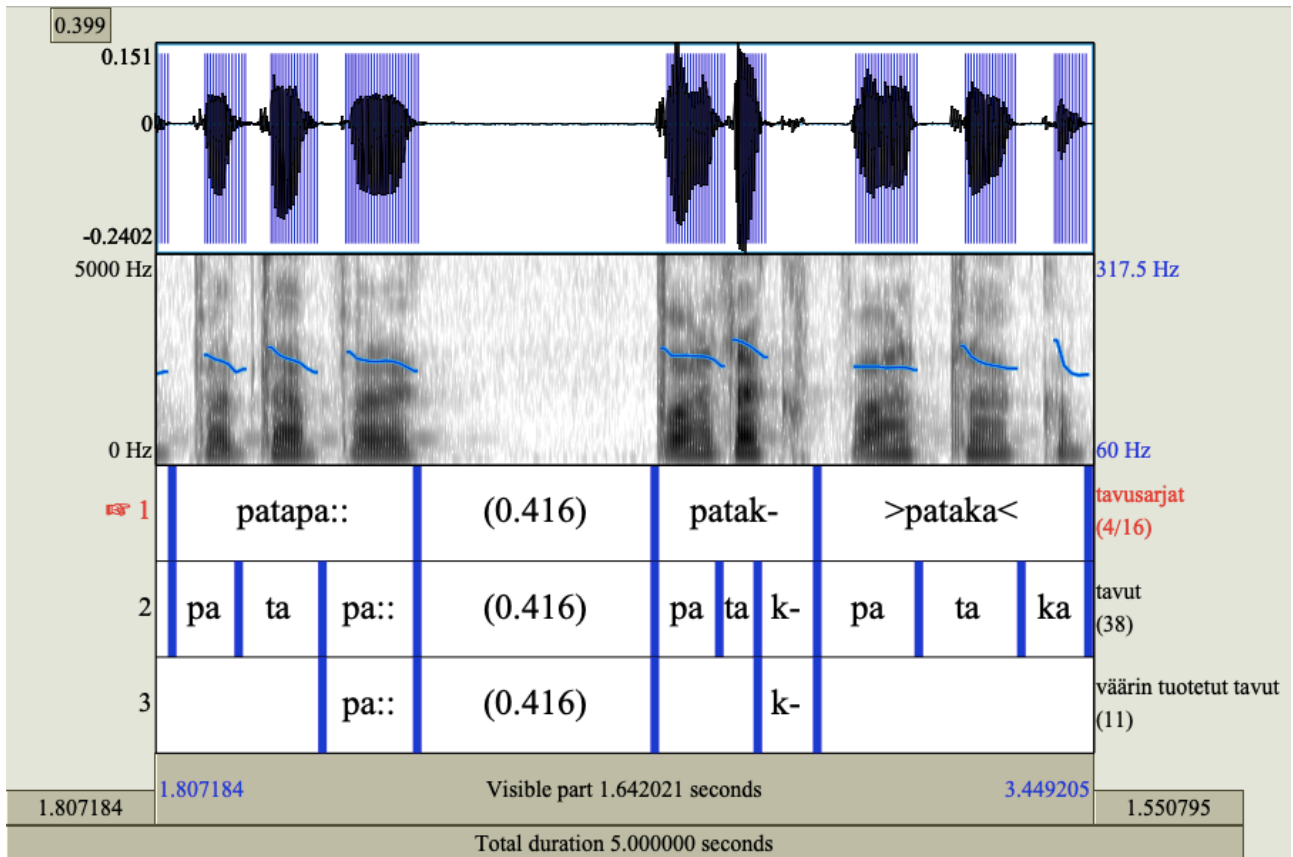
Tutkimustilanteessa tutkittavia ohjeistettiin tuottamaan /pataka/-tavusarjaa mahdollisimman nopeasti ja tasaisella rytmillä vähintään viiden sekunnin ajan. Aineiston keruuseen osallistui useita eri tutkimusapulaisia, minkä vuoksi ohjeistuksissa ilmeni vähäisiä eroja, lähinnä sanavalinnoissa. Tutkittavaa ohjeistanut puheterapeutti tai opiskelija antoi tutkittavalle ensin mallin tavusarjan tuottotavasta,

minkä lisäksi tutkittavalla oli koko testauksen ajan nähtävillä kirjoitettu visuaalinen tuki tuotettavasta tavusarjasta, minkä oletettiin vähentävän diadokokinesia-tehtävän kielellistä kuormaa. Kirjoitetussa muodossa ollut tuki tavusarjasta ja tavusarjan kielellinen merkityksettömyys mahdollisesti vähentävät diadokokinesia-tehtävän kielellistä kuormaa entisestään. Tutkittava sai aloittaa tehtävän tunties- saan olevansa valmis, ja toisto pyydettiin lopettamaan, kun vähintään viisi sekuntia aikaa oli kulunut.

### **4.3 Aineiston analyysi**

Tutkittavien puhetallenteista päätettiin analysoida tasan viiden sekunnin näyte Praat 6.1.06-puheana- lyysiohjelmistolla (analysoitu näyte: oraaliadiadokokinesia SMR, /pataka/), ensimmäisestä tavusta al- kaen. Tähän analysointimenetelmään päädyttiin siitä syystä, että se vakioi toistotehtävään saatavan ajan kaikille samaksi, ja tällöin suorituksen tasoon vaikuttavat vain koehenkilön tuottamien tavujen määrä ja mahdolliset virheet ja tauot. Ensimmäinen tavu sisällytettiin analyysiin, koska sen nähdään olevan välttämätön yksilöllisen artikulaationopeuden määrittelyssä (Skodda, Flasskamp, & Schlegel, 2010). Ensimmäiset tavut tuotetaan mitä todennäköisimmin todellisella maksimaalisella artikulaa- tionopeudella, sillä toistonopeus usein hidastuu tehtävän loppua kohden.

Tutkittavien puhenäytteiden ekstraktoinnin eli analysoitavan viiden sekunnin näytteen rajaamisen jäl- keen, tavusarjat sekä oikein ja väärin tuotetut tavut segmentoitiin ja annotoitiin (kuva 1). Lisäksi näytteistä segmentoitiin yli sadan millisekunnin kestoiset tauot. Oikein ja väärin tuotetut tavut kvan- tifioitiin, ja taukojen kestot sekä virheellisten tuotosten määrät ja tyypit taulukoitiin tutkittavakohtai- sesti Excel 16.25-ohjelmistoon. Oikein tuotettujen tavujen määrän ja taukojen yhteiskeston perus- teella laskettiin tutkittavien maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet, jotka pyöristettiin kahden desimaalin tarkkuuteen (ks. muuttujien määritelmät ja laskukaavat, ks. Liite 2). Saaduista tuloksista laskettiin keskiarvot ja -hajonnat erikseen mies- ja naistutkittaville sekä koko tutkimusryhmälle. IBM SPSS Statistics v.26-ohjelmalla tehtiin tilastollista analyysia (Mann-Whitneyn U-testi) miesten ja naisten maksimaalisten puhe- ja artikulaationopeuksien välillä.



**Kuva 1.** Tutkimusaineiston analysointi Praat 6.1.06-puheanalyysiohjelmistolla.

Väärin menneet tavut tyypiteltiin omiin ryhmiinsä piirteidensä mukaan (taulukko 3). Virheiden määrät laskettiin tyypeittäin yhteen tutkittavakohtaisesti ja kaikilta tutkittavilta yhteensä. Myös virheellisten tavujen prosentuaalinen osuus tehtävän aikana tuotetuista tavuista (virheet-%) laskettiin jokaiselle tutkittavalle erikseen, ja näin saaduista arvoista laskettiin koko tutkimusryhmän keskimääräinen tulos. Oikein ja väärin tuotetuista tavuista sekä virheellisten tavujen prosentuaalisesta osuudesta (virheet-%) laskettiin keskiarvo, vaihteluväli ja mediaani.

### Taulukko 3. Oikean tuotoksen määritelmä ja virhetyypit.

Oikea tuotos	oikeat tavut, oikeassa järjestyksessä (/pataka/)
Perseveraatio	saman tavun toistuminen perättäin, korvaten oikean tavun (esim. /papaka/)
Omissio	tavun tai sen osan, foneemin, poisjätö (esim. /paka/, /-ataka/)
Intruusio	sääntöjen vastainen tavu, kuten tavujen paikkojen vaihtuminen tai foneemin korvautuminen toisella (esim. /patapa/, /tapaka/)
Epäselvä tai kesken jäänyt tuotos	tavun tai foneemin artikulaatio on epäselvä, minkä vuoksi se ei ole tunnistettavissa, tai tuotos jää kesken ajan loppumisen vuoksi

#### 4.4 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksen eettisyys on arvioitu vuoden 2018 keväällä Tampereen yliopiston ihmistieteiden eettisessä toimikunnassa. Tämän jälkeen tutkimushenkilöt ovat saaneet tiedon mahdollisuudesta osallistua tutkimukseen osana Kuuluva Ääni -hanketta. Tutkimustiedotetta jaettiin vuoden 2018 aikana Pirkanmaan puheterapeuteille, Parkinson-liitolle ja Tampereen yliopistollisessa sairaalassa (Tays) järjestetyn Parkinsonin tautia koskevan ensitietopäivän osallistujille. Tutkittavat ilmoittautuivat tutkimukseen itse ja allekirjoittivat suostumuksen. Tutkittavat anonymisoitiin kirjain- ja numeroyhdistelmien aineiston analysointia varten. Tutkittavien tietoja sekä analysoitavaa aineistoa säilytettiin erillisellä muistitikulla, mitkä poistettiin aineiston analysoinnin valmistuttua.



## 5 TULOKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suoriutuvat diadokokinesian tavusarjantoistotehtävästä (SMR, /pataka/). Suorituskyvyn mittareina käytettiin maksimaalisia puhe- ja artikulaationopeuksia sekä puhenäytteissä ilmenneiden virheellisten tavujen määrää ja niiden tyyppejä. Maksimaalisten puhe- ja artikulaationopeuksien keskiarvot on ilmoitettu tavuina sekunnissa kaikilta tutkittavilta sekä erikseen mies- ja naistutkittavilta, jotta näiden ryhmien suoritusprofiileissa mahdollisesti ilmeneviä eroja voitaisiin vertailla keskenään. Diadokokinesiasa ilmenneiden virheellisten tavujen määrät on ilmoitettu jokaiselta tutkittavalta erikseen sekä kaikilta tutkittavilta yhteensä. Virheet on tyyteltty omiin ryhmiinsä ja niiden kokonaismäärät raportoitu tyypeittäin. Lisäksi jokaiselta tutkittavalta ja koko ryhmältä on laskettu väärin tuotettujen tavujen osuus oikein tuotetuista tavuista.

### 5.1 Maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet

Taulukosta 4 on nähtävissä tässä tutkimuksessa mitatut maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet. Koko tutkittavien ryhmän puhenopeuden keskiarvo oli 6,6 tavua sekunnissa (keskihajonta 0,9) ja artikulaationopeus 6,82 tavua sekunnissa (keskihajonta 0,76). Maksimaaliset puhenopeudet olivat kaikissa mittausryhmissä artikulaationopeuksia hitaammat. Tutkimustulokset osoittivat Parkinsonin tautia sairastavien koehenkilöiden maksimaalisen puhenopeuden normivaihteluksi 5,7–7,5 tavua sekunnissa. Vastaavasti maksimaalinen artikulaationopeus vaihteli välillä 6,06–7,58 tavua sekunnissa.

Naisten maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet olivat keskiarvoltaan miehiä hitaammat (miehet: 6,95/7,04 tavua/s., naiset: 6,37/6,68 tavua/s.). Tutkimuksessa ei kuitenkaan esiintynyt tilastollisesta merkitsevää eroa nopeuksien välillä (Mann-Whitneyn U-testi: artikulaationopeus  $p=,762$ /puhenopeus  $p=,476$ ). Lisäksi tutkittavakohtaisesta tarkastelusta kävi ilmi (ks. Liite 4), että vaikea-asteisemmasta taudista kärsivät Parkinson-potilaat (Hoehn ja Yahr -luokitus 2 ja 3) suoriutuivat diadokokinesiatehtävästä lieväästeisempia potilaita (Hoehn ja Yahr -luokitus 1,5) hitaammin.

**Taulukko 4.** Tutkimuksessa mitatut maksimaaliset artikulaatio- ja puhenopeudet.

	Maksimaalinen puhenopeus (tavua/s.)			Maksimaalinen artikulaationopeus (tavua/s.)		
	ka	kh	v-v	ka	kh	v-v
<b>Miehet (n=4)</b>	6,95	1,24	5,40–8,40	7,04	1,10	5,74–8,40
<b>Naiset (n=6)</b>	6,37	0,61	5,80–7,20	6,68	0,50	6,04–7,35
<b>Kaikki tutkittavat (N=10)</b>	6,60	0,90	5,40–8,40	6,82	0,76	5,74–8,40

ka=keskiarvo, kh=keskihajonta, v-v=vaihteluväli

## 5.2 Virheiden määrä ja tyypit

Taulukkoon 5 on koottu diadokokinesia-tehtävän aikana oikein ja väärin tuotettujen tavujen määrät, virhetyyppien määrät ja väärin tuotettujen tavujen prosentuaalinen osuus tehtävän aikana tuotetuista tavuista (virheet-%). Koehenkilöt tuottivat testauksessa oikein vähintään kahdeksan tavusarjaa (vaihteluväli 8–14) ja 27 (vaihteluväli 27–42) tavua. Miehet tuottivat keskimäärin enemmän oikeita tavusarjoja kuin naiset (miehet=10,5/naiset=9,3). Tutkittavien näytteissä esiintyi keskimäärin 2,2 väärin tuotettua tavua, ja väärin tuotettujen tavujen prosentuaalinen osuus oli 6,8 prosenttia.

**Taulukko 5.** Oikein ja väärin tuotetut tavut, virhetyypit ja virheellisten tavujen prosentuaalinen osuus tehtävän aikana tuotetuista tavuista.

ID	Oikein tuotetut tavut (lkm)			Virhetyyppi (lkm)				Väärin tuotetut tavut (lkm)			Virheet-% (%)		
				Perseveraatio	Omissio	Intruusio	Epäselvä tai kesken jäänyt tavu						
M1	34			–	–	–	3	3			8,8		
M2	36			–	1	1	1	3			8,3		
M3	42			–	–	–	–	–			0		
M4	27			1	–	–	1	2			7,4		
N1	35			–	–	–	–	–			0		
N2	36			–	2	–	2	4			11,1		
N3	29			–	–	–	2	2			6,9		
N4	32			1	1	1	1	4			12,5		
N5	30			1	2	1	–	4			13,3		
N6	29			–	–	–	–	–			0		
yht. (N=10)	ka	v-v	md	yht.	yht.	yht.	yht.	ka	v-v	md	ka	v-v	md
	33	27–42	33	3	6	3	10	2,2	0–4	2,5	6,8	0–13,3	7,85

M=mies, N=nainen, ka=keskiarvo, v-v=vaihteluväli, md=mediaani, virheet-%=virheellisten tavujen prosentuaalinen osuus tehtävän aikana tuotetuista tavuista

Virhetyyppien määritelmät on listattu taulukkoon 3 (s. 12), ja seuraavien esimerkkien notaatiomerkit ovat nähtävissä liitteestä 3. Yleisin diadokokinesia-tehtävässä ilmennyt virhetyyppi oli epäselvä tai kesken jäänyt tuotos (45 % virheistä, esimerkki 1) ja toiseksi yleisin omissio (27 %, esimerkki 2).

#### **Esimerkki 1:** Epäselvä tai kesken jäänyt tuotos

N3:            -- >pata **(k) a**< >pataka< (0.102) pataka --

M1:            -- >pataka< >pa\*ta **(k) a::**< **p-**

#### **Esimerkki 2:** Omissio

N2:            pataka pata(ka) **paka** --

M2:            pataka **>pata**< pataka --

Virhetyypeistä vähiten ilmeni perseveraatiota (14 %, esimerkki 3) ja intruusiota (14 %, esimerkki 4).

#### **Esimerkki 3:** Perseveraatio

N4:            -- pataka pataka pa**pata** --

M4:            pataka patat**a** (0.199) >pataka< --

#### **Esimerkki 4:** Intruusio

N5:            -- patap**a::** (0.416) patak- >pataka< --

M2:            -- <pataka> **<tataka>** <pataka> --

### 5.3 Tulosten yhteenveto

Saatujen tulosten perusteella suomenkielisten idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien koehenkilöiden (Hoehn ja Yahr -luokitus 1,5–3) maksimaalisen puhenopeuden normivaihtelu oraalidiadokinesian SMR:ssa oli 5,7–7,5 tavua sekunnissa ja maksimaalisen artikulaationopeuden normivaihtelu 6,06–7,58 tavua sekunnissa. Puhenopeedet olivat kaikissa mittausryhmissä artikulaationopeuksia hitaammat suorituksissa esiintyneiden taukojen vuoksi. Virheiden prosentuaalinen osuus oli keskimäärin 6,8 prosenttia, ja yleisimmät virhetyypit olivat epäselvä tai kesken jäänyt tuotos sekä tavun tai sen osan, foneemin, omissio.

Lisäksi tutkimuksessa kävi ilmi, että miestutkittavien maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet olivat keskiarvoltaan naistutkittavia nopeammat, ja miehet tuottivat enemmän oikeita tavusarjoja. Miesten ja naisten maksimaalisten puhe- ja artikulaationopeuksien erot eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkittäviä (Mann-Whitneyn U-testi: artikulaationopeus  $p=,762$ /puhenopeus  $p=,476$ ).

## 6 POHDINTA

Kandidaatintyössäni analysoin puhenäytteitä, joissa Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suorittivat diadokokinesian tavusarjantoistotehtävän (SMR). Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka Parkinson-potilaat suoriutuvat tästä tehtävästä. Suorituskyvyn mittareita olivat maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet sekä tehtävässä ilmenneet virhetyypit ja niiden määrä. Tutkimustulokset osoittivat, että Parkinsonin tautia sairastavien koehenkilöiden maksimaalinen puhenopeus oli keskimäärin 6,60 tavua sekunnissa ja maksimaalinen artikulaationopeus 6,82 tavua sekunnissa. Tehtävässä ilmenneiden virheellisten tavujen osuus tehtävän aikana tuotetuista tavuista oli 6,8 prosenttia, ja yleisimpiä virhetyyppejä olivat epäselvä tai kesken jäänyt tuotos ja tavun tai foneemin omissio. Lisäksi tutkimuksessa kävi ilmi, että naistutkittavat suoriutuivat tavutoistotehtävästä miestutkittavia heikommin, ja Parkinsonin taudin vaikeammalla vaikeusasteella saattoi olla vaikutusta heikompaan suoriutumiseen.

### 6.1 Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa mitatut Parkinson-potilaiden maksimaaliset tavutoistonopeudet ovat keskimäärin nopeammat verrattuna muihin, kansainvälisiin vastaaviin tutkimustuloksiin (ks. taulukko 1, s. 7). On huomattava, että nämä tutkimukset on tehty eri kielisillä koehenkilöillä. Kielet usein eroavat toisistaan muun muassa äänneinventaarissa ja ääntämystavoissa, mistä johtuen voi esiintyä eroja myös puhe- ja artikulaationopeuksien välillä (ks. esim. Icht & Ben-David, 2014; Jacewicz ym., 2009; Nunez-Agosto ym., 2007). Kielten erot voivat siis osaltaan selittää vaihtelua maksimaalisissa tavutoistonopeuksissa tämän ja muiden tutkimusten välillä.

Icht ja Ben-David (2014) toteavat tutkimuksessaan, että diadokokinesiassa saadut tulokset tulisi mahdollisuuksien mukaan suhteuttaa saman kielisten normiaineistoon. Koskela (2013) mittasi pro graduun suomenkielisten, terveiden 18–40-vuotiaiden maksimaaliseksi artikulaationopeudeksi luentatehtävässä 7,93 tavua sekunnissa. Koskelan tuloksiin verrattuna tähän tutkimukseen osallistuneiden Parkinson-potilaiden maksimaalinen tavutoistonopeus on hidastunut, mikä tukee kirjallisuudesta saatua tietoa (ks. esim. Duffy, 2005, s. 195–196) ja osaa aikaisemmista tutkimuksista, joissa on vertailtu terveiden ja Parkinson-potilaiden suoriutumista diadokokinesia-tehtävästä (ks. esim. Skodda, 2011). Tutkittavan iällä voi olla kuitenkin merkitystä puhe- ja artikulaationopeuteen (Jacewicz ym., 2009), minkä vuoksi tulokset on mielekästä suhteuttaa ikäverrokeilta mitattuun normiaineistoon.

Pierce tutkimustovereineen (2013) määrittäi yli 65-vuotiaiden australialaisten maksimaaliseksi tavu-toistonopeudeksi viidestä kahdeksaan tavua sekunnissa. Puhe- ja artikulaationopeuksien on todettu hidastuvan merkittävästi iän myötä, minkä taustalla on todennäköisesti motorisen kyvykkyyden, palautejärjestelmien ja kognitiivisten toimintojen heikentyminen (Ben-David & Icht, 2018; Kent, 2000). Parkinsonin taudin oireet alkavat tyypillisesti noin 50–70-vuotiaana (Atula, 2018), joten voitaisiin olettaa, että Parkinson-potilailla maksimaalisiin puhe- ja artikulaationopeuksiin vaikuttavat myös ikääntymiseen liittyvät tekijät. Rinnastettaessa tässä tutkimuksessa mitattua maksimaalista artikulaationopeutta Piercen ja muiden tutkimukseen (2013) ei eroavaisuuksia nopeuksien välillä ole kuitenkaan havaittavissa. Tämä on mielenkiintoista, sillä puheentuottokykyyn haitallisesti vaikuttavia tekijöitä kumuloituu enemmän Parkinsonin taudissa. Verrattaessa tuloksia australialaiseen väestöön tulee kuitenkin muistaa myös kielten välisten erojen (Icht & Ben-David, 2014) ja esimerkiksi Parkinsonin taudin lääkityksen mahdolliset vaikutukset puhe- ja artikulaationopeuksiin (Kent, 2000).

Kaikki tähän tutkimukseen osallistuneet olivat dopamiinilääkityksen vaikutuksen alaisena tutkimus-hetkellä. Dopamiinilääkityksen tiedetään aiheuttavan Parkinson-potilaille niin kutsuttuja tilanvaihte-luita (on-off-vaihtelu), joiden seurauksena rigiditeetin ja hypokinesian vaikutus liikkumiskykyyn vaihtelee (Parkinsonin tauti, 2019). Siten tutkimukseen osallistuneiden maksimaaliset puhe- ja arti-kulaationopeudet voivat olla paremmat kuin mitä ne olisivat lääkevaikutuksen laskuvaiheessa tai il-man lääkitystä. Toisaalta tutkimuksissa on todettu, ettei dopamiinilääkitys lievitä puhemotorisia oi-reita samassa määrin kuin muun kehon motorisia oireita (Kent, 2000). Tästä voidaan päätellä, että puheen motorisen prosessin toimintaa häiritsevä dopamiinin puutostila voi lääkityksestä huolimatta vaikuttaa haitallisesti puheentuottokykyyn.

Tyvitumakkeissa vallitseva neurotransmittereiden epätasapaino vaikuttaa puheen palautejärjestel-mien ja pikkuaivojen toimintaan sekä suoran ja epäsuoran aktivaatoradan kykyyn välittää aivokuo-relta tulevia liikekäskyjä alemmille motoneuroneille (Duffy, 2005, s. 35; Rinne, 1997). Pikkuaivojen vaurioille on tyypillistä muun muassa puheen dysrytmia ja maksimaalisten artikulaatio- ja puheno-peuksien hidastuminen (Ackermann & Brendel, 2015). Nämä ilmiöt ovat tunnettuja oireita myös hy-pokineettisessä dysartriassa (Duffy, 2005, s. 187, 194–196; Skodda, 2011). Dopamiinin puutos ei suoranaisesti vaurioita pikkuaivoja, mutta informaatiokatkos voi tästä huolimatta johtaa maksimaa-listen puhe- ja artikulaationopeuksien hidastumiseen ja puheen rytmittämisen vaikeuksiin myös Par-kinsonin taudissa.

Tutkimukseen osallistuneiden koehenkilöiden Parkinsonin taudin vaikeusaste oli Hoehn ja Yahr -luokituksella arvioituna keskimäärin kaksi, joka viittaa molemminpuoliseen oireistoon ilman tasapainovaikeuksia (ks. Liite 1). Molemminpuoliset motoriset oireet, kuten rigiditeetti ja hypokinesia, vaikuttavat mahdollisesti myös hypokineettisessä dysartriassa esiintyvien puhemotoristen oireiden vaikeusasteeseen ja laatuun (Duffy, 2005, s. 187). Vaikea-asteisemmasta taudista kärsineiden koehenkilöiden (Hoehn ja Yahr -luokitus 2 tai 3) maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet olivat hitaammat kuin lieväästeisemmasta taudista (Hoehn ja Yahr -luokitus 1,5) kärsineiden. Tämä havainto tukee aikaisempaa näkemystä siitä, että hypokineettisen dysartrian oireet vaikeutuvat muun kehon motoristen oireiden edessä (Duffy, 2005, s. 187). Hypokineettisen dysartrian vaikeutuminen ymmärrettävästi heikentää puheentuottokykyä ja vaikuttaa siten myös puhe- ja artikulaationopeuksiin.

Artikulaatioliikkeiden niukkuus hypokineettisessä dysartriassa johtaa usein artikulaation epätarkentumiseen (Duffy, 2005, s. 194). Analysoiduista puhenäytteistä tuli ilmi artikulaation epätarkkuus erityisesti konsonanttien osalta, mikä oli erotettavissa sekä kuulonvaraisesti että Praat-puheanalyysiohjelman piirtämästä ”yhteen sulautuneesta” spektogrammista. Tällöin yksittäisistä tavuista syntyviä ilmanpainemuutoksia ei pystytä visuaalisesti erottamaan toisistaan.

Muutamalla tutkittavista ilmeni suorituksen aikana dysprosodiaa, kuten kuiskauksena tuotettuja yksittäisiä tavuja tai kokonaisia tavusarjoja. Prosodisten muutosten taustalla on mahdollisesti aikaisemmin mainittu artikulaatioliikkeiden kaventumisesta aiheutuva artikulaation epätarkkuus (Duffy, 2005, s. 194), joka mahdollisesti muuttaa puhetuotoksen akustisia piirteitä. Myös hengitysvaimoimien ja hengityksen säätelyn heikentyminen aiheuttaa muutoksia äänentuottoon (Duffy, 2005, s. 194), mikä voi johtaa puheäänien voimakkuuden muutoksiin.

Osassa analysoiduista puhenäytteistä esiintyi myös dysprosodiaan liittyvää dysrytmiaa (Duffy, 2005, s. 196), erityisesti artikulaation hetkellisten nopeutumisjaksojen ja taukojen muodossa. Artikulaatioliikkeiden kaventuessa välimatka artikulaatiopaikasta toiseen mahdollisesti lyhenee, mikä voisi osaltaan selittää nopeutumisjaksojen ilmenemistä tehtävän aikana. Hetkellisten nopeutumisjaksojen syyksi on epäilty myös erityisesti kuulopalautteen ja tyvitumakkeiden välisen viestinnän häiriintymistä (Watkins & Jenkinson, 2015). Tällöin Parkinsonin tautia sairastava puhuja ei pysty ylläpitämään suorituksessa ajantasaista toistonopeutta, vaan puhetempo vaihtelee. Voitaisiin ajatella, että edellä mainitun informaatiokatkoksen vuoksi myös diadokokinesiassa esiintyvät virheelliset tuotokset jäävät Parkinson-potilaalta huomaamatta, kun viesti virheestä ei välity palautejärjestelmien kautta tyvitumakkeille. Siten tyvitumakkeet, joiden yhtenä tehtävänä on tarvittavien artikulaatioliikkeiden



valinta (Watkins & Jenkinson, 2015) eivät kykene avustamaan motorista aivokuorta toisen, oikean artikulaatioliikkeen valinnassa.

Tässä tutkimuksessa mitatut maksimaaliset puhenopeudet olivat keskimäärin artikulaationopeuksia hitaammat. Syynä tähän on osalla tutkittavista ilmenneet tahattomat ja pidentyneet (yli 100 millisekuntia) tauot, joita aiheuttavat erityisesti hengityksen säätelyn ja voiman heikentyminen sekä dysrytmia (Duffy, 2005, s. 187; Watkins & Jenkinson, 2015). Puhe- ja artikulaationopeudet laskettiin oikein menneistä tuotoksista (laskukaavat, ks. Liite 2), minkä vuoksi väärin tuotettujen tavujen määrä johti osalla tutkittavista nopeuksien hidastumiseen.

Diadokokinesia-tehtävässä esiintyneistä virheistä lähes puolet oli epäselviä tai kesken jääneitä tuotoksia. Aikaisemmin mainittu artikulaation epätarkkuus, sujuvan koartikulaation pulmat, yhteen sulautunut spektogrammi ja tavutoiston kesken jääminen selittävät tämän virhetyypin suurta esiintyvyyttä (Duffy, 2005, s. 92–93, 187, 194). Artikulaation epätarkkuutta esiintyi erityisesti konsonanteissa, mutta myös vokaaliääntöjen pitkittymistä oli kuultavissa osassa puhenäytteistä. Konsonanttien epätarkentumisen taustalla on todennäköisesti liikelaajuuksien pientyminen ja artikulaation nopeutumisen (Duffy, 2005, s. 196), minkä vuoksi äänten tuottoon tarvittavan suuontelon sulun luominen hankaloituu. Toisaalta myös heikentynyt hengitysvaivo (Duffy, 2005, s. 198) voisi selittää konsonanttien heikkoa ja hiljaista artikulaatiota, kun sulun laukeamahäly pienenee. Tietokatkos palautejärjestelmien ja tyvitumakkeiden välillä johtaa mahdollisesti myös jonkin asteiseen tuntopalautteen viestintäkyvyn heikentymiseen (Watkins & Jenkinson), mikä voisi osaltaan selittää artikulaation epätarkentumista.

Tavun tai foneemin omissio oli toiseksi yleisin tehtävässä ilmennyt virhetyppi. Parkinsonin taudissa voi esiintyä motoristen oireiden ohella kognitiivisia oireita, kuten dementiaa ja kielellisten kykyjen heikentymistä (Atula, 2018). Tähän tutkimukseen valittiin koehenkilöt, joilla ei esiintynyt tutkimus-  
hetkellä änkytystä ja jotka saivat MMSE:ssä yli 25 pistettä. Testitulokset eivät kuitenkaan ole absoluuttisia, minkä vuoksi kielellisten vaikeuksien tai dementian esiintymistä koehenkilöillä ei pystytä täysin poissulkemaan. Tyvitumakkeet suunnittelevat puhetuotoksia yhdessä eri aivokuorialueiden, kuten motorisen aivokuoren, kanssa (Drumright ym., 2014, s. 615–616; Duffy, 2005, s. 35; Watkins & Jenkinson, 2015). Artikulaatioliikkeiden valinnan heikentyessä myös fonologisten prosessien, kuten omission esiintyvyys puheessa voi lisääntyä. Sama ilmiö voisi aiheuttaa lisäksi intruusiota ja perseveraatiota, jotka olivat virhetyypeistä harvinaisimmat. Parkinsonin tautiin liittyvän änkytyksen poissulkeminen on saattanut osaltaan vähentää näiden virhetyyppien esiintyvyyttä.

Naistutkittavat suoriutuivat diadokokinesia-tehtävästä keskimäärin miestutkittavia heikommin: maksimaaliset puhe- ja artikulaationopeudet olivat miehiä hitaammat ja naisilla ilmeni myös enemmän virheellisiä tuotoksia. Hitaampaa maksimaalista puhenopeutta naisilla selittää runsaampi taukojen esiintyminen ja niiden pidempi kesto miehiin verrattuna. Saman huomion ovat tehneet Skodda, Visser ja Schelegel (2011) tutkimuksessaan: puhenopeuksien erot eivät ole tilastollisesti merkittäviä, mutta naisilla ilmenee keskimäärin enemmän ja pidempiä taukoja, joita saatetaan kompensoida nopeuttamalla artikulaatiota hetkellisesti. Kompensaatioyritysten johdosta naiset tuottavat enemmän virheitä tavutoistotehtävässä, kuten tässäkin tutkimuksessa kävi ilmi. Ilmiö voi kuitenkin selittää virheiden esiintymistä myös koko tutkimusryhmän osalta.

Diadokokinesia-tehtävässä mitatut maksimaaliset artikulaatio- ja puhenopeudet eivät välttämättä hidastu tai nopeudu Parkinsonin tautiin liittyvän hypokineettisen dysartrian myötä (Duffy, 2005, s. 197), ja tässäkin tutkimuksessa yksilöiden suoritusten välillä ilmeni vaihtelua. Koehenkilöillä esiintyi diadokokinesiassa useita hypokineettiselle dysartrialle ominaisia piirteitä kuten muutoksia artikulaatiokyvyssä, dysprosodiaa ja -rytmiaa. Maksimaaliseen suorituskyykyyn vaikuttavat todennäköisesti useat tekijät, kuten Parkinsonin taudin motoristen oireiden vaikeusaste ja lääkityksen vaikutusvaihe.

## **6.2 Menetelmän pohdinta**

Tutkimuksessa analysoitu aineisto on kooltaan pieni (N=10) ja epätasaisesti jakautunut mies- ja naistutkittavien välillä, minkä vuoksi saatuja tuloksia ei voida yleistää. Myös koehenkilöiden Parkinsonin taudin vaikeusaste oli vaihteleva, joten motoristen oireistojen välillä on todennäköisesti ilmennyt merkittäviä eroja. Siten taudin vaikeusasteessa ilmenneet erot ovat voineet aiheuttaa myös suurempaa variaatiota saatuihin tuloksiin. Aikaisemmin tehdystä MMSE-arviosta huolimatta ei voida olla varmoja, onko tutkimukseen valituilla ilmennyt aineiston keruuhetkellä tuloksia sekoittavia kognitiivisia tai kielellisiä vaikeuksia.

Tutkimusaineisto kerättiin osana Kuuluva ääni -hanketta vuonna 2018 ja tästä syystä sen keruutapaan ei ole voitu vaikuttaa. Aineiston keruuseen osallistuivat useat eri tutkimusapulaiset, jonka vuoksi diadokokinesia-tehtävän ohjeistuksissa ilmeni vähäisiä eroja, lähinnä sanavalinnoissa. Yhteneväisillä ohjeistuksilla tutkimuksesta olisi voinut tulla erilaisia tuloksia. Lisäksi ennen tässä tutkimuksessa analysoitua tavusarjantoistotehtävää (SMR), tutkittavat ovat suorittaneet diadokokinesia-tehtävän yksittäisen tavun toistamistehtävän (AMR). Lisäksi tutkittavilla on ollut koko testauksen ajan kirjoitettu

visuaalinen tuki tuotettavasta tavusarjasta, eikä siten voida olla varmoja harjoituksen tai visuaalisen tuen vaikutuksesta tutkimuksessa saatuihin tuloksiin (ks. esim. Ben-David & Icht, 2018).

Puhenäytteiden analysointi tehtiin kuulonvaraisesti Praat-puheanalyysiohjelmiston piirtämien spektogrammien tuella. Kuulonvaraisessa arvioinnissa subjektiiviset tulkinnat voivat vaikuttaa tuloksiin. Nopeutunut artikulaatio ja sen epätarkkuus näyttäytyi osalla tutkittavista spektogrammin yhteensulautumisena, minkä vuoksi yksittäisten tavujen ja äänteiden segmentoinnissa ilmeni toisinaan vaikeuksia. Lisäksi artikulaatioon liittyvä tauko oli joissakin tapauksissa hankalaa erottaa tahattomasta, yli sadan millisekunnin, kestoisesta tauosta.

Virhetyypit ja niiden määritelmät luotiin puhenäytteiden annotoinnissa esiin tulleiden poikkeavuuksien pohjalta. Siten virhetyyppien määritelmässä ja niiden määrässä voi olla tulkinnallista vaihtelua aineiston analysoijasta riippuen. Aineiston analyysin luotettavuutta olisivat lisänneet muun muassa videotallenteet, joista olisi voitu nähdä esimerkiksi artikulaation ja hengityksen mahdolliset muutokset. Lisäksi puhenäytteiden akustinen analysointi olisi voinut tuoda esille myös muita hypokineettiselle dysartrialle ominaisia piirteitä, joilla voi olla vaikutusta diadokokinesia-tehtävästä suoriutumiseen. Miesten ja naisten maksimaalisten puhe- ja artikulaationopeuksien välisten tilastollisten erojen laskemiseen käytetty Mann-Whitneyn U-testi ei näin pienellä ja epätasaisesti jakautuneella aineistolla anna välttämättä luotettavaa tulosta.

Normiaineisto maksimaalisista tavutoistonopeuksista suomenkielisillä terveillä ikäverrokeilla puuttuu, eikä diadokokinesia-tehtävälle ole olemassa yhtä kansainvälisesti käytettyä testausprotokollaa. Erityisesti maksimaalisen puhenopeuden vertaaminen muihin tutkimustuloksiin oli ongelmallista, sillä puhenopeus mitataan tyypillisesti luentatehtävästä (ks. esim. Koskela, 2013). Siten tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia ei voida luotettavasti verrata aikaisempiin tutkimustuloksiin, eikä Parkinson-potilaiden suoritustasosta pystytäkään tekemään varmoja johtopäätöksiä.

### **6.3 Jatkotutkimusaiheita**

Pienestä aineistosta huolimatta, tämän tutkimuksen tulokset osoittavat sen, että diadokokinesia on otollinen hypokineettisen dysartrian arviointimenetelmä: tutkittavien suorituksissa tuli esille useita häiriöryhmälle ominaisia ilmiöitä, kuten muutokset artikulaatiossa sekä dysprosodia- ja rytmia. Samalla tutkimus tarjoaa Parkinsonin tautia sairastavien parissa työskenteleville terveydenhuollon

ammattilaisille, erityisesti puheterapeuteille, suuntaa antavaa normiaineistoa diadokokinesia-tehtävällä mitatuista maksimaalisista puhe- ja artikulaationopeuksista sekä tehtävän aikana esiintyvistä virhetyypeistä.

Parkinson-potilaiden kykyä suoriutua diadokokinesiasta olisi otollista tutkia isommalla aineistolla, jotta diadokokinesiaa voitaisiin tulevaisuudessa käyttää entistä luotettavammin hypokineettisen dysartrian diagnosointi- ja arviointimenetelmänä. Olisi myös mielenkiintoista ja tärkeää analysoida muitakin muuttujia diadokokinesia-tehtävästä, kuten tavujen kestoa sekä äänen perustaajuuden muutoksia (ks. esim. Tjaden & Watling, 2013), joita myös tässä tutkimuksessa tuli ilmi. Lisäksi tutkimuksen tuloksista ilmeni vaikeusasteen mahdollinen vaikutus diadokokinesia-tehtävästä suoriutumiseen. Tätä ilmiötä olisi tärkeää tutkia jatkossa tarkemmin, jotta hypokineettiseen dysartriaan liittyvien puheoireiden vaikeusasteen arviointi helpottuisi ja yhtenäistyisi. Näin diadokokinesiaa pystyttäisiin käyttämään myös taudin etenemisen mittarina jatkossa.

Hypokineettisen dysartrian arviointiin käytetään tavusarjantoistotehtävän ohella AMR-tehtävää, joka on tavusarjantoon nähden vähemmän kompleksinen diadokokinesian muoto. Siten olisi merkityksellistä tutkia Parkinson-potilaiden suoriutumista myös tästä diadokokinesian tehtävämuodosta. Myös suomenkielisten terveiden aikuisten ja ikääntyneen väestön suoriutumista diadokokinesiasta olisi tärkeä tutkia, jotta Parkinsonin taudin vaikutuksia motoriseen suoriutumiseen pystyttäisiin arvioimaan entistä luotettavammin.

Hypokineettinen dysartria vaikuttaa merkittävästi Parkinson-potilaan kykyyn kommunikoida ja olla vuorovaikutuksessa. Tästä syystä puhemotoristen häiriöiden arviointimenetelmiä, mukaan lukien oraalista diadokokinesiaa, tulee edelleen kehittää Suomessa. Tällöin potilaille pystyttäisiin tarjoamaan myös oireiden mukaista, paremmin kohdennettua puheterapeuttista kuntoutusta.

## 7 LÄHDELUETTELO

- Ackermann, H., & Brendel, B. (2015). Cerebellar contributions to speech and language. Teoksessa G. Hickok, & S. Small (toim.), *Neurobiology of Language* (s. 73–84). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00007-9>
- Atula, S. (2018). Parkinsonin tauti. *Lääkärikirja Duodecim*. Saatavilla [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00055](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00055).
- Ben-David, B. M., & Icht, M. (2018). The effect of practice and visual feedback on oral-diadochokinetic rates for younger and older adults. *Language and Speech*, 61(1), 113–134. <https://doi.org/10.1177/0023830917708808>
- Blumstein, S. E., & Baum, S. R. (2015). Neurobiology of speech production: perspective from neuropsychology and neurolinguistics. Teoksessa G. Hickok, & S. Small (toim.), *Neurobiology of Language* (s. 689–699). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00008-0>
- Diepeveen, S., van Haaften, L., Terband, H., de Swart, B., & Maassen, B. (2019). A standardized protocol for maximum repetition rate assessment in children. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 71, 238–250. <https://doi.org/10.1159/000500305>
- Drumright D. G., King, D. W., & Seikel J. A. (2014). *Anatomy & physiology for speech, language and hearing* (5. painos). New York: Cengage Learning.
- Duffy, J. R. (2005). *Motor Speech Disorders: substrates, differential diagnosis, and management* (2. painos). St. Louis: Elsevier Mosby.
- Fereshtehnejad, S-M., Skogar, Ö., & Lökk, J. (2017). Evolution of orofacial symptoms and disease progression in idiopathic Parkinson's disease: longitudinal data from the Jönköping Parkinson Registry. *Parkinson's Disease*, 2017, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2017/7802819>
- Guenther, F. H. (2006). Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *Journal of Communication Disorders*, 39(5), 350–365. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2006.06.013>
- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2014). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders*, 48, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.02.002>
- Jacewicz, E., Fox, R. A., O'Neill, C., & Salmons, J. (2009). Articulation rate across dialect, age, and gender. *Language Variation and Change*, 21(2), 233–256. <https://doi.org/10.1017/S0954394509990093>
- Jyväskylän yliopiston Koppa (21.4.2016). *Tyypittely*. Haettu 26.3.2020 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimetelmat/tyypittely>

- Kaakkola, S. (2013). Parkinsonin tauti. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 129(15), 1605–1608. Saatavilla <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2012/2/duo10035?keyword=parkinsonin%20tauti>
- Karlsson, F., Schalling, E., Laakso, K., Johansson K., & Hartelius, L. (2020). Assessment of speech impairment in patients with Parkinson's disease from acoustic quantifications of oral diadochokinetic sequences. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(2), 839–851. <https://doi.org/10.1121/10.0000581>
- Kent, R. D. (2000). Research on speech motor control and its disorders: a review and prospective. *Journal of Communication Disorders*, 33(5), 391–428. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(00\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(00)00023-X)
- Koskela, A. (2013). *Aikuisten puhe- ja artikulaationopeus sekä artikulaationopeuden yhteys oraalmotorisiin taitoihin*. Pro gradu -tutkielma. Oulu: Oulun yliopisto. Saatavilla <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201312102031.pdf>.
- Saaranen-Kauppinen, A., & Puusniekka, A. (2006). *Kvantifiointi*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Haettu 26.3.2020 osoitteesta [https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7\\_3\\_3.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_3.html)
- Korpijaakko-Huuhka, A-M. (2003). *Kyllä se lintupelotintaulujuttu siinä nyt on käsittelyssä. Afaattisten puhujien kielellisiä valintoja sarjakuvatehtävässä*. Helsinki: Helsingin yliopiston fonetiikan laitoksen julkaisuja 46.
- Laukkanen, A-M., & Leino, T. (1999). *Ihmeellinen ihmisääni*. Helsinki: Gaudeamus.
- Miller, N. (2017). Communication changes in Parkinson's disease. *Practical Neurology*, 17(4), 266–274. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2017-001635>
- Muistipotilaan arviointi ja arvioinnin työkalut. Käypä hoito -suositus. Rosenvall, A., & Hänninen, T. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim, 2016 (viitattu 3.4.2020). Saatavilla internetissä: <https://www.kaypahoito.fi/nix02416>
- Nunez-Agosto, L., Bell-Berti, F., Jorge, A., & Reynolds, D. (2007). A comparison of speech rate of speakers of Dominican ja Puerto Rican Spanish and of New York City English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(5), 2996. <https://doi.org/10.1121/1.2942696>
- Parkinsonin tauti. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologisen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim, 2019 (viitattu 11.4.2020). Saatavilla internetissä <https://www.kaypahoito.fi/hoi50042#s6>
- Pierce, J. E., Cotton, S., & Perry, A. (2013). Alternating and sequential motion rates in older adults. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(3), 257–264. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12001>
- Rinne, J. (1997). Miten Parkinsonin tauti syntyy? *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 113(18), 1819–. Saatavilla <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/1997/18/duo70418?keyword=miten%20parkinsonin%20tauti%20syntyy>

- Skodda, S. (2011). Aspects of speech rate and regularity in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 310, 231–236. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2011.07.020>
- Skodda, S. (2015). Steadiness of syllable repetition in early motor stages of Parkinson's disease. *Biomedical Signal Processing and Control*, 17, 55–59. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2014.04.009>
- Skodda, S., Flasskamp, A., & Schlegel, U. (2010). Instability of syllable repetition as a model for impaired motor processing: is Parkinson's disease a “rhythm disorder”? *Journal of Neural Transmission*, 117(5), 605–612. <https://doi.org/10.1007/s00702-010-0390-y>
- Skodda, S., Visser, W., & Schlegel, U. (2011). Gender-related patterns of dysprosody in Parkinson disease and correlation between speech variables and motor symptoms. *Journal of Voice*, 25(1), 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.07.005>
- Staiger, A., Schölderle, T., Brendel, B., & Ziegler, W. (2017). Dissociating oral motor capabilities: evidence from patients with movement disorders. *Neuropsychologia*, 95, 40–53. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.12.010>
- Tjaden, K., & Watling, E. (2003). Characteristics of diadochokinesis in Multiple sclerosis and Parkinson's disease. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 55(5), 241–259. <https://doi.org/10.1159/000072155>
- Tjaden, K., & Wilding, G. (2011). Speech and pause characteristics associated with voluntary rate reduction in Parkinson's disease and Multiple Sclerosis. *Journal of Communication Disorders*, 44(6), 655–665. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.06.003>
- Toivanen, J., & Raiman, A. (1995). Puheen prosodiikka ja sanattomat viestit. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 111(7), 606–610. Saatavilla <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/1995/7/duo50157?keyword=Puheen%20prosodiikka%20ja%20sanattomat%20viestit>
- Tremblay, P., Deschamps, I., & Gracco, V. L. (2015). Neurobiology of speech production: a motor control perspective. Teoksessa G. Hickok, & S. Small (toim.), *Neurobiology of Language* (s. 741–750). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00008-0>
- Tysnes, O-B., & Storstein, A. (2017). Epidemiology of Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 124(8), 901–905. <https://doi.org/10.1007/s00702-017-1686-y>
- Watkins, K. E., & Jenkinson, N. (2015). The anatomy of the basal ganglia. Teoksessa G. Hickok, & S. Small (toim.), *Neurobiology of Language* (s. 85–94). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00008-0>
- Wong, M. N., Murdoch, B. E., & Whelan, B-M. (2012). Lingual kinematics during rapid syllable repetition in Parkinson's disease. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 47(5), 578–588. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2012.00167.x>
- Ziegler, W. (2002). Task-related factors in oral motor control: speech and oral diadochokinesis in dysarthria and apraxia of speech. *Brain and Language*, 80(3), 556–575. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2614>

## Liite 1. Modifioitu Hoehn ja Yahr -luokitus (UPDRS-Fin, V)

Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS-Fin, V)

### MODIFIOITU HOEHN & YAHR -LUOKITUS

Pvm ja aika \_\_\_\_\_

ID: \_\_\_\_\_

- |     |  |
|-----|--|
| 0   | Ei merkkejä sairaudesta.   |
| 1   | Toispuoleinen oireisto.  |
| 1,5 | Toispuoleinen ja aksiaalinen ( <i>ryhtimuutos</i> ) oireisto.                                  |
| 2   | Molemminpuolinen oireisto ilman tasapainovaikeuksia.   |
| 2,5 | Lievä molemminpuolinen oireisto, voi ottaa askeleita asennonkorjaustestissä.                   |
| 3   | Lievä, tai kohtalainen molemminpuolinen oireisto, tasapainovaikeuksia, fyysisesti riippumaton. |
| 4   | Vaikeasti invalidisoitunut, pystyy kuitenkin kävelemään tai seisomaan ilman apua.              |
| 5   | Pyörätuoli- tai vuodepotilas, ellei toinen henkilö auta.                                       |



## Liite 2. Tutkimuksessa mitatut muuttujat

Puhumisen nopeus, johon vaikuttavat puhetuotoksen aikana ilmenevien taukojen määrä ja niiden kesto.

### **Puhenopeus**

laskukaava:  
oikein tuotetut tavut / 5 s.

Nopeus, jolla puhetuotos artikuloidaan.

### **Artikulaationopeus**

laskukaava:  
oikein tuotetut tavut / (5 s. – tauot)

Tauko puhetuotoksessa, joka ei ole äänteen artikulaatioon liittyvä (esim. suuontelon sulku).

### **Tauko**

kesto >100 ms.

s. = sekunti, ms. = millisekunti

Liite 3. Esimerkeissä käytetyt notaatiomerkit (soveltaen Korpijaakko-Huuhka, 2003)

p-	tavu on jäänyt kesken
(pa)	sulkeissa epäselvästi kuultu tavu tai foneemi
pa::	kaksoispisteet kuvaavat äänteen venytystä
<pataka>	kuulonvaraisesti arvioituna nopeutunut tavusarja
>pataka<	kuulonvaraisesti arvioituna hidastunut tavusarja
*pa	tähti tavun edessä kuvaa tavun tuottamista kuiskauksena
(1,111)	mitatun tauon kesto sekunnin tuhannesosan tarkkuudella

Liite 4. Tutkittavakohtaiset tulokset

ID	*H&Y	Maksimaalinen puhenopeus (tavua/s.)	Maksimaalinen artikulaationopeus (tavua/s.)	Oikeat/virheelliset tavut (lkm)	Virhetyyppi (lkm)				Virheet-% (%)
					Perseveraatio	Omissio	Intruusio	Epäselvä tai kesken jäänyt tavu	
M1	3	6,80	6,80	34 / 3	–	–	–	3	8,8
M2	1,5	7,20	7,20	36 / 3	–	1	1	1	8,3
M3	1,5	8,40	8,40	42 / –	–	–	–	–	0
M4	2	5,40	5,74	27 / 2	1	–	–	1	7,4
N1	1,5	7,00	7,00	35 / –	–	–	–	–	0
N2	1,5	7,20	7,35	36 / 4	–	2	–	2	11,1
N3	2	5,80	6,30	29 / 2	–	–	–	2	6,9
N4	3	6,40	6,40	32 / 4	1	1	1	1	12,5
N5	1,5	6,00	6,98	30 / 4	1	2	1	–	13,3
N6	2	5,80	6,04	29 / –	–	–	–	–	0

M=mies, N=nainen, Virheet-%=väärin tuotettujen tavujen prosentuaalinen osuus tehtävän aikana tuotetuista tavuista, \*H&Y=Hoehn & Yahr -luokitus, löytyy liitteestä 1