Tampereen yliopisto

Marianne Kosin

ORAALINEN DIADOKOKINESIA PARKINSONIN TAUDISSA

Poikkeavan puheen piirteitä SMR-tehtävässä

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Pro gradu -tutkielma

Kesäkuu 2021

TIIVISTELMÄ

Marianne Kosin: Oraalinen diadokokinesia Parkinsonin taudissa: Poikkeavan puheen piirteitä SMR-tehtävässä
Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Logopedian tutkinto-ohjelma
Kesäkuu 2021

Suomessa idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden kykyä suoriutua oraalisen diadokokinesian tavusarjantoistotehtävästä (*SMR*, *sequential motion rate*) on tutkittu tiettävästi vain yhdessä kandidaatintutkielmassa. Näin ollen tämän tutkimuksen tarkoituksena on lisätä SMR-tehtävän käyttökelpoisuutta kyseisen potilasryhmän puhemotoriikan arvioinnissa. Lisäksi suomenkielisiltä ikääntyviltä, neurologisesti terveiltä puhujilta mitatut viitearvot SMR-tehtävästä suoriutumiseen puuttuvat.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden (n = 19, iän *ka* = 68,5 v.) kykyä suoriutua SMR-tehtävästä. Suoriutumista verrattiin ikääntyviin neurologisesti terveisiin puhujiin (n = 19, iän *ka* = 62,3 v.), minkä lisäksi tutkittiin, eroaako modifioidulla Hoehn ja Yahr -luokituksella arvioituna lievää (1–1,5: toispuolinen oireisto – toispuolinen oireisto ja ryhtimuutos, n = 11) ja keskivaikeaa (2–4: molemminpuolinen oireisto ilman tasapainovaikeuksia – vaikeasti invalidisoitunut, pystyy kävelemään tai seisomaan ilman apua, n = 8) tautia sairastavien henkilöiden kyky suoriutua tehtävästä toisistaan ja terveistä puhujista. Tutkittavilta kerätyistä puhetallenteista luokiteltiin SMR-tehtävän aikana tuotetut sujumattomuudet, laskettiin niiden määrä sekä maksimaalinen tavutoistonopeus puhe- ja artikulaationopeuden laskukaavoilla. Tuloksia tarkasteltiin tilastollisin menetelmin.

Idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden puhenopeutena laskettu maksimaalinen tavutoistonopeus vaihteli välillä 4,6–8,2 tavua sekunnissa ja artikulaationopeutena laskettuna välillä 4,7–8,8 tavua sekunnissa, kun tutkittavien iän vaikutusta ei otettu huomioon. Ryhmä tuotti runsaasti sujumattomuuksia (yht. 42), mutta yksilöllinen vaihtelu niiden määrässä oli laajaa (vv = 0–14). Tautia sairastavilla ilmeni SMR-tehtävässä virheellistä artikulaatiota (50,0 % sujumattomuuksista), toistoa (16,7 %), omissiota (16,7 %), intruusiota (11,9 %) ja perseveraatiota (4,8 %). Näistä runsaat artikulaatiovirheet sekä tahattomat tavujen ja äänteiden toistot erottelivat ryhmän terveistä puhujista ($p < ,05$), mutta sujumattomuuksien kokonaismäärän ero oli vain tilastollisesti suuntaa antava ($p = ,054$). Maksimaalinen tavutoistonopeus ei erotellut ryhmiä toisistaan. Idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien tutkimusryhmässä ilmeni kuitenkin yksilöllisiä eroja, joiden taustalla vaikutti tässä tutkimuksessa olevan erityisesti taudin vaikeusaste. Tutkimus osoittikin keskivaikeaa idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden toistavan tavuja hitaammin kuin lievää tautia sairastavat ja neurologisesti terveet puhujat ($p < ,05$). Vaikka lievässä idiopaattisessa Parkinsonin taudissa tavutoistonopeus oli myös neurologisesti terveitä nopeampi, se ei erotellut näitä ryhmiä toisistaan. Lievää tautia sairastavat tuottivat lisäksi huomattavasti enemmän sujumattomuuksia terveisiin ja keskivaikeaa tautia sairastaviin verrattuna, mutta ero oli merkitsevä vain terveisiin tutkittaviin ($p < ,05$). Lisäksi tutkimuksessa havaittiin sujumattomuuksien runsaan määrän olevan yhteydessä suureen artikulaationopeutena laskettuun tavutoistonopeuteen idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavilla tutkittavilla ($p < ,05$).

Tulosten mukaan etenkin runsaat artikulaatiovirheet sekä tahattomat tavujen ja äänteiden toistot erottavat idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavan henkilön terveestä puhujasta SMR-tehtävässä. Lisäksi tutkimus osoitti taudin eri vaikeusasteisiin liittyvän muutoksia sekä maksimaalisessa tavutoistonopeudessa että sujumattomuuksien määrässä. Tutkimustulokset viittaavatkin siihen, että SMR-tehtävä voi olla hyödyllinen osa idiopaattisen Parkinsonin taudin ja hypokineettisen dysartrian diagnosointia, kuin myös oireiden vaikeusasteen sekä niiden etenemisen puheterapeuttista arviointia. Lisäksi tämä tutkimus tarjoaa puheterapeuteille tyypillisesti ikääntyneiltä, yli 52-vuotiailta henkilöiltä mitattuja alustavia viitearvoja SMR-tehtävästä suoriutumiseen.

Avainsanat: idiopaattinen Parkinsonin tauti, puhemotoristen toimintojen arviointi, oraalinen diadokokinesia, SMR-tehtävä, maksimaalinen tavutoistonopeus, puheen sujuvuus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO 1

2 KIRJALLISUUSKATSAUS 2

2.1 Idiopaattinen Parkinsonin tauti 2

2.2 Parkinsonin taudin vaikutus puheeseen 3

2.2.1 Hypokineettinen dysartria 3

2.2.2 Puheentuottoprosessin muutokset hypokineettisessä dysartriassa 5

2.3 Hypokineettisen dysartrian arviointi oraalisella diadokokinesialla 8

2.3.1 Diadokokinesian mittaaminen 9

2.3.2 Diadokokinesian muutokset Parkinsonin taudissa 11

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS 14

4 TUTKIMUSMENETELMÄT 15

4.1 Tutkittavien valinta 15

4.2 Aineiston tallennus ja muodostaminen 17

4.3 Määrällinen ja laadullinen analyysi 19

4.4 Tilastollinen analyysi 21

4.5 Tutkimuksen eettisyys 23

5 TULOKSET 25

5.1 Taustamuuttujien vaikutuksen arviointi 25

5.2 SMR-tehtävässä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus 25

5.3 Sujumattomuudet SMR-tehtävässä 28

6 POHDINTA 31

6.1 Tulosten pohdinta 32

6.1.1 SMR-tehtävässä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus 32

6.1.2 Sujumattomuudet SMR-tehtävässä 34

6.2 Menetelmän pohdinta 38

6.3 Työn kliininen merkitys ja jatkotutkimusaiheita 41

7 LÄHTEET 43

Liitteet:

Liite 1. Muokattu Hoehn ja Yahr -luokitus

Liite 2. Tutkittavien taustatiedot

Liite 3. Oraalisen diadokokinesian tehtävät

Liite 4. Notaatiomerkit

Liite 5. Tutkimustiedote ja suostumuslomake

1 JOHDANTO

Oraalinen diadokokinesia on puheterapeuttien maailmanlaajuisesti käyttämä maksimaalista suorituskykyä mittaava testi, jolla voidaan arvioida muun muassa idiopaattiseen Parkinsonin tautiin liittyvää hypokineettistä dysartriaa (Duffy, 2020, s. 159–160; Karlsson, Schalling, Laakso, Johansson, & Hartelius, 2020; Kent, Kent, & Rosenbek, 1987). Oraalinen diadokokinesia jakautuu kahteen osatehtävään: yksittäisen tavun toistoon (AMR, *alternating motion rate*) ja tavusarjan toistoon (SMR, *sequential motion rate*) (Karlsson ym., 2020). SMR-tehtävän avulla arvioidaan tyypillisesti puhujan maksimaalista tavutoistonopeutta, artikulaatiota, hengitystä ja äänentuottokykyä (Duffy, 2020, s. 74–75; Freed, 2012, s. 55, 64–65, 75–76).

Aiemmat ulkomaiset tutkimukset ovat osoittaneet idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden SMR-tehtävässä mitatun maksimaalisen tavutoistonopeuden olevan sekä hidastunut (Novotný, Rusz, Čmejla, & Růžička, 2014; Tjaden & Watling, 2003) että nopeutunut terveisiin puhujiin verrattuna (Skodda, 2015). Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että nämä erot saaduissa tuloksissa selittyisivät osittain taudin vaikeusasteella (ks. esim. Novotný ym., 2014; Skodda, 2015). Lisäksi tyypillinen havainto oraalista diadokokinesiaa koskeneissa tutkimuksissa on idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden artikulaation epätarkkuus (esim. Novotný ym., 2014; Rusz ym., 2017; Skodda & Schlegel, 2008). Suomessa Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden kykyä suoriutua SMR-tehtävästä ei ole tutkittu tiettävästi kuin yhdessä kandidaatintutkielmassa (Kosin, 2020), minkä lisäksi suomenkielisiltä tyypillisesti ikääntyneiltä mitatut viitearvot tehtävästä suoriutumiseen puuttuvat.

Tämän tutkimuksen tavoitteena olikin selvittää, kuinka suomenkieliset idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt suoriutuvat oraalisen diadokokinesian SMR-tehtävästä neurologisesti terveisiin puhujiin verrattuna. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin taudin vaikeusasteen vaikutusta tehtävästä suoriutumiseen. Suoriutumiskykyä mitattiin maksimaalisella tavutoistonopeudella sekä analysoimalla tehtävässä tuotettujen sujumattomuuksien määrää ja tyyppejä. Erityisesti tutkimuksesta hyötyvät SMR-tehtävällä puheen arviota tekevät puheterapeutit: tutkimus tuo ilmi hypokineettiseen dysartriaan liittyviä puheen poikkeavia piirteitä sekä tarjoaa myös tyypillisesti ikääntyneiltä mitattuja alustavia viitearvoja tehtävästä suoriutumiseen. Tutkimuksen taustalla on tarve lisätä SMR-tehtävän luotettavuutta ja käyttökelpoisuutta hypokineettisen dysartrian arviointimenetelmänä suomenkielisellä väestöllä.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Idiopaattinen Parkinsonin tauti

Idiopaattinen Parkinsonin tauti on yleisin liikehäiriöitä aiheuttava etenevä neurologinen sairaus (Tysnes & Storstein, 2017), ja tavanomaisin parkinsonismin muodoista (Freed, 2012, s. 173). Tautiin saa lääkehoitoa noin 16 000 suomalaista, ja sitä esiintyy 70-vuotiailla noin yhdellä sadasta (Tarnanen, Pekkonen, & Atula, 2019). Sairauden synnyn taustalla on mustatumakkeiden dopamiinia tuottavien hermosolujen vähittäinen tuhoutuminen (Atula, 2018; Lyytinen & Kaakkola, 2005; Tysnes & Storstein, 2017). Hermovälittäjäaineena toimivan dopamiinin puutos johtaa erityisesti tahdonalaisia liikkeitä toteuttavien hermoratojen toiminnan häiriintymiseen, mikä ilmenee taudille ominaisina motorisina oireina (Atula, 2018). Taudin edetessä sairastuneella voi esiintyä myös kognitiivisia ja autonomisen hermoston oireita.

Syy dopamiinia tuottavien hermosolujen tuhoutumiseen on toistaiseksi tuntematon, minkä vuoksi tautia kutsutaan idiopaattiseksi (Atula, 2018; Kaasinen, 2019). Arvellaan kuitenkin, että taustalla vaikuttaa useita geneettisiä ja ympäristöön liittyviä tekijöitä (Lyytinen & Kaakkola, 2005; Tysnes & Storstein, 2017). Keskeisin riskitekijä idiopaattiselle Parkinsonin taudille on ikä (Kaasinen, 2019). Tämän vuoksi tautia sairastavien määrän ennustetaan kasvavan, kun väestö ikääntyy (Anttila, Hartikainen, Herukka, Kaasinen, & Tolppanen, 2020). Jatkossa viittaan idiopaattiseen tautimuotoon Parkinsonin tautina.

Parkinsonin taudin ensioireet ilmenevät tyypillisesti 50 ja 70 ikävuoden välillä (Atula, 2018). Taudin alussa oireet ovat useimmiten lieviä, motorisia ja esiintyvät vain toisella puolella kehoa (Atula, 2018; Kaasinen, 2019; Parkinsonin tauti, 2019). Tunnuksenomaisia motorisia oireita ovat lihasten jäykkyys eli rigiditeetti, liikkeiden hitaus eli bradykinesia sekä harvajaksoinen lepovapina (Kaasinen, 2017; Kaasinen 2019). Taudin edetessä motorisia oireita voi alkaa esiintyä kehon molemmilla puolilla (Atula, 2018), jolloin sairastuneella saattaa ilmetä myös hankaluuksia ylläpitää kehon tasapainoa ja taustajänteyttä (Duffy, 2020, s. 160; Freed, 2012, s. 177). Lisäksi akinesia eli kyvyttömyys aloittaa liikkeitä on tyypillinen motorinen oire taudin myöhemmissä vaiheissa.

Parkinsonin taudin myöhemmässä vaiheessa saattaa esiintyä kognitiivisia ja autonomisen hermoston oireita, joita ovat muun muassa hikoilu, muistihäiriöt sekä masennus (Atula, 2018). Autonomisen

hermoston oireet ovat ei-motorisia ja aiheutuvat muualla tapahtuvasta keskus- ja ääreishermoston solutuhosta (Parkinsonin tauti, 2019). Näitä muutoksia voi ilmetä esimerkiksi aivorungon alueella. Kognitiivisiin oireisiin voi liittyä kielellisten toimintojen hidastumista, kuten sanahaun ja ymmärtämisen häiriöitä (Miller, 2017). Kognitiivisten oireiden merkitys taudissa esiintyviin kommunikaatiokyvyn muutoksiin on kuitenkin vielä kiisteltyä.

Parkinsonin taudissa motorisia oireita ilmenee myös orofakiaalisella eli suun ja kasvojen alueella, mikä voi aiheuttaa muutoksia sairastuneen puheentuottokykyyn (Duffy, 2020, s. 160; Fereshtehnejad, Skogar, & Lökk, 2017). Tyypillisesti orofakiaalisten oireiden laatu ja vaikeusaste ovat yhteydessä muualla kehossa esiintyviin motorisiin oireisiin (Fereshtehnejad ym., 2017). Orofakiaalisen alueen motorisia oireita ovat ilmeettömyys eli hypomimia, nielemisvaikeus eli dysfagia, sylkivuoto sekä puheen ja äänen häiriöt (Fereshtehnejad ym., 2017; Kaasinen, 2019).

2.2 Parkinsonin taudin vaikutus puheeseen

Puheen ja äänen oireita esiintyy suhteellisen paljon Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä, ja jopa 90 prosenttia sairastuneista kokee muutoksia kommunikaatiokyvyssään (Schalling, Johansson, & Hartelius, 2017). Oireiden taustalla on puheentuottoprosessin vaurioituminen dopamiinin puutoksen seurauksena, jolloin muun muassa liikkeitä toteuttavien hermoratojen toiminta häiriintyy (Duffy, 2020, s. 2, 160; Freed, 2012, s. 50; Guenther, 2016, s. 280, 282). Puheentuottoprosessin monimutkaisuuden vuoksi puheen ja äänen oireet ovat vaihtelevia Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä (Freed, 2012, s. 168; Kent, 2000). Parkinsonin tautiin liittyvää puheen ja äänen oireistoa kutsutaan hypokineettiseksi dysartriaksi (Duffy, 2020, s. 159–160), joka on puheen motorinen häiriö (Freed, 2012, s. 50).

2.2.1 Hypokineettinen dysartria

Hypokineettistä dysartriaa esiintyy yli puolella Parkinsonin tautia sairastavista henkilöistä (Perez-Lloret ym., 2012). Termi hypokinesia viittaa liikkeiden vähyyteen (Freed, 2012, s. 169). Hypokineettisen dysartrian oireet johtuvat Parkinsonin taudille tyypillisestä liikkeiden jäykkyydestä ja hitaudesta, liikelaajuuksien kaventumisesta sekä vaikeuksista ylläpitää kehon taustajänteyttä (Duffy, 2020, s. 159). Hypokineettisen dysartrian oireet havaitaan selvemmin äänessä, artikulaatiossa

ja puheen prosodisissa eli melodisissa piirteissä (Duffy, 2020, s. 159; Freed, 2012, s. 53). Lisäksi oireita voi ilmetä hengityksessä ja puheen resonanssissa, kuten nenäsointisuudessa (Freed, 2012, s. 52, 179).

Hengitys saattaa olla pinnallista sekä hengityssyklit tavallista lyhyempiä ja nopeampia kehon motoristen oireiden ja hypokineettisen dysartrian seurauksena (Freed, 2012, s. 179; Miller, 2017). Nämä muutokset johtuvat pääasiallisesti hengityslihaksiston jäykkyydestä ja rintakehän liikelaajuuksien kaventumisesta. Lisäksi puhelihaksiston ja hengityksen koordinaatio saattaa olla puutteellista, mikä voi aiheuttaa muutoksia Parkinsonin tautia sairastavien äänentuottokykyyn sekä mahdollisesti myös artikulaatioon (Freed, 2012, s. 179; Hammer & Barlow, 2010).

Parkinsonin tautia sairastavan puhe on usein tavallista matalammalta tuotettua ja äänenlaatu voi olla kuulovaikutelmaltaan karkea (Freed, 2012, s. 179). Äänioireita ilmenee tyypillisesti jo Parkinsonin taudin varhaisvaiheessa (Miller, 2017). Niiden syntyyn ja laatuun vaikuttavat muun muassa puhelihaksiston ja hengityksen puutteellinen koordinaatio, uloshengityksen pienentynyt volyymi sekä heikko äänihuulisulku (Freed, 2012, s. 179; Hammer & Barlow, 2010). Nämä oireet voivat johtaa hypofoniaan eli äänen vuotoisuuteen ja puheen intensiteetin sekä äänenvoimakkuuden laskuun (Freed, 2012, s. 179; Hammer & Barlow, 2010; Miller, 2017). Lisäksi Parkinsonin taudissa voi esiintyä äänentuoton akinesiaa ja kyvyttömyyttä tuottaa ääntä eli afoniaa (Freed, 2012, s. 178–179; Miller, 2017). Nämä ilmenevät muun muassa kuiskauksena tuotettuina puhejaksoina.

Äänentuoton akinesia voi johtaa katkonaiseen puheeseen ja epätavallisen pitkiin taukoihin (Freed, 2012, s. 177; Miller, 2017; ks. esim. Skodda & Schlegel, 2008). Lisäksi hypokineettisessä dysartriassa esiintyy usein yksilöllisiä muutoksia puheen tempossa. Puheen tempolla viittaan tuotetun puheen nopeuteen. Eri maissa tehtyjen tutkimusten tulokset puhetempon muutoksista Parkinsonin taudissa ovat ristiriitaisia. Osassa on havaittu tempon nopeutumista (ks. esim. Skodda & Schlegel, 2008) ja osassa tempon laskua (ks. esim. Martínez-Sánchez ym., 2016; Nishio & Niimi, 2006). Osa tutkimuksista puolestaan ei ole raportoitunut eroja puhetempossa terveiden ikäverrokkien ja Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden välillä (ks. esim. Ackermann, Hertrich, & Hehr, 1995; Ackermann, Konczak, & Hertrich, 1997; Ziegler, 2002).

Hypokineettiseen dysartriaan liittyvät puhetempon muutokset voivat ilmetä myös puheen hetkellisinä nopeutumisjaksoina, joiden mahdollinen osasyy on hengityssyklien lyhyys ja nopeutunut hengitysfrekvenssi (Freed, 2012, s. 177, 179). Tämä puhetempon säätelyn vaikeus ja äänentuoton

akinesia aiheuttavat hypokineettiselle dysartrialle varsin tyypillistä dysrytmiaa, jolla tarkoitetaan kyvyttömyyttä ylläpitää puheen tasaista rytmiä (Duffy, 2020, s. 166, 174; Rusz, Hlavnička, Čmejla, & Růžička, 2015). Lisäksi hypokineettisessä dysartriassa puheen intonaatio on tyypillisesti monotoninen ja äänen voimakkuusvaihtelut puuttuvat (Miller, 2017). Intonaatio, puhetempo ja tauotukset ovat puheen prosodisia eli melodisia piirteitä (Freed, 2012, s. 53, 176–177) ja näiden piirteiden häiriintymistä kutsutaan dysprosodiaksi (Miller, 2017).

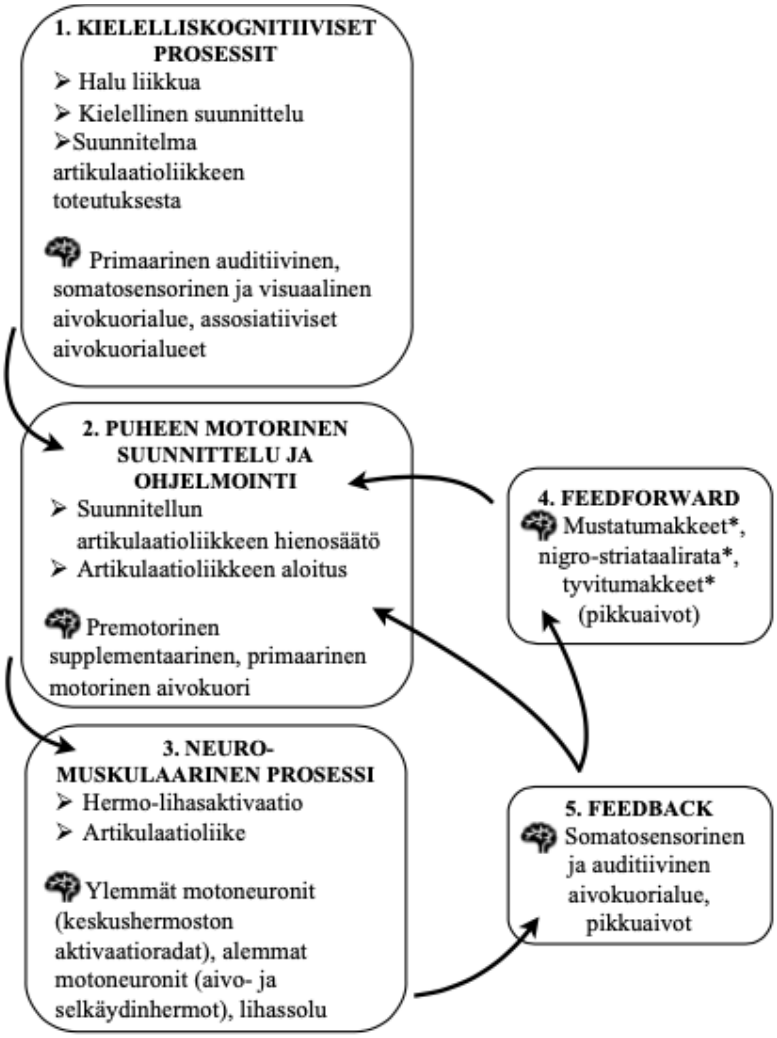
Dysprosodisten piirteiden ohella artikulaation häiriöt ovat hypokineettisessä dysartriassa moninaiset ja usein selvästi havaittavissa (Freed, 2012, s. 176–177). Ajatellaan, että taudille tyypillinen epätarkka artikulaatio johtuisi ainakin osittain liikelaajuuksien kaventumisesta ja mahdollisesta puhetempon kasvusta (Duffy, 2020, s. 172; Freed, 2012, s. 177). Tämä huomataan erityisesti konsonanteissa (ks. esim. Novotný ym., 2014; Rusz ym., 2017), joiden tuottoon tarvittavan suuontelon sulun voima voi heikentyä hypokineettisessä dysartriassa (Miller, 2017). Lisäksi artikulaatioliikkeet saattavat olla hitaita (Rusz ym., 2017; Wong, Murdoch, & Whelan, 2012) ja jähmeitä (Senft, Stewart, Bekolay, Eliasmith, & Kröger, 2016). Hypokineettisessä dysartriassa voi esiintyä myös lievää hypernasaalisuutta eli liiallista nenäsointia (Freed, 2012, s. 179).

Parkinsonin tautia sairastavilla ilmenee myös kognitiiviskielellistä häiriötä (Holtgraves & Giordano, 2017; Miller, 2017; Smith & Caplan, 2018). Kielelliskognitiivisen häiriöön voi liittyä muun muassa vaikeutta siirtyä keskustelun aiheesta toiseen eli perseveraatiota, toistavaa puhetta eli palilaliaa, sananlöytämisen vaikeutta sekä tavujen tai äänteiden substituutiota eli korvaamista, omissiota eli poisjättöä ja additiota eli lisäystä (Benke, Hohenstein, Poewe, & Butterworth, 2000; Holtgraves & Giordano, 2017; Martínez-Sánchez ym., 2016; Ortiz, Brabo, & Minett, 2016; Presotto, Olchik, Shuh, & Rieder, 2015; Ricciardi ym., 2016; Smith & Caplan, 2018). Motoristen oireiden tavoin, myös kognitiiviskielellisen häiriön vaikeusaste ja eteneminen vaihtelee (Smith & Caplan, 2018), ja hypokineettisen dysartrian oireiden on ehdotettu aiheutuvan osittain näistä ei-motorisista muutoksista (Brabenec, Mekyska, Galaz, & Rektorova, 2017; Sapir, 2014).

2.2.2 Puheentuottoprosessin muutokset hypokineettisessä dysartriassa

Puheentuottoprosessi on monimutkainen ja äärimmäisen haavoittuvainen erilaisille aivotoiminnan häiriöille (Kent, 2000). Puheen motorisen häiriön, kuten hypokineettisen dysartrian, synnyn taustalla on usein neurologinen vaurio, joka johtaa puheentuottoprosessin häiriintymiseen (Duffy, 2020, s. 2). Hypokineettisen dysartrian taustalla oleva vauriomekanismi ei ole vielä täysin tiedossa (Brabenec

ym., 2017). Tiedetään kuitenkin, että oireiston taustalla vaikuttaa olennaisesti dopamiinin puutoksesta aiheutuva puheen motorisen prosessoinnin ja motorisen kontrollin häiriintyminen (Duffy, 2020, s. 160; Guenther, 2016, s. 280, 282). Puheen motorinen kontrolli säätää tahdonalaisia artikulaatioliikekäskyjä ja antaa palautetta erityisesti puheen motoristen prosessien toiminnasta, jotta tuotettu viesti vastaisi sille asetettuja akustisia ja sensorisia tavoitteita (Duffy, 2020, s. 2; Guenther, 2016, s. 116; Kent, 2000; kuvio 1). Puheen motorisiin prosesseihin luetaan kuuluviksi puheen motorinen suunnittelu ja ohjelmointi sekä neuromuskulaarinen prosessi (Duffy, 2020, s. 2).



Kuvio 1. Yksinkertaistettu synteesi puheentuottoprosessin vaiheista ja niiden tehtävistä Parkinsonin taudin vauriomekanismin näkökulmasta. Synteesissä on hyödynnetty puheen motorisen kontrollin DIVA-mallia ja kuvattu puheentuottoprosessiin osallistuvat aivoalueet. Laatikot 1–3 = puheentuottoprosessin vaiheet, laatikot 4–5 = puheen motorinen kontrolli, = puheprosessiin osallistuvat aivoalueet, feedforward = puheen motorisen käskyn muodostus (*feedforward control*), feedback = puheesta palautetta antava motorinen kontrolli (*feedback control*), * = Parkinsonin taudin ja hypokineettisen dysartrian vauriomekanismin sijainti.

Tyvitumakkeiden läheisyydessä sijaisevien mustatumakkeiden dopamiinia tuottavat solut tuhoutuvat vähitellen Parkinsonin taudissa (Freed, 2012, s. 172; Rinne, 1997) (kuvio 1, laatikko 4). Tästä aiheutuva dopamiinin puutos johtaa mustatumakkeen ja aivojuovion (nigro-striataali) välisen suoran ja epäsuoran aktivaatioradan toimintahäiriöön (Guenther, 2016, s. 280–281; Kaasinen, 2019) (kuvio 1, laatikko 3). Tällöin motorisia liikkeitä estävän epäsuoran aktivaatioradan vaikutus on suurempi kuin suoran aktivaatioradan, jonka tehtävänä olisi kiihdyttää motorisia liikkeitä (Guenther, 2016, s. 208). Tämän seurauksena aktivaatio vähenee aivokuorialueilla, jotka osallistuvat tahdonalaisten liikkeiden toteutukseen (kuvio 1, laatikko 2). Siten tyvitumakkeiden toiminnan häiriö johtaa Parkinsonin taudille ominaisten motoristen oireiden, kuten lepovapinan ja rigiditeetin, syntyyn (Watkins & Jenkinson, 2015).

Tyvitumakkeet ovat keskiaivoissa sijaitseva, usean hermosolutumakkeen muodostama rakenne, johon kuuluvat linssitumake (*globus pallidus*), subtalaaminen tumake (*subthalamic nuclei*) ja mustatumakkeet (*substantia nigra*) sekä aivojuovion (*striatum*) muodostavat häntätumake (*caudate nucleus*) ja aivokuorukka (*putamen*) (Duffy, 2020, s. 45, 159; Freed, 2012, s. 27; Watkins & Jenkinson, 2015). Tyvitumakkeiden tehtävä puheen motorisessa kontrollissa on suunnitella, rytmittää ja aloittaa artikulaatioliikkeitä (Freed, 2012, s. 27; Watkins & Jenkinson, 2015) (kuvio 1, laatikko 4). Dopamiinin puutoksen seurauksena hermosignaalit, jotka kiihdyttävät artikulaatioliikkeitä vaimenevat, jolloin liikemallien aktivaatio ja ylläpito häiriintyvät tyvitumakkeissa (Guenther, 2016, s. 282). Tämä voi johtaa hypokineettiselle dysartrialle tyypilliseen puhetempon kasvuun, puheen hetkellisiin nopeutumisjaksoihin ja akinesiaan sekä artikulaatioliikkeiden kaventumiseen ja hidastumiseen (Guenther, 2016, s. 282; Watkins & Jenkinson, 2015).

Se, häiriintyykö myös pikkuaivojen toiminta Parkinsonin taudissa, ei ole vielä täysin tiedossa (Mirdamadi, 2016). Tutkimukset kuitenkin tukevat näkemystä, että tyvitumakevaurion seurauksena myös pikkuaivoissa voi esiintyä toiminnan häiriintymistä tai tyvitumakeoireistoa kompensoivia mekanismeja. Pikkuaivot osallistuvat koartikulaatioliikkeiden suunnitteluun säätelemällä puhelihasten voimaa, liikkeiden ajoitusta sekä kehon tasapainoa ja taustajänteyttä (Freed, 2012, s. 16, 29; Guenther, 2016, s. 278). Pikkuaivojen toiminnan häiriö voi aiheuttaa esimerkiksi dysrytmiaa ja puhenopeuden hidastumista (Ackermann & Brendel, 2015). Yhdessä pikkuaivot ja tyvitumakkeet saavat kuulo- ja tuntopalautteen avulla tietoa kehon tilasta ja puhetuotoksen onnistumisesta, jota ne integroivat suunniteltuihin motorisiin liikemalleihin (Guenther, 2016, s. 51, 103, 279; Mirdamadi, 2016; Watkins & Jenkinson, 2015) (kuvio 1, laatikko 5).

Parkinsonin taudissa on todettu sekä kuulo- että tuntopalautteen integroitumisen häiriöitä (ks. esim. Arnold, Gehrig, Gispert, Seifried, & Kell, 2014; Hammer & Barlow, 2010). On ehdotettu, että ongelmat kuulopalautteen prosessoinnissa aiheuttaisivat Parkinsonin taudissa oman puheen monitoroinnin vaikeuksia, mikä vaikuttaisi myös motoristen liikemallien akustiseen tarkkuuteen (Arnold ym., 2014; Sapir, 2014). Vastaavasti tuntopalautteen integroitumisen häiriö voi vaikuttaa liikemallien suunnitteluun ja toteutukseen (Arnold ym., 2014; Hammer & Barlow, 2010; Watkins & Jenkinson, 2015). Yhdessä kuulo- ja tuntopalautteen toimintahäiriöt aiheuttavat muun muassa puheen prosodisten piirteiden muutoksia kuten puheen tempon vaihtelua ja epätyypillisiä taukoja, hypofoniaa, puheentuoton aloituksen ja ajoituksen hankaluuksia sekä vaikeutta tuottaa tavoitteiden mukaisia artikulaatioliikkeitä (Arnold ym., 2014; Hammer & Barlow, 2010).

Parkinsonin tauti on tavanomaisesti ikääntyneen väestön neurologinen sairaus (Atula, 2018) ja siten tautiin liittyvän kielelliskognitiivisen heikentymisen ja kommunikaatiokyvyn muutosten erottaminen tyypillisestä ikääntymisestä voi olla hankalaa (Holtgraves & Giordano, 2017). Parkinsonin tautiin liittyvän kielelliskognitiivisen heikentymisen tausta on kuitenkin patologinen: sen ajatellaan aiheutuvan puheen motorisen suunnittelun ja ohjelmoinnin sekä erityisesti tunto- ja kuulopalautteen integroitumisen häiriintymisestä dopamiinin puutoksen seurauksena (Ortiz ym., 2016; Skodda, Grönheit, Mancinelli, & Schlegel, 2013).

Dopamiinin puutostilan vaikutukset keskus- ja ääreishermostossa ovat siis laajat, minkä vuoksi Parkinsonin taudin sekä hypokineettisen dysartrian oireet ovat moninaiset. Hypokineettisellä dysartrialla voikin olla suuri vaikutus Parkinsonin tautia sairastavan kommunikaatiokykyyn ja elämänlaatuun (Miller, 2017). Tämän vuoksi tautia sairastavan henkilön puheen arviointi ja kuntoutus on tärkeää. Eräs puheterapeuttien käyttämä hypokineettisen dysartrian arviointimenetelmä on oraalinen diadokokinesia, joka mittaa erityisesti puhemotoriikan maksimaalista suorituskykyä (Karlsson ym., 2020; Kent ym., 1987).

2.3 Hypokineettisen dysartrian arviointi oraalisella diadokokinesialla

Puhemotoriikan maksimaalista suorituskykyä mittaavat testit ovat olleet pitkään olennaisia puheen motoristen häiriöiden arvioinnissa (Kent ym., 1987). Oraalinen diadokokinesia (*DDK, oraali-DDK*) on yksi käytetyimmistä maksimaalisen suorituskyvyn mittareista, ja se on etenkin diagnostisesti tärkeä hypokineettisen dysartrian arvioinnissa (Freed, 2012, s. 65, 180; Icht & Ben-David, 2018;

Karlsson ym., 2020; Kent ym., 1987). Diadokokinesia tarkoittaa kykyä tehdä nopeita vastakkaisia liikkeitä (Duodecim Sanakirjat, 2020). Oraalista diadokokinesiaa voidaan analysoida perkeptuaalisesti ja lisäksi akustisesta puhesignaalista on mahdollista mitata erilaisia hypokineettiseen dysartriaan liittyviä puheen piirteitä, kuten maksimaalista tavutoistonopeutta (*maximum repetition rate, MRR*) ja artikulaatiokyvyn muutoksia (Karlsson & Hartelius, 2019; Karlsson ym., 2020; Kent ym., 1987; Kent, Weismer, Kent, Vorperian, & Duffy, 1999). Jatkossa käytän oraalisesta diadokokinesiasta termiä diadokokinesia.

2.3.1 Diadokokinesian mittaaminen

Diadokokinesia on maksimaalisella nopeudella toteutettava tavutoistotehtävä, jossa on kaksi eri osatehtävää: yksittäisen tavun toistotehtävä AMR (*alternating motion rate*) ja sarjallinen tavutoistotehtävä SMR (*sequential motion rate*) (Karlsson ym., 2020). AMR-tehtävässä tutkittavaa pyydetään toistamaan yksittäistä tavua maksimaalisella nopeudella ja mahdollisimman tasaisella rytmillä (Karlsson ym., 2020). Tyypillisesti tehtävässä käytetään tavuja /pa/, /ta/ ja /ka/. Vastaavasti SMR-tehtävässä tutkittava tuottaa annettua tavusarjaa (yleisimmin /pataka/) maksimaalisella nopeudella ja mahdollisimman tasaisesti. Diadokokinesia-tehtävässä tutkittavaa voidaan pyytää tuottamaan tavua tai tavusarjaa tietyssä ajassa maksimaalisen nopeasti maksimaalisen määrän, tai vaihtoehtoisesti voidaan mitata, kuinka kauan tutkittavalla kuluu aikaa tuottaa annettu määrä tavua tai tavusarjoja (Gadesmann & Miller, 2008). Kliinisessä työssä puheterapeutit käyttävät tyypillisimmin näitä mittaustapoja, mutta myös muita muunnelmia diadokokinesian mittaamiseen on olemassa (Gadesmann & Miller, 2008; Karlsson ym., 2020).

Diadokokinesiasta voidaan arvioida artikulaatioliikkeiden tarkkuutta, nopeutta ja rytmiä (Freed, 2012, s. 55, 64–65). Testauksessa tyypillisesti käytetyt /pa/-, /ta/- ja /ka/-tavut tuovat ilmi leuan, huulten ja kielenkärjen sekä -kannan liikkeiden rytmisyyden ja nopeuden (Duffy, 2020, s. 74; Karlsson ym., 2020). SMR-tehtävässä arvioidaan tutkittavan koartikulaatiota eli kykyä yhdistää artikulaatioelinten tuottamia liikkeitä sujuvasti toisiinsa (Duffy, 2020, s. 75). Huomiota tulisi kiinnittää myös seuraaviin hypokineettiselle dysartrialle ominaisiin puheen piirteisiin: artikulaation epätarkkuuteen, liikelaajuuksien kaventumiseen sekä tavujen ja äänteiden puuttumiseen tai keskinäiseen sekoittumiseen (Freed, 2012, s. 75–76). Lisäksi diadokokinesiasta voidaan havainnoida tutkittavan äänentuottokykyä ja hengitystä (Duffy, 2020, s. 74).

SMR-tehtävästä suoriutumista voidaan arvioida sekä määrällisesti että laadullisesti (Gadesmann & Miller, 2008). Tyypillisesti suoriutumista mitataan maksimaalisen tavutoistonopeuden avulla, joka on puhetempoa kuvaava muuttuja (Icht & Ben-David, 2018; Karlsson ym., 2020) Laadullista analyysia voidaan tehdä esimerkiksi tutkittavan artikulaatiosta sekä tehtävässä esiintyvistä tavu- ja äännetason sujumattomuuksista (Freed, 2012, s. 75–76; Gadesmann & Miller, 2008).

Kansainvälisissä tutkimuksissa maksimaalinen tavutoistonopeus on tyypillisesti mitattu puhenopeuden laskukaavalla (ks. esim. Diepeveen, van Haaften, Terband, de Swart, & Maassen, 2019; Nishio & Niimi, 2006; Tjaden & Watling, 2003), mutta myös artikulaationopeuden laskukaavaa käytetään (Karlsson ym., 2020). Puhenopeus mittaa tietyssä ajassa tuotetun puheen määrää ja siihen vaikuttavat artikulaatioon kulunut aika sekä suorituksessa esiintyneiden taukojen ja sujumattomuuksien yhteiskesto (Jacewicz, Fox, & O'Neill, 2009). Puolestaan artikulaationopeus huomioi mittauksessa vain sen puheajan, joka on kulunut varsinaisen puhunnoksen tuottamiseen. Se ei siis ota huomioon puheessa esiintyviä taukoja tai sujumattomuuksia. Maksimaalisen tavutoistonopeuden ilmaisuun käytetyt mittasuureet vaihtelevat, mikä tulee ottaa huomioon tutkimustuloksia tulkittaessa (Icht & Ben-David, 2018). Usein käytetään kuitenkin tuotettujen tavujen määrää per sekunti (tavuja/s) sekä aikaa, joka kuluu annetun tavujaksomäärän tuottamiseen (s/tavujaksot) (Icht & Ben-David, 2018; Kent ym., 1987).

SMR-tehtävästä mitattua maksimaalista tavutoistonopeutta tulisi mahdollisuuksien mukaan verrata aina samasta ikäryhmästä ja samalla kielellä kerättyyn normiaineistoon (Icht & Ben-David, 2014; Icht & Ben-David, 2018; Knuijt, Kalf, Van Engelen, Geurts, & de Swart, 2019). On esimerkiksi todettu, että SMR-tehtävästä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus hidastuu noin 60–85 ikävuodesta eteenpäin neurologisesti terveillä henkilöillä (Icht & Ben-David, 2014; Knuijt ym., 2019; Pierce, Cotton, & Perry, 2013). Lisäksi näyttäisi siltä, tutkittavan käyttämä kieli vaikuttaa suoriutumiseen, vaikka tutkimusta aiheesta on vielä jokseenkin vähän (Icht & Ben-David, 2014). Puolestaan sukupuolella ei ole todettu olevan johdonmukaista yhteyttä maksimaaliseen tavutoistonopeuteen SMR-tehtävässä (ks. Icht & Ben-David, 2014; Knuijt ym., 2019; Pierce ym., 2013; Staiger, Schölderle, Brendel, & Ziegler, 2017).

Vaikka etenkin AMR-tehtävä on todettu sensitiiviseksi menetelmäksi hypokineettisen dysartrian arvioinnissa, myös SMR-tehtävä on hyödyllinen puhemotoriikan tutkimuksessa (Duffy, 2020, s. 76, 165; Freed, 2012, s. 180). SMR-tehtävällä voidaan tutkia tarkemmin erityisesti puheen motorista suunnittelua ja ohjelmointia. Kun tiedetään, että hypokineettisen dysartrian taustalla olevat

vauriomekanismit vaikuttavat laajasti juuri puhemotoriseen suunnitteluun, ohjelmointiin ja kontrolliin, SMR-tehtävän teettäminen on suositeltavaa Parkinsonin tautia sairastavan henkilön puheen arvioinnissa.

2.3.2 Diadokokinesian muutokset Parkinsonin taudissa

Parkinsonin tautia sairastavien suoriutumista diadokokinesiasta ei ole tiettävästi tutkittu Suomessa kuin yhdessä kandidaatintutkielmassa (ks. Kosin, 2020). Puolestaan muissa maissa tehtyä tutkimusta aiheesta on runsaasti, mutta muun muassa tutkittujen muuttujien määritelmät ja siten myös tulokset ovat vaihtelevia. Tulosten vaihtelun syynä voi olla myös pienet tutkimusaineistot sekä tutkimuksissa käytetyt erilaiset diadokokinesian testaus- ja mittausmenetelmät. Suuressa osassa tutkimuksia ei ole myöskään raportoitu, onko maksimaalinen tavutoistonopeus mitattu puhe- vai artikulaationopeutena, mikä hankaloittaa tulosten vertaamista. Lisäksi maksimaaliseen tavutoistonopeuteen vaikuttaa diadokokinesia-tehtävän aikana tuotettujen taukojen kesto (Jacewicz ym., 2009), jotka on tyypillisesti määritelty yli 100–250 millisekunnin kestoisiksi. Näin ollen myös tutkimusten välinen vaihtelu taukojen keston määrittelyssä vaikeuttaa tulosten vertailua.

Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden SMR-tehtävässä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus on yleensä neurologisesti terveitä puhujia hitaampi (esim. Novotný ym., 2014; Tjaden & Watling, 2003; taulukko 1). On myös todettu, että Parkinson-potilaat, joilla on hypokineettinen dysartria, maksimaalinen tavutoistonopeus on AMR-tehtävässä ei-hypokineettistä ryhmää hitaampi (Wong ym., 2012; taulukko 1). Parkinsonin tautia sairastavilla havaittu maksimaalisen tavutoistonopeuden muutos on kuitenkin harvassa tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevä, mikä viittaa siihen, että havaitut erot neurologisesti terveisiin ovat yleensä pieniä. Lisäksi onkin tutkimuksia, joissa eroa terveiden maksimaalisiin tavutoistonopeuksiin ei ole todettu, mutta nämä ovat koskeneet AMR-tehtävää (ks. Ackermann ym., 1995; Ackermann ym., 1997; Ziegler, 2002). Muissa Parkinsonin tautia ja diadokokinesiaa koskeneissa tutkimuksissa on raportoitu muun muassa tavutoiston epärytmisyyttä, tavutoistonopeuden kasvua erityisesti tehtävän loppua kohden sekä artikulaation epätarkkuutta (ks. esim. Karlsson & Hartelius, 2019; Rusz ym., 2015; Skodda, 2011; Skodda, Flasskamp, & Schlegel, 2010).

Taulukko 1. Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien maksimaaliset tavutoistonopeudet diadokokinesian AMR- ja SMR-tehtävissä.

Tutkija(t) ja maa	Tutkittavat (N)	Diadokokinesian osatehtävä	Tulokset *MMR (tavua/s)* *ka ± kh*	Suoriutumisen muutos PT-ryhmässä
Novotný ym., 2014 tšekki	PT: 24 NT: 46	SMR /pataka/	PT 6,69 ± 0,88 NT 7,74 ± 0,65	MRR ↓[1]
Skodda, 2015 englanti	PT: 50 NT: 32	AMR, SMR /pa/, /pati/	AMR+SMR: PT 4,3 ± 1,08 NT 3,7 ± 1,33	MRR ↑
Staiger ym., 2017 saksa	PT: 24 NT: 130	AMR /ba/, /da/	/ba/: PT 6,4 ± 0,77 NT 6,6 ± 0,80 /da/: PT 6,0 ± 0,79 NT 6,6 ± 0,95	MRR ↓
Tjaden & Watling, 2003 englanti	PT: 11 NT: 15	SMR /pataka/	PT n. 5,6 NT n. 6,6	MMR ↓[1]
Wong ym., 2012 englanti	PT: 10 (DPD: 5 NDPD: 5) NT: 6	AMR /ta/, /ka/	/ta/: DPD 3,5 ± 0,77 NDPD 4,4 ± 1,15 NT 5,1 ± 0,82 /ka/: DPD 3,8 ± 0,81 NDPD 4,3 ± 0,85 NT 4,9 ± 0,55	DPD- ja NDPD-ryhmien MRR ↓ DPD-ryhmä MRR ↓ vs. NDPD

MRR = *Maximum repetition rate* eli maksimaalinen tavutoistonopeus, PT = Parkinsonin tautia sairastavat puhujat, DPD = hypokineettinen dysartria, NDPD = ei hypokineettistä dysartriaa, NT = neurologisesti terveet puhujat, *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta, ↑ = PT-ryhmän tavutoistonopeus kasvanut, ↓ = PT-ryhmän tavutoistonopeus hidastunut, [1] = tavutoistonopeudessa havaittu ero tilastollisesti merkitsevä

Runsas sujumattomuuksien määrä voi hidastaa SMR-tehtävässä mitattua maksimaalista tavutoistonopeutta, sillä sujumattomuuksien kesto vähennetään artikulaationopeutena lasketusta puheen temposta (Jacewicz ym., 2009). Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden onkin todettu tuottavan SMR-tehtävän aikana keskimäärin 2,2 sujumattomuutta (Kosin, 2020). Näitä sujumattomuuksia ovat olleet artikulaation epätarkkuus (45 % sujumattomuuksista), tavujen tai äänteiden omissio (27 %), perseveraatio (14 %), ja intruusio (SMR-tehtävän sääntöjen vastainen tavu

tai äänne, 14 %). Logopedian alan kirjallisuudesta ei ole löydettävissä tutkimusta, jossa olisi verrattu Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden SMR-tehtävässä tuottamien sujumattomuuksien määrää ja tyyppiä neurologisesti terveisiin.

Hoehn ja Yahr -luokitus on yksinkertainen Parkinsonin taudin kehon motoristen oireiden vaikeusasteen ja sairastuneen toimintakyvyn mittari (Goetz ym., 2004; Martikainen & Reinikainen, n.d.; ks. liite 1). Parkinson-potilaiden SMR-tehtävässä mitatun maksimaalisen tavutoistonopeuden on todettu hidastuvan neurologisesti terveisiin verrattuna merkitsevästi jo Hoehn ja Yahr -luokituksen vaikeusasteissa 2–2,5 (Novotný ym., 2014). Aiempi tutkimus on lisäksi osoittanut lievempää Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden maksimaalisen tavutoistonopeuden olevan suurempi verrattuna terveisiin puhujiin (Skodda, 2015). Näkemystä taudin vaikeusasteen ja maksimaalisen tavutoistonopeuden yhteydestä tukee myös kandidaatintutkielmassa havaittu maksimaalisen tavutoistonopeuden hidastuminen taudin vaikeusasteen kasvaessa (Kosin, 2020). Havaitut erot vaikeusasteiden välillä eivät kuitenkaan olleet selkeitä.

Tutkimuksissa käytetyt SMR-tehtävän tavusarjat vaihtelevat ja saatujen tulosten raportointi on epäjohdonmukaista. Näyttäisi myös siltä, että Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden suoriutumista on tutkittu enemmän AMR- kuin SMR-tehtävässä. Tutkimustiedon puutteista huolimatta SMR-tehtävä on laajalti puheterapeuttien käytössä hypokineettisen dysartrian arvioinnissa niin kansainvälisesti (Kent ym., 1987) kuin myös Suomessa. Suomessa diadokokinesia-tehtävästä suoriutumista ei ole kuitenkaan tutkittu riittävästi.

Aikaisempien tutkimustulosten valossa tarvitaankin kieli- ja ikäluokkakohtaista tietoa siitä, kuinka suomenkielinen tyypillisesti ja patologisesti ikääntynyt väestö suoriutuu oraalisen diadokokinesian tehtävistä (ks. Icht & Ben-David, 2014; Knuijt ym., 2019). Tämän avulla Parkinsonin tautiin ja hypokineettiseen dysartriaan liittyviä puheen muutoksia pystyttäisiin tunnistamaan ja arvioimaan entistä luotettavammin ja varhaisemmassa vaiheessa. Lisääntyvän tutkimustiedon myötä diadokokinesiaa voitaisiin käyttää tulevaisuudessa myös taudin etenemisen ja vaikeusasteen mittarina.

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää, millaisia puheen muutoksia suomenkielisillä Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä ilmenee diadokokinesian sarjallisessa tavutoistotehtävässä (SMR) tyypillisesti ikääntyneisiin puhujiin verrattuna. Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden kykyä suoriutua tehtävästä ei ole tiettävästi tutkittu suomalaisväestössä kuin yhdessä kandidaatintutkielmassa (ks. Kosin, 2020). Myöskään siitä, kuinka neurologisesti terveet ikääntyvät suoriutuvat SMR-tehtävästä, ei ole saatavilla suomalaista tutkimustietoa.

Tämä tutkimus tarjoaakin tietoa Parkinsonin taudin vaikeusasteeseen ja hypokineettiseen dysartriaan liittyvistä puheen muutoksista, joita tarkastellaan maksimaalisen tavutoistonopeuden sekä SMR-tehtävässä tuotettujen sujumattomuuksien määrän ja tyyppien avulla. Lisäksi tutkimus tarjoaa tyypillisesti ikääntyneiltä mitattuja alustavia viitearvoja tehtävästä suoriutumiseen. Tutkimuksesta hyötyvät erityisesti kliinistä työtä tekevät puheterapeutit, jotka arvioivat hypokineettistä dysartriaa diadokokinesian SMR-tehtävän avulla. Tämän tutkimuksen taustalla onkin tarve lisätä SMR-tehtävän luotettavuutta hypokineettisen dysartrian ja siten myös Parkinsonin taudin diagnosoinnissa, sekä näiden vaikeusasteen ja etenemisen mittarina.

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mikä on Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden maksimaalinen tavutoistonopeus (tavua/s) SMR-tehtävässä?
2. Kuinka paljon ja minkä tyyppisiä sujumattomuuksia Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä ilmenee SMR-tehtävässä?
3. Onko Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden maksimaalisella tavutoistonopeudella ja sujumattomuuksien määrällä yhteyttä?
4. Eroaako Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden suoriutuminen SMR-tehtävässä neurologisesti terveistä ikääntyneistä puhujista? Jos eroaa, minkälaisia nämä erot ovat?
5. Eroaako Hoehn ja Yahr -luokituksella arvioituna lievää (1–1,5: toispuolinen oireisto – toispuolinen oireisto ja ryhtimuutos) Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden suoriutuminen SMR-tehtävässä keskivaikeaa (2–4: molemminpuolinen oireisto ilman tasapainovaikeuksia – vaikeasti invalidisoitunut, pystyy kävelemään tai seisomaan ilman apua) tautia sairastavista? Entä eroaako näiden ryhmien suoriutuminen neurologisesti terveiden suoriutumisesta? Jos eroaa, minkälaisia nämä erot ovat?

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkittavien valinta

Tämä tutkimus oli osa vuonna 2018 alkanutta *Kuuluva ääni* -tutkimushanketta, jonka aineistosta valikoitiin mukaan Parkinsonin tautia sairastavat tutkimushenkilöt (n = 19). Neurologisesti terveet puhujat rekrytoitiin osittain itse tutkijan toimesta (n = 11), ja osa aineistosta saatiin valmiiksi kerättynä *Puhesignaalin piirteet terveillä puhujilla* -tutkimushankkeesta (n = 9). Näin ollen tutkimukseen osallistui yhteensä 39 tutkittavaa, jotka muodostivat kaksi tutkimusryhmää: Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt (PT-ryhmä, n = 19) ja neurologisesti terveet henkilöt (NT-ryhmä, n = 20).

Tutkimushankkeiden aineistot kerättiin Tampereen yliopiston tiloissa. Aineiston keräsi logopedian tutkinto-ohjelman henkilökunta, logopedian opiskelijat sekä Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijat vuosina 2018 ja 2020. Tutkijan itse rekrytoimien NT-ryhmän tutkittavien aineisto kerättiin vuoden 2020 syksyn ja talven aikana tutkittavien kotona sekä Iitin lukion tiloissa. Molempien tutkimusryhmien sisäänotto- ja poissulkukriteerit on koottu taulukkoon 2. Kaikki tutkittavat valittiin harkinnanvaraisella otannalla, joka perustui raportoituihin taustatietoihin.

Taulukko 2. Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

	Sisäänottokriteerit	**Poissulkukriteerit**
Parkinsonin tautia sairastavat puhujat	• Äidinkieli suomi • Diagnosoitu idiopaattinen Parkinsonin tauti • Parkinsonin hoitomuotona dopamiinilääkitys	• Mini Mental State Examination -seulan (MMSE) pisteet <25 • Parkinsonin hoitomuotona aivostimulaattori (DBS) • Änkytys
Neurologisesti terveet puhujat	• Äidinkieli suomi • Ikä max. ± 20 vuotta Parkinsonin tautia sairastavien iän keskiarvosta	• Mini Mental State Examination -seulan (MMSE) pisteet <25 • Etenevä neurologinen sairaus • Suun tai kaulan alueen syöpä • Puheen motorinen tai kielellinen häiriö

PT- ja NT-ryhmissä oli saman verran mies- ja naistutkittavia, mutta iältään NT-ryhmän tutkittavat olivat keskimäärin PT-ryhmää nuorempia (taulukko 3). Kaikkien tutkittavien muistitoimintoja arvioitiin Mini Mental State Examination -seulalla (MMSE) (Muistipotilaan arviointi ja arvioinnin työkalut, 2016). Seula kartoittaa muistitoimintojen ohella muun muassa tutkittavan orientaatiota sekä kielellisiä kykyjä. Sisäänottokriteeriksi päätettiin vähintään 25 pisteen tulos MMSE-seulasta (maksimipisteet 30): tällä pyrittiin poissulkemaan mahdolliset kielellisiin toimintoihin vaikuttavat häiriöt, kuten dementia. NT-ryhmän tutkittavat pyrittiin valitsemaan vastaamaan PT-ryhmän tutkittavien sukupuolta ja ikää. Tutkittavien rekrytoinnissa esiintyneiden hankaluuksien vuoksi kaikkien tutkittavien ikää ei kuitenkaan pystytty sovittamaan Parkinsonin tautia sairastaviin henkilöihin. Lisäksi yhden neurologisesti terveen puhujan aineisto jouduttiin poistamaan analyysista puhetallenteen hälyisyyden vuoksi, koska tavujen ja äänteiden rajoja ei pystytty segmentoimaan tarpeeksi tarkasti. Näin ollen NT-ryhmän aineisto koostui 19 tutkittavan puhenäytteistä.

Taulukko 3. PT- ja NT-ryhmien sukupuolijakauma ja ikä aineistonkeruuvuotena. Taulukossa analyysiin hyväksyttyjen tutkittavien otos (N = 38).

NT- ja PT-ryhmä		**PT-ryhmä**	**NT-ryhmä**
		Ikä (vuotta)	**Ikä (vuotta)**
Nainen (molemmat ryhmät n = 10)	*ka* ± *kh* *vv* *md*	66,0 ± 9,55 48–77 68	61,0 ± 4,74 52–67 62
Mies (molemmat ryhmät n = 9)	*ka* ± *kh* *vv* *md*	71,2 ± 6,44 62–82 70	63,7 ± 8,63 55–77 60
Koko tutkimusryhmä (molemmat ryhmät n = 19)	*ka* ± *kh* *vv* *md*	68,5 ± 8,44 48–82 70	62,3 ± 6,80 52–77 62

PT-ryhmä = Parkinsonin tautia sairastavat puhujat, NT-ryhmä = neurologisesti terveet puhujat, *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta, *vv* = vaihteluväli, *md* = mediaani

PT-ryhmän toimintakykyä ja kehon motoristen oireiden vaikeusastetta arvioitiin UPDRS-Fin -asteikkoon (*Unified Parkinson's Disease Rating Scale*, suomenkielinen versio) sisältyvän modifioidun Hoehn ja Yahr -luokituksen avulla (Goetz ym., 2004; Martikainen & Reinikainen, n.d.; liite 1). Tutkittavien Hoehn ja Yahr -luokitus vaihteli välillä 1–4 (*ka* n. 2 = molemminpuolinen

oireisto ilman tasapainovaikeuksia, *kh* = 0,99). Kaikki PT-ryhmän tutkittavat olivat aineistonkeruuhetkellä Parkinsonin taudin dopamiinilääkityksen vaikutuksen alaisena (lääkityksen ON-vaihe). PT-ryhmän tutkittavista 14:llä esiintyi vapinaa ja 17:llä lihasten rigiditeettiä. PT-ryhmän taustatiedot on koottu tutkimushenkilöittäin liitteeseen 2.

Parkinson-ryhmä jaettiin edelleen taudin vaikeusasteen pohjalta kahteen ryhmään: lievää tautia sairastaviin, joiden Hoehn ja Yahr -luokitus vaihteli välillä 1–1,5 (ryhmä A, n = 11) ja keskivaikeaa tautia sairastaviin, joiden luokituksen vaihteluväli oli 2–4 (ryhmä B, n = 8) (taulukko 4). Ryhmä A koostui viidestä naistutkittavasta ja kuudesta miestutkittavasta, joiden ikä oli keskimäärin 67,5 vuotta (*kh* = 8,00, *vv* = 53–82, *md* = 66 v.). Ryhmässä B sukupuolijakauma oli viisi naistutkittavaa ja kolme miestutkittavaa. Heidän ikänsä oli keskimäärin 69,9 vuotta (*kh* = 9,36, *vv* = 48–77, *md* = 73 v.).

Taulukko 4. Ryhmien A ja B taudin vaikeusaste Hoehn ja Yahr -luokituksella arvioituna sekä diagnoosista kulunut aika aineistonkeruuvuotena (2018).

Tutkimusryhmä	*Hoehn ja Yahr -luokitus			Diagnoosista kulunut aika (vuotta)		
	ka ± kh	***vv***	***md***	***ka ± kh***	***vv***	***md***
Ryhmä A (n = 11)	1,2 ± 0,25	1–1,5	1	5,5 ± 4,46	0–15	6
Ryhmä B (n = 8)	2,8 ± 0,89	2–4	2,5	4,4 ± 2,26	2–8	4,5

Ryhmä A = Parkinsonin taudin vaikeusaste lievä, ryhmä B = Parkinsonin taudin vaikeusaste keskivaikea, * = Hoehn ja Yahr -luokitus nähtävillä liitteessä 1

4.2 Aineiston tallennus ja muodostaminen

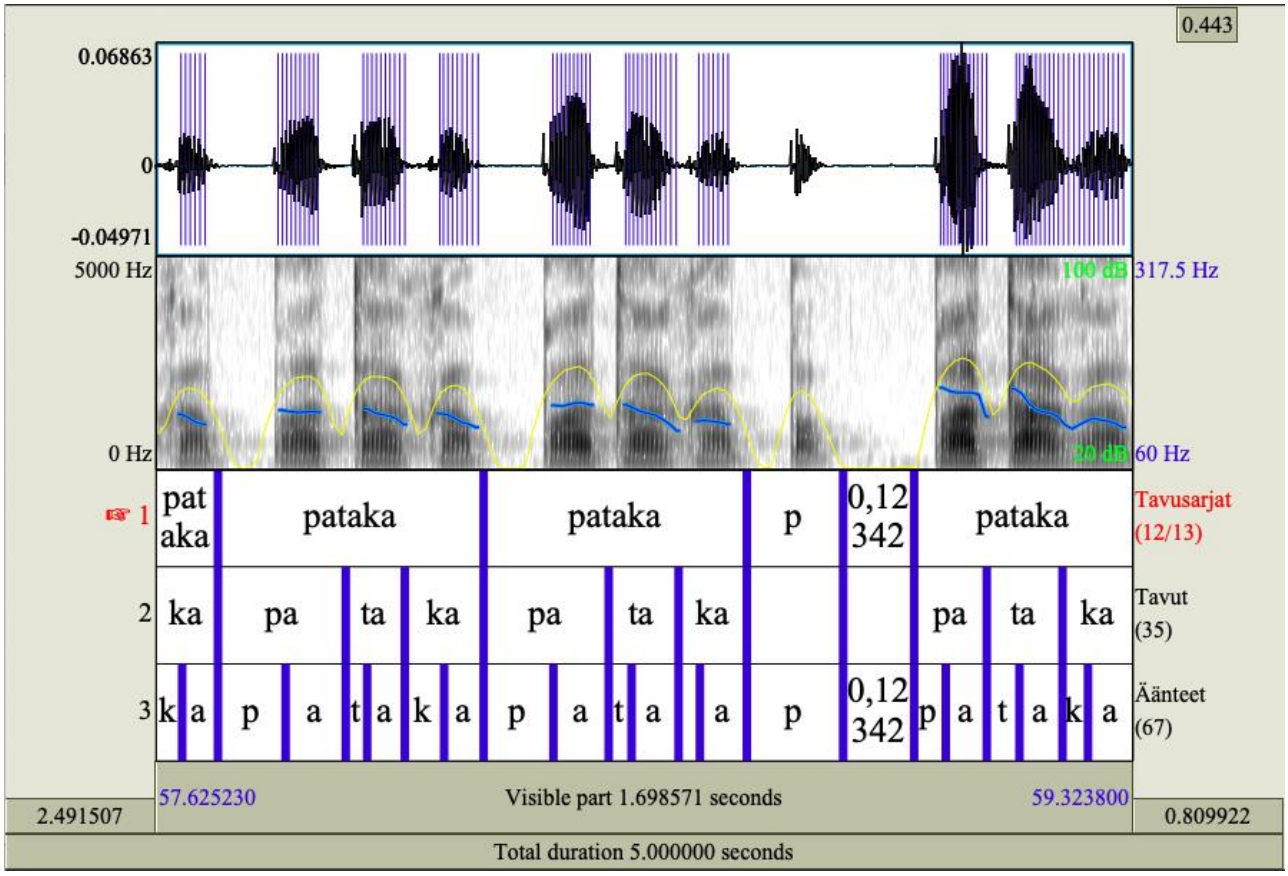
Tutkittavat tuottivat sekä diadokokinesian AMR- että SMR-tehtävän, mutta tässä tutkimuksessa analysoitiin vain kykyä suoriutua SMR-tehtävästä. Siten tutkimusaineisto koostui puhetallenteista, joissa tutkittavat suorittivat SMR-tehtävän tavusarjalla /pataka/. Aikaa mitattiin sekuntikellolla ja testaaja näytti tutkittavalle merkin, kun aika oli kulunut (5 s). Tutkittaville annettiin malli tuotettavasta tavusarjasta ennen jokaisen osatehtävän alkua, ja SMR:ssa tutkittava sai paperille

kirjoitetun tekstin tuotettavasta tavusarjasta. SMR:ssa tutkittavia pyydettiin tuottamaan tavusarjaa /pataka/ mahdollisimman nopeasti ja tasaisella rytmillä. Sanatarkka ohjeistus saattoi kuitenkin vaihdella tutkittavien välillä.

Ne tutkittavat, jotka valittiin aikaisemmista tutkimushankkeista, tuottivat ensin AMR-tehtävän sekä normaalilla että maksimaalisella nopeudella. Tämän jälkeen he tuottivat SMR-tehtävän vain maksimaalisella nopeudella. Puolestaan tutkijan itse rekrytoimat neurologisesti terveet puhujat tuottivat sekä AMR- että SMR-tehtävät ainoastaan maksimaalisella nopeudella. Kaikki tutkittavat suorittivat SMR-tehtävän vain kerran, sillä tutkimuksen tarkoituksena ei ollut mitata suorituksesta toiseen esiintyviä muutoksia. Tarkemmat kuvaukset diadokokinesian tehtävänannoista ovat nähtävillä liitteessä 3. Mittausasetelmien eroista huolimatta *Puhesignaalin piirteet terveillä puhujilla* -tutkimushankkeesta valitut tutkittavat päätettiin sisällyttää tutkimuksen NT-ryhmään, sillä heidän maksimaalinen tavutoistonopeutensa ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi tutkijan itse rekrytoimien tutkittavien tuloksista (ks. luku 5.1, s. 25).

Tutkittavien puhenäytteet äänitettiin AKGC5411-pääpantamikrofonilla, joka asetettiin 45 asteen kulmaan huulen reunasta katsottuna ja neljän senttimetrin etäisyydelle tutkittavan kasvoista. Puhenäytteet tallennettiin Focusrite iTrack Solo -äänikortilla ja PC-tietokoneelle asennetulla PRAAT-ohjelmistolla (versio 6.1.06; Boersma & Weenink, 2018). Puhenäytteiden äänityksessä käytetiin 44 100 hertsin (Hz) näytteenottotaajuutta.

Aineiston analysointia varten SMR-tehtävän akustisesta signaalista poimittiin viiden sekunnin mittainen näyte. Näytteeseen sisällytettiin SMR-tehtävässä tuotettu ensimmäinen tavusarja, sillä ensimmäisten tuotosten ajatellaan ilmentävän tutkittavan yksilöllistä puhetempoa, jota tulisi pitää yllä tehtävän ajan (Skodda ym., 2010). Lisäksi näytteen poimiminen SMR-tehtävän ensimmäisen viiden sekunnin ajalta on tarkka ja helposti toistettavissa oleva mittausmenetelmä (Gadesmann & Miller, 2008). Analysoitavat näytteet rajattiin siten, että näytteen alku oli se piste, jossa tutkittava tuotti huulisulun ensimmäisen /pa/-tavun alussa. Tämä kohta pyrittiin tunnistamaan mahdollisimman tarkasti äänitallennetta kuuntelemalla ja tarkastelemalla visuaalisesti PRAAT-ohjelmiston piirtämää spektrogrammia sekä ääniaaltokuviota. Huulisulun tunnistamiseen käytettiin myös puheen intensiteettikäyrän minimiarvoa. Rajatuista puhenäytteistä (N = 38) segmentoitiin ja annotoitiin tutkittavan tuottamat tavusarjat, tavut ja äänteet (kuva 1). Lisäksi näytteistä segmentoitiin yli sadan millisekunnin kestoiset tauot, joiden aikana tutkittava ei tuottanut puhetta tai ääntä.



Kuva 1. Kuva PRAAT-ohjelmiston (versio 6.1.06) editori-ikkunasta, jossa annotoituna neurologisesti terveen tutkittavan puhenäyte.

4.3 Määrällinen ja laadullinen analyysi

Annotoiduista puhenäytteistä mitattiin maksimaalista tavutoistonopeutta puhe- ja artikulaationopeuden laskukaavoilla (tavua/s). Nopeuksien laskemista varten tutkittavilta taulukoitiin oikein ja väärin tuotettujen tavujen määrät sekä yli sadan millisekunnin kestoiset tauot (ms). Puhenopeus laskettiin käsin, mutta artikulaationopeuden laskemisessa käytettiin apuna prosodiaskriptiä (Tavi, 2019). Skripti laski artikulaationopeuden oikeista tavuista ja poisti analyysista annotaation yhteydessä segmentoidut tauot. Puhenopeus laskettiin jakamalla tutkittavan oikein tuottamien tavujen lukumäärä SMR-tehtävän suorittamiseen annetulla ajalla (5 s). Maksimaalinen tavutoistonopeus raportoitiin tavujen määränä sekunnissa (tavua/s).

Tyypillisesti puhenopeus sisältää kaikki puhenäytteessä ilmenevät sujumattomuudet, kuten virheelliset tuotokset (Jacewicz ym., 2009). Tässä tutkimuksessa päädyttiin kuitenkin käyttämään vain oikein tuotettuja tavuja, jotta muun muassa taukojen vaikutus maksimaaliseen

tavutoistonopeuteen tulisi selvemmin esille puhenopeutena lasketuissa arvoissa. Menetelmällisistä syistä viiden sekunnin aikaikkunan vuoksi kesken jäänyt tavu tulkittiin virheelliseksi maksimaalisen tavutoistonopeuden laskuissa. Jatkossa viittaan puhenopeutena laskettuun maksimaaliseen tavutoistonopeuteen maksimaalisena puhenopeutena ja artikulaationopeutena laskettuun tavutoistonopeuteen maksimaalisena artikulaationopeutena. Puhuttaessa molemmista, artikulaationopeutena sekä puhenopeutena lasketuista nopeuksista, käytän termiä maksimaalinen tavutoistonopeus.

Oikeaksi tavujaksoksi tulkittiin tuotokset, joissa tutkittava toisti SMR-tehtävän tavusarjaan (/pataka/) kuuluvat tavut oikein ja oikeassa järjestyksessä. Tavusarja nähtiin olevan oikein myös silloin, kun tavujen välissä ilmeni yli sadan millisekunnin kestoinen tauko. Virheelliseksi tavusarjaksi tulkittiin tavujakso, joka sisälsi yhden tai useamman taulukkoon 5 kootuista sujumattomuustyypeistä. Sujumattomuudet luokiteltiin tutkittava- ja tutkimusryhmäkohtaisesti.

Taulukko 5. Tutkijan määrittelemät sujumattomuustyypit SMR-tehtävässä. Esimerkit sujumattomuuksista poimittu Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden puhetallenteista. Sujumattomuudeksi tulkittu tavusarjan osa tummennettu. Notaatiomerkit nähtävillä liitteessä 4.

Sujumattomuustyyppi	Sujumattomuustyypin määritelmä	Esimerkki
Virheellinen artikulaatio	Tavu tai äänne on artikulaatioltaan epäselvä tai puutteellinen, taustalla esim. klusiilin tuottoon tarvittavan sulun heikkous	**va**ta**(k)**a pata**(k)**a
Omissio	Tavun tai äänteen poisjättö	>pa(k)a< <pata>
Toisto	Saman tavun tai äänteen tahaton toisto peräkkäin, saman tavusarjan sisällä	pa**pa**>ta**ta***ka<
Perseveraatio	Saman tavun toistuminen peräkkäin, korvaten seuraavan sääntöjen mukaisen tavun	>pata**ta**<
Intruusio	Sääntöjen vastainen tavu, kuten aikaisemmin tavusarjassa esiintyneen tavun toistuminen tai tehtävään kuulumaton, ylimääräinen tavu	pataka **ta** pataka **ta**

Sujumattomuudet luokiteltiin viiteen tutkijan itse määrittelemään tyyppiin: virheelliseen artikulaatioon, omissioon, toistoon, perseveraatioon ja intruusioon. Virheelliseksi artikulaatioksi tulkittiin äänteen muuntuminen toiseksi äänteeksi sekä äännökset, jotka eivät olleet tunnistettavissa suomen kielisiksi ja siten annotoitavissa. Omissioksi luokiteltiin puuttuvat SMR-tehtävän mukaiset tavut ja äänteet. Toistossa tutkittava toisti tavusarjan sisällä saman tavun vähintään kaksi kertaa peräkkäin.

Perseveraatio ja toisto erotettiin omiksi sujumattomuustyypeikseen tulkinnallisten vaikeuksien vuoksi: esimerkiksi tilanteessa, jossa tutkittava tuotti virheellisen tavusarjan /papaka/, olisi fonologinen prosessi voitu tulkita samanaikaisesti sekä tavun toistoksi että omissioksi. Siten esimerkin tyyppiset sujumattomuudet päätettiin luokitella perseveraatioksi, jotta vältyttäisiin tulkinnallisten vaikeuksien aiheuttamilta epäjohdonmukaisuuksilta aineiston analyysissa. Sujumattomuustyypiksi määriteltiin myös intruusio, sillä osalla tutkittavista ilmeni sekä tavusarjojen sisällä että välissä ylimääräisiä ja tehtävänannon vastaisia tavuja ja äänteitä.

Sujumattomuuksien laadullisen analyysin luotettavuuden takaamiseksi mitattiin sujumattomuustyyppien luokittelun yksimielisyyttä inter-rater-arvioinnilla (IRR, *inter-rater reliability*). Reliabiliteetin testaukseen osallistui tutkija ja yksi aiheiseen perehtynyt puheterapeutti-tutkija. Puheterapeutti-tutkijalle annettiin sujumattomuustyyppien analyysia varten kirjalliset ohjeet ja kymmenen tutkittavan puhenäytteet (noin 26 % näytteistä). Arvioijien yksimielisyys sujumattomuustyyppien luokittelussa oli lähes täydellinen (IRR = 98 %). Sujumattomuustyyppi, jossa esiintyi ainut erimielisyys, oli virheellinen artikulaatio.

4.4 Tilastollinen analyysi

Tilastolliseen analysointiin käytettiin IBM SPSS Statistics v. 26 Mac-ohjelmistoa. Aineistosta testattavia muuttujia olivat (1) maksimaalinen puhe- ja artikulaationopeus sekä (2) sujumattomuuksien lukumäärä kokonaisuudessaan ja (3) tyypeittäin. Aineiston normaalijakautuneisuus ja varianssien homogeenisuus varmistettiin histogrammeista, Shapiro-Wilkin testillä ja Levenen testisuureella (p > ,05). Mikäli aineisto oli normaalisti jakautunut, muuttujien arvot kuvattiin keskiarvoina; jos jakauma oli vino, käytettiin keskilukuna mediaania. Lisäksi muuttujien arvojen kuvaamiseen käytettiin molempia keskilukuja, jos vaikutti siltä, ettei mediaani tuonut tutkittavaa ilmiötä riittävästi esiin.

Tutkimusryhmien (PT- ja NT-ryhmä, ryhmät A ja B) suorituksia verrattiin parametrisella yksisuuntaisella kovarianssianalyysilla (*one-way ANCOVA*) sekä Studentin riippumattomien otosten t-testillä (Laerd Statistics, 2015a; Laerd Statistics, 2017) ja tarvittaessa ei-parametrisella Mann-Whitneyn U-testillä (Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa, Holopainen, & Pulkkinen, 2016, s. 193–194). Ei-parametrisia testejä käytettiin silloin, kun testattavan muuttujan aineisto ei ollut normaalisti jakautunut tai se sisälsi huomattavasti poikkeavia arvoja. Tilastollisten testien merkitsevyystasoksi määritettiin $p \leq ,05$.

Maksimaalisen puhenopeuden eroa PT- ja NT-ryhmien (n = 19 / n = 19) välillä testattiin yksisuuntaisella kovarianssianalyysillä (Laerd Statistics, 2017), jossa kovariantiksi valittiin tutkittavien ikä. Puolestaan maksimaalisen artikulaationopeuden sekä sujumattomuuksien ja niiden tyyppien eroa PT- ja NT-ryhmissä (n = 19 / n = 19) testattiin Mann-Whitneyn U-testillä (Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa ym., 2016, s. 193–194).

Ryhmien A (n = 11) ja B (n = 8) välisiä eroja maksimaalisessa tavutoistonopeudessa testattiin Stundentin riippumattomien otosten t-testillä (Laerd Statistics, 2015a) ja eroja sujumattomuuksien määrässä Mann-Whitneyn U-testillä (Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa ym., 2016, s. 193–194). Ryhmien välisten erojen testauksessa ei pystytty ottamaan iän mahdollista vaikutusta huomioon.

NT-ryhmän (n = 19) eroa ryhmän A (n = 11) ja B (n = 8) maksimaalisiin artikulaationopeuksiin sekä sujumattomuuksien määriin testattiin Mann-Whitneyn U-testillä (Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa ym., 2016, s. 193–194). Puolestaan maksimaalisen puhenopeuden eroja testattiin Studentin riippumattomien otosten t-testillä (Laerd Statistics, 2015a). Myöskään tässä tutkittavien iässä esiintyneitä eroja ei pystytty huomioimaan.

PT-ryhmän (n = 19) tuottamien sujumattomuuksien määrän yhteyttä maksimaaliseen artikulaationopeuteen testattiin Spearmanin korrelaatiokertoimella (Laerd Statistics, 2018b). Testaus suoritettiin vain maksimaalisella artikulaationopeudella, sillä maksimaalisen puhenopeuden ja sujumattomuuksien määrän välillä ei ollut lineaarista tai monotonista suhdetta.

Sekä tutkimusryhmien sisällä että ryhmien välillä oli eroja, jotka saattoivat vaikuttaa tuloksiin. Näitä olivat AMR-tehtävällä harjoittelu (NT-ryhmä), ikä (NT- ja PT-ryhmien sisällä ja välillä) sekä iän ja maksimaalisen artikulaationopeuden yhteys toisiinsa (kaikki tutkittavat sekä NT- ja PT-ryhmien sisällä). Näiden taustamuuttujien vaikutusta arvioitiin ennen varsinaista tutkimusta Mann-Whitneyn

U-testillä (Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa ym., 2016, s. 193–194), Pearsonin korrelaatiokertoimella (Laerd Statistics, 2018a; Nummenmaa ym., 2016, s. 215–218) ja Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella (Laerd Statistics, 2018b; Nummenmaa ym., 2016, s. 221–224). Taustamuuttujien testauksen merkitsevyystasoksi määritettiin $p \leq ,05$.

AMR-tehtävällä harjoittelun vaikutusta päädyttiin testaamaan siitä syystä, että SMR-tehtävässä mitatun maksimaalisen tavutoistonopeuden on todettu kasvavan harjoittelun myötä (Gadesmann & Miller, 2008). NT-ryhmän tutkittavista yhdeksän harjoitteli hitaasti AMR-tehtävällä ennen SMR-tehtävää (*Puhesignaalin piirteet terveillä puhujilla* -tutkimushanke) ja kymmenen ei. Testattavaksi muuttujaksi valittiin maksimaalinen artikulaationopeus, sillä tässä esiintyi puhenopeutta enemmän variaatiota tutkittavien välillä. Ikäeron merkitsevyyttä puolestaan testattiin, koska NT-ryhmän tutkittavat (n = 19) olivat sekä keskimäärin että mediaaniltaan nuorempia kuin PT-ryhmän (n = 19) tutkittavat (NT-ryhmä: *ka* = 62,3, *md* = 62 v. / PT-ryhmä: *ka* = 68,5, *md* = 70 v.). Näiden edellä mainittujen taustamuuttujien mahdollista vaikutusta testattiin Mann-Whitneyn U-testillä (Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa ym., 2016, s. 193–194).

Tutkimuksessa päädyttiin testaamaan myös maksimaalisen artikulaationopeuden yhteyttä tutkittavien ikään, sillä maksimaalisen tavutoistonopeuden on todettu hidastuvan ikääntymisen myötä (ks. esim. Icht & Ben-David, 2014; Knuijt ym., 2019; Pierce ym., 2013). Kaikkien tutkittavien (N = 38) maksimaalisen artikulaationopeuden ja iän yhteyttä testattiin Pearsonin korrelaatiokertoimella (Laerd Statistics, 2018a; Nummenmaa ym., 2016, s. 215–218). Aineisto sisälsi poikkeavia arvoja, jotka sisällytettiin analyysiin, sillä otanta nähtiin riittävän suureksi ja poikkeavien arvojen vaikutus oletettiin vähäiseksi. Maksimaalisen artikulaationopeuden ja iän yhteyttä testattiin erikseen PT- ja NT-ryhmissä (n = 17 / n = 19) Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella (Laerd Statistics, 2018b; Nummenmaa ym., 2016, s. 221–224). PT-ryhmän testauksessa jouduttiin poistamaan kahden tutkittavan aineisto, joiden ikä poikkesi muista tutkittavista huomattavasti (analyysista poistetut tutkittavat PN8: 48 v. ja PN5: 53 v.).

4.5 Tutkimuksen eettisyys

Tämä pro gradu -tutkimus oli osa Tampereen yliopiston logopedian tutkinto-ohjelman *Kuuluva ääni*-hanketta, jonka eettisyys on arvioitu vuonna 2018 Tampereen yliopiston ihmistieteiden eettisessä toimikunnassa. *Kuuluva ääni* -hankkeen tutkimuksia varten on tehty tietosuojailmoitus Tampereen

yliopistolle. Hankkeesta rekrytoidut PT-ryhmän tutkittavat (n = 19) olivat antaneet vapaaehtoisen ja kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta. *Kuuluva ääni* -hankkeen tutkittaville jaettiin tutkimustiedotetta vuoden 2018 aikana Pirkanmaan puheterapeuttien, Parkinson-liiton ja Tampereen yliopistollisen sairaalan (Tays) järjestämän Parkinsonin tautia koskeneen ensitietopäivän kautta.

Puhesignaalin piirteet terveillä puhujilla -tutkimushankkeen NT-ryhmän tutkittavat (n = 9) antoivat kirjallisen suostumuksensa osallistumisesta ja puhenäytteiden jatkokäytöstä. Tutkimushankkeeseen osallistuneita tiedotettiin tutkimuksesta muun muassa Facebookin kautta. Tutkijan itse keräämän aineiston (n = 11) tutkittavat antoivat kirjallisen suostumuksensa tähän pro gradu -tutkimukseen. Potentiaalisille tutkittaville jaettiin tutkimustiedote ja suostumuslomake vuoden 2020 aikana (liite 5). Lisäksi aineistonkeruun yhteydessä tutkittavat saivat nähtäväkseen tutkimuksen tietosuojailmoituksen. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista.

Kaikilta tutkittavilta (N = 39) kerättyjä puhetallenteita sekä tausta- ja testitietoja säilytettiin tutkimuksen teon ajan erillisessä kansiossa ja muistitikulla. Aineiston analyysivaiheessa jokainen tutkittava anonymisoitiin kirjain- ja numeroyhdistelmin, eikä yksilöiviä tunnistetietoja raportoitu tässä tutkimuksessa. Kerättyä aineistoa säilytettiin erillisessä kansiossa ja muistitikulla tutkijan kotona ja siihen oli pääsy ainoastaan tutkijalla itsellään ja tarvittaessa pro gradun ohjaajalla. Tutkittavien tiedot ja puhetallenteet tuhottiin aineiston analyysin valmistuttua. Tutkimuksessa noudatettiin ihmistieteiden hyvän tieteellisen käytännön periaatteita (ks. Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019).

5 TULOKSET

5.1 Taustamuuttujien vaikutuksen arviointi

Tutkimuksen taustamuuttujia olivat AMR-tehtävällä harjoittelu NT-ryhmässä, PT- ja NT-ryhmien ikäero sekä maksimaalisen artikulaationopeuden yhteys ikään, joiden vaikutusta tutkimuksen tuloksiin arvioitiin tilastollisin analyysein. Testaus osoitti, ettei maksimaalinen artikulaationopeus eronnut tilastollisesti merkitsevästi NT-ryhmän tutkittavien välillä ($U = 62$, $p = ,182$) AMR-tehtävällä saadun harjoittelun vaikutuksesta. Näin ollen myös ne neurologisesti terveet puhujat (n = 9), jotka olivat harjoitelleet hitaasti AMR-tehtävällä ennen maksimaalisella nopeudella tuotettua SMR-tehtävää, sisällytettiin tutkimukseen.

Puolestaan PT- ja NT-ryhmien (n = 19 / n = 19) iän mediaanit erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ($U = 267$, $p = ,011$) ja näin ollen tutkittavien ikää päätettiin kontrolloida satunnaismuuttujana PT- ja NT-ryhmien maksimaalisen tavutoistonopeuden testauksessa. Maksimaalisen artikulaationopeuden analyysissa tutkittavien ikää ei kuitenkaan pystytty ottamaan huomioon, minkä vuoksi näiden muuttujien välistä yhteyttä testattiin erikseen. Kaikkien tutkittavien (N = 38) maksimaalisen artikulaationopeuden ja iän välillä oli tilastollisesti suuntaa antava, heikko negatiivinen korrelaatio ($r(36) = -,29$, $p = ,073$). Ikä selitti tilastollisesti noin yhdeksän prosenttia maksimaalisen artikulaationopeuden vaihtelusta kaikilla tutkittavilla. NT-ryhmän (n = 19) maksimaalisen artikulaationopeuden ja iän välillä todettiin puolestaan voimakkuudeltaan kohtalainen negatiivinen korrelaatio, joka oli tilastollisesti merkitsevä ($r_s(17) = -,481$, $p = ,037$). Myös PT-ryhmässä (n = 17) muuttujien välillä oli kohtalainen negatiivinen korrelaatio ja yhteys oli tilastollisesti suuntaa antava ($r_s(15) = -,446$, $p = ,073$).

5.2 SMR-tehtävässä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus

Maksimaalinen tavutoistonopeus ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi PT- ja NT-ryhmien välillä ($p > ,05$). PT-ryhmän (n = 19) maksimaalinen tavutoistonopeus oli kuitenkin keskimäärin hieman NT-ryhmää (n = 19) hitaampi, kun iän mahdollista vaikutusta ei otettu huomioon (taulukko 6). PT-

ryhmässä esiintyi kuitenkin yksilöllistä vaihtelua taudin vaikeusasteesta riippuen, mikä tuli ilmi ryhmien A (n = 11) ja B (n = 8) vertailussa keskenään sekä verrattuna NT-ryhmään.

Taulukko 6. PT- ja NT-ryhmien maksimaalisen tavutoistonopeudet SMR-tehtävässä. Maksimaalisen artikulaationopeuden jakauma oli vino, minkä vuoksi taulukossa on esitetty muuttujan keskiarvo ja mediaani.

Tutkimusryhmä	Maksimaalinen puhenopeus (tavua/s)			Maksimaalinen artikulaationopeus (tavua/s)			
	ka	***kh***	***vv***	***ka***	***kh***	***md***[1]	***vv***
PT-ryhmä (n = 19)	6,4	0,85	4,6–8,2	7,0	1,00	7,05	4,7–8,8
NT-ryhmä (n = 19)	6,8	0,85	5,4–8,4	7,1	0,98	6,90	5,4–9,8

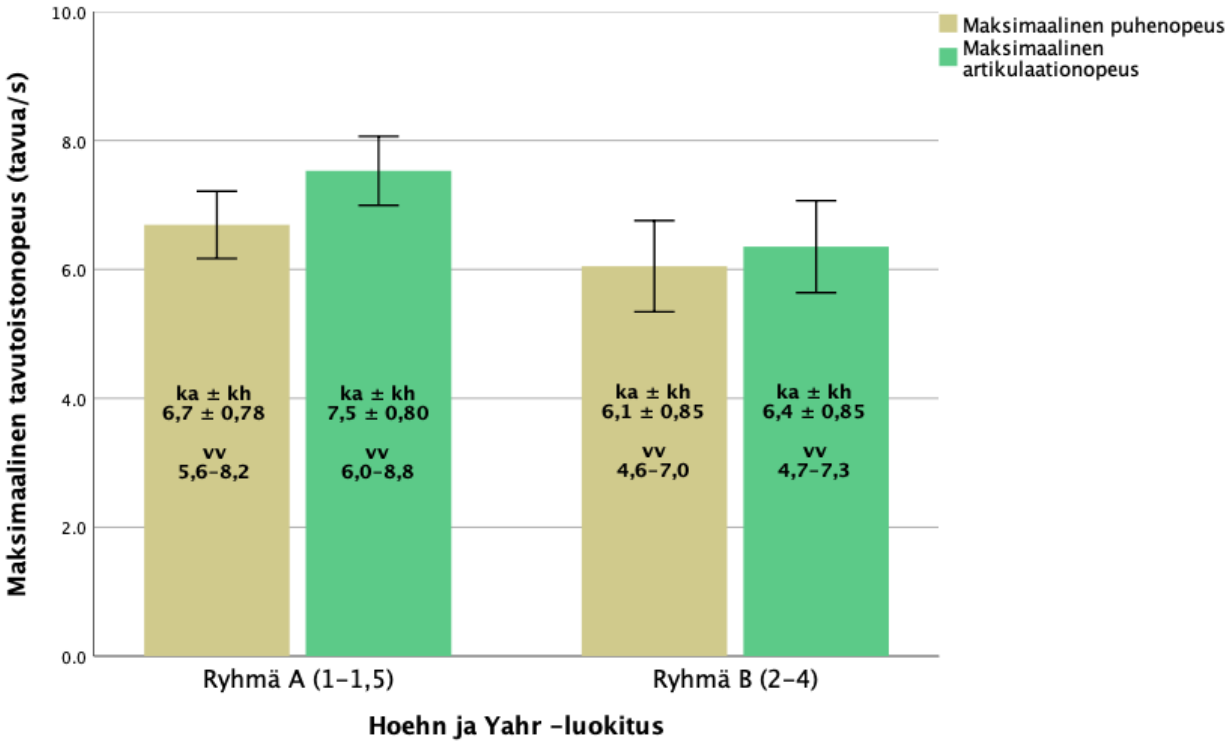
PT-ryhmä = Parkinsonin tautia sairastavat puhujat, NT-ryhmä = neurologisesti terveet puhujat, *ka* = keskiarvo, *kh*= keskihajonta, *vv* = vaihteluväli, *md* = mediaani, [1] = muuttujan jakauma vino

PT- ja NT-ryhmä. Kun tutkittavien ikä otettiin huomioon, NT-ryhmän (n = 19) maksimaalinen puhenopeus oli keskimäärin hieman nopeampi (*ka* = 6,8 tavua/s) kuin PT-ryhmän (n = 19, *ka* = 6,5 tavua/s). Ero ryhmien välillä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä ($F(1,35) = ,558$, $p = ,46$, osittainen $\eta^2 = ,016$). PT-ryhmässä esiintyi suurempaa vaihtelua maksimaalisessa puhenopeudessa kuin NT-ryhmässä (taulukko 6).

PT-ryhmän (n = 19) maksimaalisen artikulaationopeuden mediaani oli hiukan korkeampi (mediaanien erotus 0,15 tavua/s) kuin NT-ryhmällä (n = 19). Ero ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($U = 179$, $p = ,965$). Maksimaalisen artikulaationopeuden vaihteluväli oli molemmissa tutkimusryhmissä laaja (taulukko 6). Ryhmien välisessä tilastollisessa vertailussa ei kuitenkaan voitu ottaa huomioon sitä, että ryhmät eivät vastanneet toisiaan iältään.

A- ja B-ryhmä. A-ryhmän (lievä Parkinson, n = 11) maksimaalinen tavutoistonopeus oli keskimäärin nopeampi kuin B-ryhmän (keskivaikea Parkinson, n = 8) (kuvio 2). A- ja B-ryhmät eivät kuitenkaan eronneet toisistaan maksimaalisessa puhenopeudessa ($t(17) = 1,711$, $p = ,105$, $d = ,24$), mutta puolestaan maksimaalisessa artikulaationopeudessa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien

välillä ($t(17) = 3{,}088$, $p = ,007$, $d = ,46$). Lisäksi A-ryhmässä maksimaalisen tavutoistonopeuden vaihtelu oli hieman suurempaa kuin B-ryhmässä (kuvio 2).



Kuvio 2. Keskiarvoiset maksimaaliset tavutoistonopeudet lievässä (A) ja keskivaikeassa (B) Parkinsonin taudissa. Pylväisiin merkitty ryhmille lasketut keskiarvot (*ka*), keskihajonnat (*kh*), vaihteluvälit (*vv*). Hoehn ja Yahr -luokitus nähtävillä liitteessä 1.

A- ja NT-ryhmä. Puhenopeuden keskiarvoinen ero (0,1 tavua/s) A- ja NT-ryhmässä ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($t(28) = ,382$, $p = ,705$, $d = ,50$). Sen sijaan A-ryhmän (n = 11) maksimaalinen artikulaationopeus oli keskimäärin nopeampi (*ka* = 7,5 tavua/s) kuin NT-ryhmän (n = 19, *ka* = 7,1 tavua/s), mutta maksimaalisten artikulaationopeuksien mediaanit (A-ryhmä: *md* = 7,6 / NT-ryhmä: *md* = 6,8 tavua/s) eivät kuitenkaan eronneet toisistaan ($U = 73$, $p = ,175$).

B- ja NT-ryhmä. NT-ryhmän (n = 19) maksimaalinen puhenopeus (*ka* = 6,8 tavua/s) oli merkitsevästi suurempi kuin B-ryhmän (n = 8, *ka* = 6,1 tavua/s) ($t(25) = 2{,}121$, $p = ,044$, $d = ,57$). Puolestaan maksimaalisessa artikulaationopeudessa NT- ja B-ryhmien mediaanien ero (*md* = 6,8 / *md* = 6,4 tavua/s) oli tilastollisesti suuntaa antava ($U = 43$, $p = ,08$).

5.3 Sujumattomuudet SMR-tehtävässä

PT- ja NT-ryhmä. PT-ryhmässä (n = 19) ilmeni enemmän sujumattomuuksia kuin NT-ryhmässä (n = 19) (taulukko 7). Ryhmät erosivat toisistaan kuitenkin vain yhden sujumattomuuden verran (PT-ryhmä *md* = 1, NT-ryhmä *md* = 0). Sujumattomuuksien määrän mediaanien ero tutkimusryhmissä oli suuntaa antava (U = 119,5, p = ,054).

Taulukko 7. SMR-tehtävän aikana ilmenneiden sujumattomuuksien määrä PT- ja NT-ryhmissä. Sujumattomuuksien arvot ovat esitetty keskiarvona ja mediaanina, sillä muuttujan jakauma oli molemmissa ryhmissä vino.

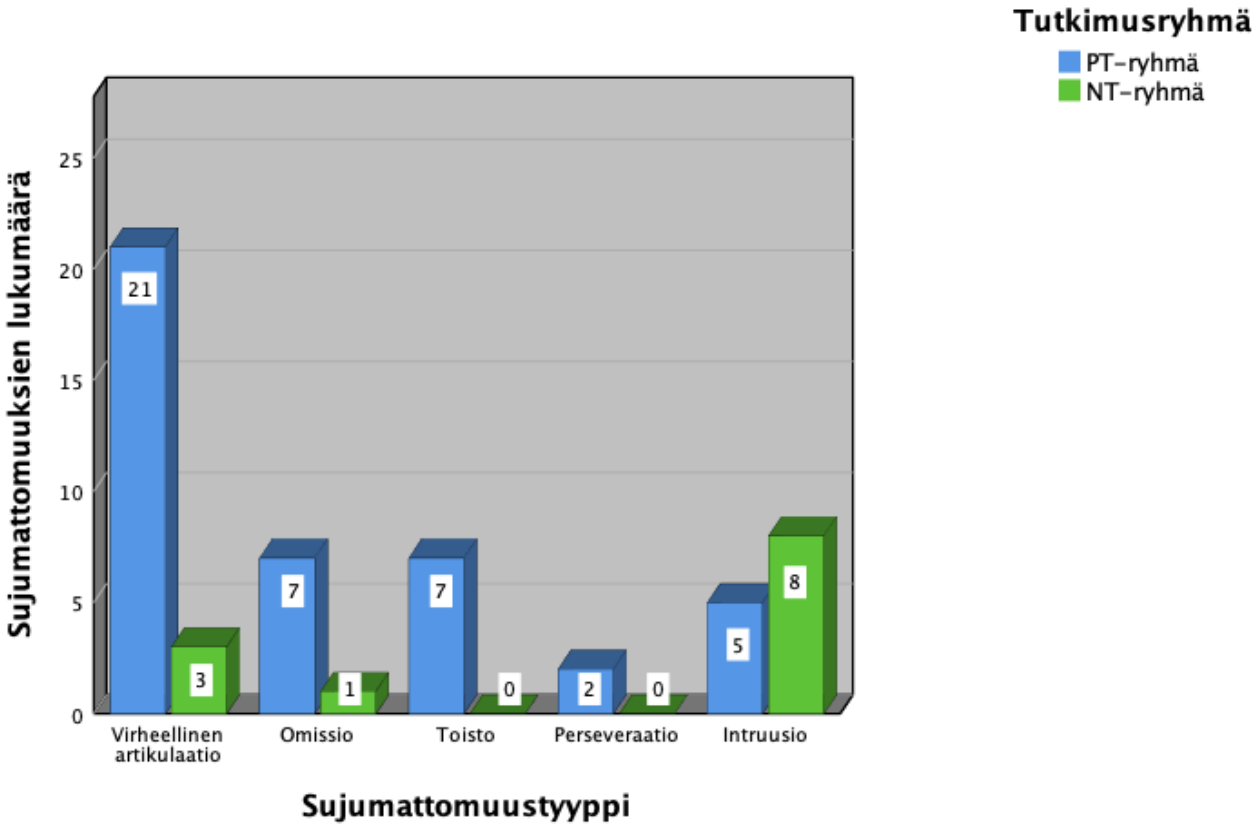
Tutkimusryhmä	Sujumattomuudet (lkm.)			
	yht.	***ka ± kh***	***md***[1]	***vv***
PT-ryhmä (n = 19)	42	2,2 ± 3,61	1	0–14
NT-ryhmä (n = 19)	12	0,6 ± 1,21	0	0–5

PT-ryhmä = Parkinsonin tautia sairastavat puhujat, NT-ryhmä = neurologisesti terveet puhujat, lkm. = lukumäärä, yht. = yhteensä, *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta, *md* = mediaani, *vv* = vaihteluväli, [1] = muuttujan jakauma vino

Mediaanien arvot eivät kuitenkaan täysin kuvaa ryhmien eroa eikä sujumattomuuksien määrää erityisesti PT-ryhmässä. Tämän vuoksi laskettiin myös ryhmissä ilmenneiden sujumattomuuksien keskiarvo ja -hajonta, joissa tulee voimakkaammin esiin PT-ryhmän suurempi sujumattomuuksien määrä sekä ryhmän heterogeenisyys. Lisäksi PT-ryhmässä sujumattomuuksien vaihteluväli on huomattavasti suurempi (*vv* = 0–14) kuin NT-ryhmässä (*vv* = 0–5). PT-ryhmässä 1–5 sujumattomuutta tuotti kymmenen tutkittavaa ja 6–14 sujumattomuutta kaksi tutkittavaa. NT-ryhmässä sujumattomuuksia tuotti yhteensä seitsemän tutkittavaa.

Kuviossa 3 on nähtävillä SMR-tehtävän aikana esiintyneiden sujumattomuustyyppien lukumäärät tutkimusryhmittäin. PT-ryhmässä ilmeni eniten virheellisesti artikuloituja tavuja tai äänteitä (50 % sujumattomuuksista) ja omissiota (16,7 %) sekä toistoa (16,7 %). Intruusio kattoi sujumattomuuksien kokonaismäärästä 11,9 prosenttia ja perseveraatio 4,8 prosenttia. Vastaavasti NT-ryhmän yleisimmät

sujumattomuustyypit olivat intruusio (66,7 % sujumattomuuksista) ja virheellinen artikulaatio (25 %). Omission osuus sujumattomuuksien kokonaismäärästä NT-ryhmässä oli 8,3 prosenttia. PT-ryhmässä esiintyi kaikkia sujumattomuustyyppejä NT-ryhmää enemmän intruusiota lukuun ottamatta. NT-ryhmässä ei esiintynyt toistoa tai perseveraatiota.



Kuvio 3. SMR-tehtävän aikana tuotettujen sujumattomuuksien lukumäärät tyypeittäin tutkimusryhmissä. PT-ryhmä = Parkinsonin tautia sairastavat puhujat, NT-ryhmä = neurologisesti terveet puhujat

PT-ryhmässä (sijalukujen *ka* = 21,97) virheellistä artikulaatiota ilmeni tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin NT-ryhmässä (sijalukujen *ka* = 17,03) (U = 133,5, p = ,042). Myös toistoa esiintyi PT-ryhmässä (sijalukujen *ka* = 21,5) NT-ryhmää (sijalukujen *ka* = 17,5) enemmän (U = 142,5, p = ,037). Ryhmät eivät eronneet toisistaan omission, perseveraation ja intruusion määrissä (p > ,05).

A- ja B-ryhmä. Ryhmä A (lievä Parkinson, n = 11) ja ryhmä B (keskivaikea Parkinson, n = 8) erosivat toisistaan yhden sujumattomuuden verran (A-ryhmä: *md* = 2 / B-ryhmä: *md* = 1), eikä ero ollut tilastollisesti merkitsevä (U = 30,0, p = ,231). Sujumattomuuksien mediaanit eivät kuitenkaan täysin

kuvanneet ryhmien välisiä eroja, minkä vuoksi arvot laskettiin myös keskiarvoina ja -hajontoina (taulukko 8). Ryhmä A tuotti keskimäärin 2,5 sujumattomuutta enemmän kuin ryhmä B. Lisäksi ryhmien keskihajonnat osoittivat A-ryhmässä esiintyneen suurempaa yksilöllistä vaihtelua sujumattomuuksien määrässä (A-ryhmä: *kh* = 4,50 / B-ryhmä: *kh* = 0,71).

Taulukko 8. Lievää (A) ja keskivaikeaa (B) Parkinsonin tautia sairastavien tutkittavien tuottamien sujumattomuuksien määrä. Sujumattomuuksien arvot ovat esitetty keskiarvona ja mediaanina, sillä muuttujan jakauma oli molemmissa ryhmissä vino.

Tutkimus-ryhmä	**Sujumattomuudet (lkm.)**			
	yht.	***ka ± kh***	***md***[1]	***vv***
Ryhmä A n = 11	36	3,2 ± 4,50	2	0–14
Ryhmä B n = 8	6	0,8 ± 0,71	1	0–2

Ryhmä A = lievä Parkinsonin tauti, Ryhmä B = keskivaikea Parkinsonin tauti, lkm. = lukumäärä, yht. = yhteensä, *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta, *md* = mediaani, *vv* = vaihteluväli, [1] = muuttujan jakauma vino

A- ja NT-ryhmä. Ryhmä A (n = 11) tuotti huomattavasti enemmän sujumattomuuksia (yht. 36 kpl) kuin NT-ryhmä (n = 19, yht. 12 kpl). Tutkimusryhmät erosivat toisistaan kahden sujumattomuuden verran (A-ryhmä: *md* = 2 / NT-ryhmä: *md* = 0), ja ero ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ($U = 148$, $p = ,041$).

B- ja NT-ryhmä. NT-ryhmä (n = 19) tuotti kokonaisuudessaan enemmän sujumattomuuksia (yht. 12 kpl) kuin B-ryhmä (n = 8, yht. 6 kpl). Ryhmän B sujumattomuuksien mediaani (*md* = 1) oli kuitenkin suurempi kuin NT-ryhmän (*md* = 0). Ero ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($U = 93,5$, $p = ,296$).

Sujumattomuudet ja maksimaalinen artikulaationopeus. PT-ryhmän (n = 19) tutkittavien tuottamien sujumattomuuksien määrän ja maksimaalisen artikulaationopeuden välillä todettiin tilastollisesti merkitsevä, kohtalaisen voimakas positiivinen yhteys ($r_s(17) = ,504$, $p = ,028$). Näin ollen sujumattomuuksien määrä lisääntyi maksimaalisen artikulaationopeuden kasvaessa PT-ryhmässä.

6 POHDINTA

Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkasteltiin idiopaattiseen Parkinsonin tautiin liittyviä puheen muutoksia oraalisen diadokokinesian tavusarjantoistotehtävässä (SMR). Tutkimusaineisto koostui puhenäytteistä, joissa tutkittavat toistivat maksimaalisella nopeudella /pataka/-tavusarjaa viiden sekunnin ajan. Puhenäytteistä analysoitiin maksimaalista tavutoistonopeutta sekä tehtävän aikana tuotettujen sujumattomuuksien määrää ja tyyppiä. Tutkimuksessa tarkasteltiin Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden (n = 19) tuottamien sujumattomuuksien määrän yhteyttä maksimaaliseen artikulaationopeuteen sekä verrattiin heidän kykyään suoriutua SMR-tehtävästä neurologisesti terveisiin puhujiin (n = 19). Tämän lisäksi tutkittiin modifioidulla Hoehn ja Yahr -luokituksella arvioidun lievää (1–1,5 / n = 11) ja keskivaikeaa (2–4 / n = 8) Parkinsonin tautia sairastavien kykyä suoriutua SMR-tehtävästä (Hoehn ja Yahr -luokitus nähtävillä liitteessä 1). Myös näiden ryhmien suoriutumista verrattiin neurologisesti terveisiin puhujiin.

Tutkimuksen tulokset osoittivat Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden kyvyn suoriutua SMR-tehtävästä poikkeavan tyypillisesti ikääntyneistä neurologisesti terveistä. Sujumattomuudet, joista erityisesti runsaat artikulaatiovirheet ja toisto, erottelivat Parkinsonin tautia sairastavat terveistä puhujista (ks. esim. Karlsson & Hartelius, 2019; Karlsson ym., 2020). Maksimaalinen tavutoistonopeus ei ollut tarpeeksi sensitiivinen Parkinsonin taudin tunnistamiseen koko tutkimusryhmän tasolla, mikä vastaa aiempia havaintoja (ks. esim. Karlsson ym., 2020; Ziegler, Schölderle, Brendel, Amsellem, & Staiger, 2019). Tutkimus kuitenkin osoitti Parkinsonin taudin eri vaikeusasteisiin liittyvän muutoksia sekä maksimaalisessa tavutoistonopeudessa että sujumattomuuksien määrässä, joiden pohjalta Parkinsonin tautia sairastavat olivat erotettavissa myös neurologisesti terveistä puhujista. Tutkimustulokset viittaavatkin SMR-tehtävän käyttökelpoisuuteen Parkinsonin taudin ja hypokineettisen dysartrian diagnosoinnissa, kuin myös oireiden vaikeusasteen ja niiden etenemisen mittarina.

6.1 Tulosten pohdinta

6.1.1 SMR-tehtävässä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus

Tässä tutkimuksessa Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden maksimaalinen tavutoistonopeus ei eronnut neurologisesti terveistä. Parkinson-potilaiden maksimaalinen tavutoistonopeus oli kuitenkin hieman hitaampi terveisiin puhujiin verrattuna (puhenopeus: *ka* = 6,4 / 6,8, artikulaationopeus: *ka* = 7,0 / 7,1 tavua sekunnissa), kun tutkittavien iän vaikutusta ei otettu huomioon. Kirjallisuudesta ei ole löydettävissä vastaavaa suomenkielisellä väestöllä tehtyä tutkimusta, jossa Parkinsonin tautia sairastavien kykyä suoriutua SMR-tehtävästä olisi verrattu neurologisesti terveisiin. Tässä tutkimuksessa havaittu maksimaalisen tavutoistonopeuden ero ryhmien välillä oli kuitenkin pienempi kuin aiemmissa ulkomaisissa tutkimuksissa, joissa hidastunut tavutoistonopeus on selkeästi erotellut terveet ja tautia sairastavat puhujat toisistaan (ks. esim. Novotný ym., 2014; Tjaden & Watling, 2003). Näin ollen tämän tutkimuksen tulos ei ole täysin yhdenmukainen aiempiin havaintoihin, mikä selittyy mahdollisesti maksimaalisen tavutoistonopeuden kielikohtaisuudella (Icht & Ben-David, 2014), tutkimusmenetelmien vaihtelulla ja Parkinson-ryhmän tutkittavien yksilöllisillä eroilla.

Vaikka ryhmätasolla ei havaittu eroa terveiden puhujien maksimaaliseen tavutoistonopeuteen, ilmeni Parkinson-potilaiden välillä yksilöllisiä eroja: osalla tavutoistonopeus vastasi terveiden suoriutumista ja osalla se oli hidastunut tai jopa hieman nopeutunut. Vastaavaa Parkinson-ryhmän sisäistä vaihtelua on todettu myös aikaisemmissa AMR-tehtävää koskeneissa tutkimuksissa (Ackermann ym., 1995; Ackermann ym., 1997). Tätä vaihtelua osiltaan selittävät Parkinsonin taudin sekä hypokineettisen dysartrian oireiden heterogeenisyys ja vaikeusaste (Ackermann ym., 1997; Ricciardi ym., 2016; Sapir, 2014).

Kehon motoristen oireiden vaikeusasteen on todettu olevan yhteydessä hypokineettiseen dysartriaan (Fereshtehnejad ym., 2017; Kaasinen, 2017; Kaasinen, 2019), ja siten taudin edetessä hypokineettisen dysartrian oireet usein lisääntyvät ja vaikeutuvat (Fereshtehnejad ym., 2017; Martínez-Sánchez ym., 2016; Perez-Lloret ym., 2012). Tutkimuksen tulokset osoittivatkin lievässä Parkinsonin taudissa maksimaalisen tavutoistonopeuden olevan suurempi kuin keskivaikeassa taudissa (puhenopeus: *ka* = 6,7 / 6,1, artikulaationopeus: *ka* = 7,5 / 6,4 tavua sekunnissa). Näistä artikulaationopeus erotteli lievää ja keskivaikeaa tautia sairastavat puhujat toisistaan, mutta maksimaalisessa puhenopeudessa erot olivat vähäisemmät, eikä se erotellut ryhmiä. Saatu tulos vahvistaa aikaisemmassa kandidaatintutkielmassa tehtyä havaintoa tavutoistonopeuden hidastumisesta Parkinsonin taudin

vaikeusasteen kasvaessa (Kosin, 2020). Hypokineettisen dysartrian on todettu hidastavan maksimaalista tavutoistonopeutta (Wong ym., 2012), jolloin vaikeammat hypokineettisen dysartrian oireet voisivat selittää keskivaikeaa tautia sairastavien hitaampaa suoriutumista SMR-tehtävässä.

Lieväasteista Parkinsonin tautia sairastavien on todettu tuottavan tavuja terveitä nopeammin ja maksimaalisen tavutoistonopeuden hidastuvan merkitsevästi jo keskivaikeassa Parkinsonin taudissa neurologisesti terveisiin verrattuna (Novotný ym., 2014; Skodda, 2015). Tässä tutkimuksessa saadut tulokset vastasivat osittain näitä havaintoja. Lievää Parkinsonin tautia sairastavien maksimaalinen artikulaationopeus (*ka* = 7,5 tavua sekunnissa) oli hieman suurempi kuin terveillä puhujilla (*ka* = 7,1 tavua sekunnissa), mutta se ei kuitenkaan erotellut ryhmiä toisistaan. Puolestaan keskivaikeaa tautia sairastavat pystyttiin erottamaan neurologisesti terveistä huomattavasti hitaammasta maksimaalisesta puhenopeudestaan (keskivaikea Parkinson: *ka* = 6,1 / terveet: *ka* = 6,8 tavua sekunnissa). Keskivaikeassa taudissa myös maksimaalisen artikulaationopeuden hidastuminen (*ka* = 6,4 tavua sekunnissa) osoitti suuntaa antavaa eroa terveisiin puhujiin (*ka* = 7,1 tavua sekunnissa). Tutkimustulokset viittaavatkin siihen, että Parkinsonin tautia sairastava henkilö on erotettavissa neurologisesti terveestä maksimaalisen tavutoistonopeuden avulla yksilötasolla, kun suoriutumista peilataan puhujan taudin vaikeusasteeseen.

Parkinson-potilaiden taudin vaikeusasteeseen liittyvät muutokset maksimaalisessa tavutoistonopeudessa mahdollisesti selittävät sitä, ettei eroa terveisiin puhujiin havaittu tässä tutkimuksessa. Tutkimukseen valikoitui enemmän lievää tautia sairastavia Parkinson-potilaita, ja näin ollen suurin osa ryhmän tutkittavista on toistanut tavuja jopa hieman terveitä nopeammin, mikä kävikin ilmi maksimaalisen artikulaationopeuden mediaanien tarkastelusta Parkinson-potilailla ja terveillä puhujilla (Parkinson: *md* = 7,05 / terve: *md* = 6,90 tavua sekunnissa). Keskivaikeaa tautia sairastavien huomattavasti hitaampi artikulaationopeus on kuitenkin laskenut Parkinson-potilaiden ryhmätason tulosta, minkä seurauksena erot ryhmien välillä ovat tasoittuneet.

Hypokineettiseen dysartriaan voi liittyä pitkiä tai ylimääräisiä puheen tauotuksia (Freed, 2012, s. 75–76), joiden on osoitettu vaikuttavan Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden puhetempoon (Holtgraves & Giordano, 2017; Skodda ym., 2011; Skodda & Schlegel, 2008). Todennäköisesti nopeassa tavutoistotehtävässä puhuja ei kuitenkaan tauota ilmaisuaan samalla tavalla kuin muissa puhetehtävissä. Tässä tutkimuksessa Parkinson-ryhmän taukojen kesto olikin vain 21 millisekuntia pitempi kuin terveillä puhujilla, mikä ei erotellut ryhmiä toisistaan (*post hoc* -analyysi Mann-Whitneyn U -testillä; Laerd Statistics, 2015b; Nummenmaa ym., 2016, s. 193–194). Tulos vastaa

aiempia havaintoja lähes saman kestoisista tauoista Parkinson-potilailla ja terveillä puhujilla diadokokinesia-tehtävässä (Tjaden & Watling, 2003).

Vaikka tämä tutkimus ei tuokaan ilmi selvää eroa Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden välille ryhmätasolla, oli Parkinson-ryhmän maksimaalisissa tavutoistonopeuksissa havaittavissa yksilöllisiä eroja, jotka vaikuttivat olevan kytköksissä erityisesti taudin vaikeusasteeseen. Tutkimus osoittikin tavutoistonopeuden hidastuvan Parkinsonin taudin vaikeusasteen kasvaessa, minkä pohjalta keskivaikeaa tautia sairastavat olivat erotettavissa sekä lievää tautia sairastavista että neurologisesti terveistä puhujista. Puolestaan lievässä Parkinsonin taudissa tavutoistonopeus voi olla jopa terveitä puhujia suurempi, mutta nämä erot ryhmien välillä eivät ole yhtä selkeitä. Näin ollen SMR-tehtävässä mitattu maksimaalinen tavutoistonopeus voikin olla hyödyllinen erityisesti Parkinsonin taudin ja hypokineettisen dysartrian vaikeusasteen arvioinnissa ja toimia myös oireiden etenemisen mittarina. Tulokset antavat kuitenkin myös viitteitä raja-arvoista, joiden ulkopuolelle jäävä suoritus voi olla merkki Parkinsonin taudista ja hypokineettisestä dysartriasta. Neurologisesti terveiltä, yli 52–vuotiailta puhujilta mitattu alustava viitearvo vaihtelee maksimaalisena puhenopeutena välillä 5,4–8,4 tavua sekunnissa ja artikulaationopeutena välillä 5,4–9,8 tavua sekunnissa. Näistä maksimaalinen artikulaationopeus vaikuttaa erottelevan puhujia toisistaan puhenopeutta voimakkaammin.

6.1.2 Sujumattomuudet SMR-tehtävässä

Parkinson-ryhmä tuotti SMR-tehtävän aikana huomattavasti enemmän sujumattomuuksia kuin neurologisesti terveet puhujat (yht. 42 / 12, *ka* = 2,2 / 0,6, *kh* = 3,61 / 1,21). Ero sujumattomuuksien mediaaneissa (erotus 1 sujumattomuus) oli suuntaa antava. Vastaavan laajuista SMR-tehtävän sujumattomuusanalyysia, jossa Parkinsonin tautia sairastavia ja neurologisesti terveitä henkilöitä olisi verrattu keskenään ei ole löydettävissä logopedian alan kirjallisuudesta. Parkinson-ryhmässä ilmennyt runsas sujumattomuuksien määrä on kuitenkin samansuuntainen tulos muita puhetehtäviä tarkastelleiden tutkimusten kanssa (Ortiz ym., 2016; Presotto ym., 2015). Sujumattomuuksien mediaanit eivät kuitenkaan kuvanneet ryhmien välistä eroa täysin, sillä osalla Parkinsonin tautia sairastavista puhujista esiintyi runsaasti sujumattomuuksia ja osalla ei ollenkaan (*vv* = 0–14).

Näitä Parkinson-ryhmän yksilötason eroja vaikuttaakin selittävän erityisesti taudin vaikeusaste: lievää tautia sairastavat tuottivat keskimäärin 3,2 sujumattomuutta ja keskivaikeaa tautia sairastaneet vain 0,8 sujumattomuutta (lievä: *vv* = 0–14 / keskivaikea: *vv* = 0–2). Mediaanit eivät kuitenkaan

osoittaneet sujumattomuuksien määrän eroavan taudin vaikeusasteissa (erotus 1 sujumattomuus), mutta tässäkään mediaanien arvot eivät täysin kuvanneet ryhmien välisiä eroja. Verrattaessa lievää ja keskivaikeaa Parkinsonin tautia sairastavien sujumattomuuksien määrää neurologisesti terveisiin puhujiin kävi kuitenkin ilmi, että lievää tautia sairastavat tuottivat huomattavasti enemmän sujumattomuuksia kuin terveet puhujat (lievä Parkison: yht. 36 / terveet: yht. 12), kun taas keskivaikeassa taudissa vastaavaa eroa ei havaittu. Näin ollen suuntaa antavaa eroa koko Parkinson-ryhmän ja terveiden puhujien sujumattomuuksien määrässä selittääkin se, että tutkimukseen valikoitui enemmän lievää Parkinsonin tautia sairastavia tutkittavia, jotka tuottivat suurimman osan ryhmän sujumattomuuksista.

Tutkimus osoitti lievää tautia sairastavien runsaamman sujumattomuuksien määrän johtuvan siitä, että heidän maksimaalinen tavutoistonopeutensa oli suurempi. Suuri tavutoistonopeus nimittäin heikentää erityisesti artikulaation tarkkuutta (Miller, 2017; Novotný ym., 2014), minkä lisäksi Parkinson-potilaiden kyky käyttää oireita kompensoivia keinoja vaikuttaisi heikkenevän maksimaalista suoritusta vaativissa puhetehtävissä (Duffy, 2020, s. 76, 165; Freed, 2012, s. 180; Knuijt ym., 2019). Saadut tulokset osoittivatkin, että tässä tutkimuksessa sujumattomuuksien runsas määrä oli yhteydessä suureen tavutoistonopeuteen. Havainto vahvistaa edellä mainittuja käsityksiä siitä, että nopeassa tavutoistossa puheen tarkkuuden monitorointi ja oireistoja kompensoivien keinojen käyttö heikentyy, mikä lisää sujumattomuuksien määrää erityisesti lievää Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä.

Kaikille tutkittaville annettiin suullinen malli ja paperille kirjoitettu visuaalinen tuki SMR-tehtävässä tuotettavasta /pataka/-tavusarjasta. Saadusta mallista ja tuesta huolimatta Parkinsonin tautia sairastavat tuottivat huomattavan määrän sujumattomuuksia, mikä voisi selittyä hypokineettisen dysartrian taustalla olevalla puheen motorisen kontrollin häiriöllä. Häiriön seurauksena muun muassa tunto- ja kuulopalautteen tuoman tiedon integrointi liikemalleihin epäonnistuu (Arnold ym., 2014; Hammer & Barlow, 2010; Sapir, 2014; Watkins & Jenkinson, 2015), mikä johtaa puheen monitoroinnin vaikeuksiin sekä liikemallien vääristymiseen (Arnold ym., 2014; Sapir, 2014). Sujumattomuuksien taustalla voi olla myös Parkinsonin tautiin liittyvä kognitiiviskielellisten toimintojen häiriintyminen, jonka ajatellaan olevan yhteydessä myös hypokineettisen dysartrian oireisiin (Brabenec ym., 2017; Holtgraves & Giordano, 2017; Miller, 2017; Sapir, 2014; Smith & Caplan, 2018). Hypokineettisen dysartrian tavoin kielelliskognitiivisten oireiden ilmeneminen, eteneminen ja vaikeusaste vaihtelevat yksilöstä toiseen (Smith & Caplan, 2018), mikä voisi selittää myös tutkimuksessa havaittua yksilötason vaihtelua sujumattomuuksien määrässä.

Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden puheessa ilmeni eniten virheellistä artikulaatiota (50 %), toistoa (16,7 %) ja omissiota (16,7 %). Vähiten tutkittavilla ilmeni intruusiota (11,9 %) ja perseveraatiota (4,8 %). Aikaisemmassa SMR-tehtävää koskeneessa kandidaatintutkielmassa Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden todettiin tuottavan eniten epäselvää artikulaatiota ja omissiota (Kosin, 2020). Kuitenkin myös omissiota, toistoa ja perseveraatiota sekä intruusioon verrattavissa olevaa additiota on havaittu esiintyvän Parkinsonin tautia sairastavilla muissa puhetehtävissä (Ortiz ym., 2016; Presotto ym., 2015; Senft ym., 2016).

Virheellisen artikulaation runsas määrä erotteli Parkinson-potilaat neurologisesti terveistä. Virheellistä artikulaatiota ilmeni Parkinson-ryhmässä kaikissa tavusarjan klusiileissa (/p/, /t/, /k/), ja useissa aikaisemmissa tutkimuksissa Parkinsonin tautia sairastavat onkin tunnistettu erityisesti klusiilien artikulaation häiriintymisestä (esim. Karlsson ym., 2020; Novotný ym., 2014; Rusz ym., 2017; Skodda & Schlegel, 2008; Tjaden & Watling, 2003). Klusiilien artikulaation häiriintymisen taustalla on ehdotettu olevan artikulaatioelinten hypokinesia ja liikelaajuuksien kaventuminen, jolloin suuontelon sulku ja klusiilin eksploosio heikkenee (Novotný ym., 2014). Virheellisen artikulaation määrää Parkinson-ryhmässä lisäsi myös tavujen niin sanottu yhteensulautuminen, jolloin äänteet olivat epätarkentuneita, eikä niitä pystytty tunnistamaan suomen kielisiksi. Vastaavaa tavujen yhteensulautumista on havaittu ainakin yhdessä aikaisemmassa tutkimuksessa (Skodda, 2015).

Myös toiston määrä erotteli Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt terveistä. Sen sijaan toistoa muistuttavan perseveraation osuus sujumattomuuksista oli varsin vähäinen, eikä se erotellut ryhmiä toisistaan. Saman tavun toistoa ja perseveraatiota esiintyi Parkinsonin tautia sairastavilla etenkin nopeutuneiden puhejaksojen yhteydessä, mitä on havaittu myös muissa Parkinson-potilaiden puhetta koskeneissa tutkimuksissa (Benke ym., 2000; Ortiz ym., 2016). Nopean tavujen toistamisen taustalla on muun muassa puheen akinesia ja siitä aiheutuva vaikeus siirtyä artikulaatioliikkeestä seuraavaan (Martínez-Sánchez ym., 2016; Miller, 2017; Sapir, 2014). Vaikka tässä tutkimuksessa kaikki tutkittavat olivat dopamiinilääkityksen ON-tilassa, ei sillä mitä todennäköisemmin ole ollut vaikutusta mahdolliseen puheessa esiintyneeseen akinesiaan (Benke ym., 2000), mikä voisi selittää toiston ja perseveraation esiintymistä tutkimukseen osallistuneilla Parkinson-potilailla. Lisäksi lähes puolet Parkinson-ryhmän tutkittavista sairastivat keskivaikeaa tautia, missä kyseisten sujumattomuustyyppien määrän on todettu lisääntyvän (Benke ym., 2000).

Myöskään omission määrä ei erotellut Parkinson-ryhmän tutkittavia terveistä puhujista. Omission osuus kaikista sujumattomuuksista oli kuitenkin yhtä suuri kuin toiston osuus, ja

kandidaatintutkielmassa omissio oli Parkinsonin tautia sairastavien toiseksi yleisin sujumattomuustyyppi SMR-tehtävässä (Kosin, 2020). Omission esiintymistä Parkinson-potilailla on ulkomailla tutkittu vain muissa puhetehtävissä ja näiden tutkimusten tulokset ovat ristiriitaisia: omissiota ei ole joko todettu Parkinsonin tautia puhujilla lainkaan (Ortiz ym., 2016) tai se on ollut yksi tautia sairastavien yleisimmistä sujumattomuustyypeistä (Presotto ym., 2015). Omission on ehdotettu aiheutuvan aivojen dopamiinitason alhaisuudesta ja siten oikean liikesarjan valinnan häiriintymisestä tyvitumakkeissa (Ortiz ym., 2016; Senft ym., 2016; Watkins & Jenkinson, 2015). Dopamiinilääkityksellä ei välttämättä ole vaikutusta puheen sujuvuuteen ja ymmärrettävyyteen tai se saattaa jopa heikentää niitä (Miller, 2017; Sapir, 2014), ja näin ollen tyvitumakkeiden vaurioituminen voisi selittää Parkinsonin tautia sairastavien tuottamien omissioiden suhteellisen suurta määrää.

Intruusion vähäinen esiintyminen Parkinson-potilaiden puheessa vastaa aikaisemman kandidaatintutkielman tulosta (Kosin, 2020), eikä sen määrä erotellut Parkinson-potilaita terveistä puhujista. Intruusioon verrattavissa olevaa additiota eli tavujen tai äänteiden lisäystä on kuitenkin havaittu ilmenevän Parkinsonin tautia sairastavien puheessa myös muissa tutkimuksissa (Ortiz ym., 2016; Presotto ym., 2015). Sujumattomuustyypin taustalla on ehdotettu olevan tyvitumakevauriosta aiheutuva tarpeettomien tai kontekstiin liittymättömien liikkeiden estämisen vaikeus (Ortiz ym., 2016; Senft ym., 2016; Watkins & Jenkinson, 2015). Tällöin Parkinsonin tautia sairastavalle on haastavaa pitää yllä valittua liikemallia, mikä voi johtaa intruusion tai addition ilmenemiseen puheessa.

Mielenkiintoista oli, että intruusiota tuotettiin enemmän neurologisesti terveiden puhujien ryhmässä (terveet: 8 / Parkinson: 5). Intruusion ilmenemistä terveillä voisi osiltaan selittää ikääntymiseen liittyvät kielelliskognitiiviset muutokset, joiden on todettu heikentävän diadokokinesia-tehtävästä suoriutumista (Ben-David & Icht, 2018; Kent, 2000). Vastaava tulosta terveiden tuottamista intruusioista SMR-tehtävässä ei ollut kuitenkaan löydettävissä logopedian alan kirjallisuudesta, mikä johtuu mahdollisesti siitä, että useissa diadokokinesiaa koskevissa tutkimuksissa väärin tuotetut tavut sekä tavusarjat jätetään pois analyysista. Tämän tutkimuksen tulokset kuitenkin osoittavat, että myös SMR-tehtävässä tuotettujen sujumattomuuksien määrän ja tyyppien analyysi sekä tyypillisessä että poikkeavassa ikääntymisessä olisi jatkossa tärkeää.

Ryhmätasolla sujumattomuuksien määrä erotteli Parkinsonin tautia sairastavat neurologisesti terveistä suuntaa antavasti ja erityisesti lievää Parkinsonin tautia sairastavilla sujumattomuuksien määrä oli huomattava sekä keskivaikeaa tautia sairastaviin että terveisiin nähden. Tutkimuksen

tulosten perusteella yli viittä sujumattomuutta voidaankin pitää alustavana ja viitteellisenä raja-arvona poikkeavalle SMR-tehtävästä suoriutumiselle. Etenkin runsas artikulaatiovirheiden ja toiston määrä SMR-tehtävässä voivat olla merkki hypokineettiseen dysartriaan liittyvistä puheen muutoksista ja Parkinsonin taudista.

6.2 Menetelmän pohdinta

Tämä tutkimus oli asetelmaltaan vertaileva monitapaustutkimus, jossa tutkittavat muodostivat kaksi ryhmää: Parkinsonin tautia sairastavat puhujat (n = 19) ja neurologisesti terveet sukupuoliverrokit (n = 19). Tutkimusasetelma ja tutkimusryhmien yhtä suuri koko mahdollistivat Parkinsonin tautia sairastavien puhujien SMR-tehtävästä suoriutumisen tutkimuksen suhteessa neurologisesti terveisiin, mitä ei tiettävästi Suomessa ole vielä tarkasteltu. Lisäksi Parkinsonin tautia sairastavat puhujat jaettiin lievää (n = 11) ja keskivaikeaa (n = 8) tautia sairastavien ryhmiin Hoehn ja Yahr -luokituksella määritellyn taudin vaikeusasteen mukaan (ks. liite 1). Tässä tutkimusryhmät erosivat toisistaan kooltaan, mikä tulee ottaa huomioon tutkimuksen tuloksia tulkittaessa ja niitä yleistettäessä suurempaan populaatioon. Lisäksi on otettava huomioon erityisesti tutkittavien valintaan ja aineistonkeruuseen liittyviä tekijöitä.

Parkinsonin tautia sairastavat tutkittavat valittiin mukaan *Kuuluva ääni* -hankkeen yhteydessä kerätystä aineistosta. Puolestaan osa neurologisesti terveistä tutkittavista (n = 10) kutsuttiin tutkimukseen vapaaehtoisina ja loput (n = 9) valittiin mukaan *Puhesignaalin piirteet terveillä puhujilla* -tutkimushankkeesta. Tutkittavat valikoitiin mukaan harkinnanvaraisella otannalla, minkä vuoksi tutkimuksessa saadut tulokset eivät välttämättä edusta suurempaa populaatiota (Nummenmaa ym., 2016, s. 33). Harkinnanvarainen otanta perustui tutkittavien taustatietoihin, jotka olivat tutkittavien itse raportoimia. Tämän vuoksi esimerkiksi neurologisten sairauksien tai puheen häiriöiden mahdollisuutta neurologisesti terveiden tutkimusryhmässä ei voida täysin poissulkea.

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien taustatiedoissa ei ollut merkintää hypokineettisestä dysartriasta, mutta sitä voidaan olettaa ilmenneen suurimmalla osalla tutkittavista, sillä *Kuuluva ääni* -hanke oli ääntä kuntouttava interventio. Parkinsonin tautia sairastavat tutkittavat olivat aineistonkeruuhetkellä dopamiinilääkityksen ON-tilassa. Taustatiedoista ei kuitenkaan käynyt ilmi, kuinka suuri lääkeannos kullakin tutkittavalla oli tai kuinka kauan lääkkeen otosta oli kulunut aikaa. Näin ollen aivojen dopamiinipitoisuuteen liittyviä vaikutuksia puheeseen ei pystytty ottamaan huomioon tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa. Lisäksi tyypilliseen ikääntymiseen liittyy

kielelliskognitiivisten toimintojen ja artikulaatiokyvyn heikentymistä, mitä voi olla hankalaa erottaa Parkinsonin taudin patologisista muutoksista (Holtgraves & Giordano, 2017; Knuijt ym., 2019). Kielelliskognitiivisella heikentymisellä onkin voinut olla vaikutusta molempien tutkimusryhmien tuloksiin, vaikka kielellisten toimintojen häiriintymistä pyrittiinkin tässä tutkimuksessa kontrolloimaan (sisäänottokriteeri MMSE-seulan pisteet yli 25).

Tutkimusryhmien vertailukelpoisuutta voi rajoittaa myös tutkimusryhmien iän tilastollisesti merkitsevä ero (ks. luku 5.1, s. 25). Ikää ei pystytty kontrolloimaan maksimaalisen artikulaationopeuden analyysissa, minkä vuoksi sen vaikutus on todennäköisesti vinouttanut tuloksia. Tämän seurauksena maksimaalisen artikulaationopeuden arvot ja erot ryhmissä ovat voineet todellisuudessa olla havaittua pienempiä tai suurempia, mikä on siten saattanut vääristää tuloksista tehtyjä havaintoja ja johtopäätöksiä.

Vaikka tässä tutkimuksessa AMR-tehtävällä saadulla harjoituksella ei ollut vaikutusta SMR-tehtävässä mitattuun maksimaaliseen tavutoistonopeuteen (ks. luku 5.1, s. 25), on kuitenkin mahdollista, että erilaiset diadokokinesian tehtävänannot ovat vaikuttaneet saatuihin tuloksiin (ks. liite 3). Harjoittelun onkin todettu mahdollisesti nopeuttavan SMR-tehtävässä mitattua maksimaalista tavutoistonopeutta (Gadesmann & Miller, 2008). Tuloksiin ovat voineet vaikuttaa myös useat aineistoa keränneet tahot, minkä seurauksena tutkittavien saamissa ohjeistuksissa on saattanut ilmetä hienoisia eroja.

Tutkimuksessa käytetyn SMR-tehtävän ja siitä analysoidun viiden sekunnin kestoisen näytteen vahvuutena on sen toistettavuus (Gadesmann & Miller, 2008). Lisäksi analyysin tarkkuutta lisää puhenäytteiden tarkastelu sekä perkeptuaalisesti että PRAAT-ohjelmiston piirtämästä akustisesta signaalista. Näytteiden rajaamiseen sekä tavujen ja äänteiden segmentointiin voivat kuitenkin vaikuttaa tutkijan subjektiiviset näkemykset. Lisäksi erityisesti Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä ilmeni SMR-tehtävässä tavujen yhteensulautumista, mikä hankaloitti tavurajojen määrittelyä. Siten puhenäytteiden segmentoinnin ja sen pohjalta lasketun tavutoistonopeuden reliabiliteettia olisi tärkeää jatkossa testata. Tässä tutkimuksessa puhenäytteet analysoi tämän opinnäytetyön tekijä, minkä vuoksi edellä mainitun subjektiivisen näkemyksen ja segmentointiin liittyvien pulmien vaikutusta tuloksiin ei voida poissulkea.

Tutkimuksessa artikulaationopeutena laskettu maksimaalinen tavutoistonopeus analysoitiin hyödyntäen prosodiaskriptiä (Tavi, 2019). Tiettävästi kyseistä PRAAT-ohjelmiston lisäosaa ei ole

aikaisemmin käytetty diadokokinesia-tehtävästä mitattavan maksimaalisen tavutoistonopeuden analyysiin. Skriptin toimivuutta testattiin laskemalla tuloksia myös käsin, ja skriptin antamat tulokset vastasivat näin laskettuja nopeuksia. Siten vaikuttaakin siltä, että skripti on toimiva myös diadokokinesia-tehtävän analyysiin. Tässä tutkimuksessa sekä puhe- että artikulaationopeuteen laskettiin ainoastaan oikein tuotetut tavut. Puhenopeuteen sisällytetään kuitenkin tyypillisesti myös sujumattomuudet (Jacewicz ym., 2009), ja näin ollen maksimaalisen puhenopeuden tulokset olisivat saattaneet osoittaa voimakkaampia eroja ryhmien välillä, jos tutkimuksessa olisi noudatettu tavanomaisesti käytettyä puhenopeuden laskukaavaa.

Sujumattomuuksien analyysi perustui tutkijan itse määrittelemiin sujumattomuustyyppeihin. Toisto ja perseveraatio olivat luonteeltaan samankaltaiset sujumattomuustyypit, mutta niiden erottelu omiksi tyypeikseen oli kannattavaa, sillä aineiston laadullinen analyysi helpottui ja se vähensi havaintojen monitulkintaisuutta. Näin säästyttiin myös mahdollisilta sujumattomuusanalyysin epäjohdonmukaisuuksilta. Myös kahden arvioijan vahva yksimielisyys kertoo sujumattomuustyyppien määrittelyn olleen onnistunut.

Tutkimuksessa havaittujen ilmiöiden tarkastelua olisi helpottanut aineistonkeruun yhteydessä tallennettu videomateriaali puhujien suorituksista. Parkinsonin tautia sairastavien puheen arvio perustuukin puheterapeutin kliinisessä työssä muun muassa puhujan havainnointiin. Parkinsonin taudissa esiintyvän rigiditeetin, vapinan ja puheen motoristen oireiden, kuten artikulaatioliikkeiden voiman tai laajuuden muutoksia onkin mahdotonta arvioida pelkän äänitallenteen pohjalta.

Tutkimuksessa analysoitu otanta (N = 38) oli kooltaan suhteellisen pieni, joten tulosten tulkinnassa ja yleistämisessä tulee noudattaa varovaisuutta. Otanta voidaan kuitenkin nähdä tarpeeksi suurena tämän kaltaiseen SMR-tehtävän pilottitutkimukseen, jonka tarkoituksena oli tuoda ilmi mahdollisia Parkinsonin taudissa ilmeneviä puheen muutoksia neurologisesti terveisiin puhujiin verrattuna. Ryhmien erot olisivat kuitenkin todennäköisesti tulleet selvemmin esille, jos tutkittavia olisi ollut enemmän. Erityisesti Parkinson-potilaiden taudin vaikeusasteeseen liittyvien tulosten yleistettävyys on heikompaa, koska Parkinson-ryhmän tutkittavat jaettiin edelleen pienempiin ja kooltaan eri kokoisiin ryhmiin (n = 11 / n = 8). Tuloksia tulkittaessa tulee ottaa myös huomioon, että niiden yleistettävyys rajoittuu ikääntyviin neurologisesti terveisiin ja Parkinsonin tautia sairastaviin henkilöihin sekä diadokokinesian SMR-tehtävään.

6.3 Työn kliininen merkitys ja jatkotutkimusaiheita

Tämä tutkimus antaa viitteitä siitä, että etenkin runsaat artikulaatiovirheet sekä tahattomat tavujen ja äänteiden toistot erottavat Parkinsonin tautia sairastavan henkilön terveestä puhujasta. Lisäksi tutkimus osoitti taudin eri vaikeusasteisiin liittyvän muutoksia niin maksimaalisessa tavutoistonopeudessa kuin myös sujumattomuuksien määrässä, joiden pohjalta tautia sairastava puhuja voi olla erotettavissa myös neurologisesti terveestä henkilöstä. Näin ollen SMR-tehtävä voi olla hyödyllinen osa Parkinsonin taudin ja hypokineettisen dysartrian diagnosointia, kuin myös oireiden vaikeusasteen sekä niiden etenemisen puheterapeuttista arviointia. Tämä tutkimus tarjoaa myös puheen arviota tekeville puheterapeuteille tyypillisesti ikääntyneiltä, yli 52-vuotiailta mitattuja alustavia viitearvoja SMR-tehtävästä suoriutumiseen.

Koska Parkinsonin taudin vaikeusasteen todettiin vaikuttavan tutkittavien kykyyn suoriutua SMR-tehtävästä, olisi tärkeää tutkia suuremmalla aineistolla taudin eri vaikeusasteisiin liittyviä puheen muutoksia ja luoda näille omat viitteelliset suoriutumisprofiilinsa. Tällöin SMR-tehtävää voitaisiin käyttää luotettavammin taudin vaikeusasteen määrittelyssä ja seurannassa tulevaisuudessa. Taudin vaikeusasteen ohella Parkinsonin tautia sairastavien kykyyn suoriutua SMR-tehtävästä on aiemmissa tutkimuksissa osoitettu vaikuttavan useita muita tekijöitä, joita ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu. Näitä ovat muun muassa dopamiinilääkitys (Benke ym., 2000; Miller, 2017; Sapir, 2014), puheen rytmin vaihtelu ja hetkelliset nopeutumisjaksot (Freed, 2012, s. 177; Rusz ym., 2015; Skodda, 2011; Skodda ym., 2010; Walsh & Smith, 2012), taukojen määrä ja kesto (Skodda & Schlegel, 2008; Tjaden & Watling, 2003), muutokset artikulaatioliikkeiden laajuudessa, voimassa ja nopeudessa (Kent ym., 1987; Miller, 2017; Novotný ym., 2014; Rusz ym., 2017) sekä kielelliskognitiivisten toimintojen häiriö (Holtgraves & Giordano, 2017; Sapir, 2014; Smith & Caplan, 2018).

Tutkimuksessa analysoitujen puhenäytteiden määrä oli suhteellisen pieni (N = 38). Jatkotutkimus suuremmalla aineistolla ja muun muassa tutkittavien iän voimakkaammalla kontrolloinnilla, voisi tuoda tässä tutkimuksessa havaittuja eroja Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien välillä mahdollisesti voimakkaammin esiin. Parkinsonin tautia sairastavien puhetta olisi tärkeää tutkia ja verrata terveisiin myös diadokokinesian AMR-tehtävässä, jonka on esitetty olevan SMR-tehtävää sensitiivisempi hypokineettisen dysartrian oireiden arvioinnissa (Duffy, 2020, s. 76, 165; Freed, 2012, s. 180). Tällöin oraalisen diadokokinesian AMR- ja SMR-tehtävillä saatu tieto puheen mahdollisista poikkeavuuksista täydentäisi toinen toistaan, mikä lisäisi diadokokinesia-

tehtävän diagnostista tarkkuutta sekä käyttökelpoisuutta hypokineettisen dysartrian ja siten myös Parkinsonin taudin vaikeusasteen mittarina.

Koska taustamuuttujien vaikutuksen arviointi osoitti SMR-tehtävästä suoriutumisen heikentyvän myös tyypillisen ikääntymisen vaikutuksesta, tulisi jatkossa kerätä lisää normiaineistoa terveiltä ikääntyviltä puhujilta ja määrittää muun muassa viitteellinen iän raja-arvo, jonka jälkeen maksimaalinen tavutoistonopeus mahdollisesti hidastuu. Tämä olisi tärkeää, sillä ikääntyvällä väestöllä esiintyvien sairauksien, kuten Parkinsonin taudin, aiheuttamia kielelliskognitiivisia ja puheen muutoksia voi olla hankalaa erottaa tyypillisesti ikääntyvällä väestöllä esiintyvistä muutoksista kommunikaatiokyvyssä (Holtgraves & Giordano, 2017; Knuijt ym., 2019). Jatkotutkimuksen avulla tyypilliseen ja patologiseen ikääntymiseen liittyvien muutosten välinen rajapinta voisi selkiytyä ja poikkeavan SMR-tehtävästä suoriutumisen tunnistaminen helpottua.

7 LÄHTEET

Ackermann, H., & Brendel, B. (2015). Cerebellar contributions to speech and language. Teoksessa G. Hickok & S. Small (toim.), *Neurobiology of Language* (s. 73–84). London: Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00007-9

Ackermann, H., Hertrich, I., & Hehr, T. (1995). Oral diadochokinesis in neurological dysarthrias. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 47*, 15–23. https://doi.org/10.1159/000266338

Ackermann, H., Konczak, J., Hertrich, I. (1997). The temporal control of repetitive articulatory movements in Parkinson's disease. *Brain and Language, 56*, 312–319. https://doi.org/10.1006/brln.1997.1851

Anttila, M., Hartikainen, S., Herukka, S-K., Kaasinen, V., & Tolppanen, A-M. (2020). Parkinsonin taudin lääkkeiden erityiskorvausoikeuden saajien määrän muutos vuosina 1996–2015. *Lääkärilehti, 43–44*(75), 2297–2302. Saatavilla internetissä: https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/alkuperaistutkimukset/parkinsonin-taudin-laakkeiden-erityiskorvausoikeuden-saajien-maaran-muutos-vuosina-1996-ndash-2015/

Arnold, C., Gehrig, J., Gispert, S., Seifried, C., & Kell, C. (2014). Pathomechanisms and compensatory efforts related to Parkinsonian speech. *NeuroImage: Clinical, 4*, 82–97. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2013.10.016

Atula, S. (2018). *Parkinsonin tauti*. Lääkärikirja Duodecim. Haettu 23.11.2020 osoitteesta https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00055

Brabenec, L., Mekyska, J., Galaz, Z., & Rektorova, I. (2017). Speech disorders in Parkinson's disease: Early diagnostics and effects of medication and brain stimulation. *Journal of Neural Transmission, 124*, 303–334. https://doi.org/10.1007/s00702-017-1676-0

Ben-David, B., & 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

Benke, T., Hohenstein, C., Poewe, W., & Butterworth, B. (2000). Repetitive speech phenomena in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 69(3)*, 319–325. https://doi.org/10.1136/jnnp.69.3.319

Boersma, P., & Weenink, D. (2018). PRAAT: Doing phonetics by computer [tietokoneohjelma]. Versio 6.1.06. Haettu 1.1.2020 osoitteesta https://www.fon.hum.uva.nl/praat/download_mac.html

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

Duffy, J. (2020). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management* (4. painos). St. Louis: Elsevier.

Duodecim Sanakirjat (2020). Kustannus Oy Duodecim. Haettu 10.3.2021 osoitteesta https://www-terveysportti-fi.libproxy.tuni.fi/sovellukset/sanakirjat/#/

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

Freed, D. (2012). *Motor speech disorders, diagnosis and treatment* (2. painos). San Diego: Singular Pub. Group.

Gadesmann, M., & Miller, N. (2008). Reliability of speech diadochokinetic test measurement. *International Journal of Language and Communication Disorders, 43*(1), 41–54. https://doi.org/10.1080/13682820701234444

Goetz, C., Poewe, W., Rascol, O., Sampaio, C., Stebbins, G., Counsell, C., Giladi, N., Holloway, R., Moore, C., Wenning, G., Yahr, M., & Seidl, L. (2004). Movement Disorder society task force report on the Hoehn and Yahr stating scale: Status and recommendations. *Movement Disorders, 19*(9), 1020–1028. https://doi.org/10.1002/mds.20213

Guenther, F. (2016). *Neural control of speech*. London: The MIT Press.

Hammer, M., & Barlow, S. (2010). Laryngeal somatosensory deficits in Parkinson's disease: implications for speech respiratory and phonatory control. *Experimental Brain Research, 201*(3), 401–409. https://doi.org/10.1007/s00221-009-2048-2

Holtgraves, T., & Giordano, M. (2017). Parkinson's disease without dementia. Teoksessa L. Cummings (toim.), *Research in Clinical Pragmatics: Perspectives in Pragmatics, Philosophy and Psychology 11* (s. 379–407). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47489-2_15

Icht, M., & Ben-David, B. (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

Icht, M., & Ben-David, B. (2018). Evidence-based clinical recommendations for the administration of the sequential motion rates task. *Communication Disorders Quarterly, 39*(3), 442–448. https://doi.org/10.1177/1525740117713165

Jacewicz, E., Fox, R., & O'Neill, C. (2009). Articulation rate across dialect, age, and gender. *Language Variation and Change, 21*, 233–256. https://doi.org/10.1017/S0954394509990093

Kaasinen, V. (2017). Parkinsonin taudin varhainen toteaminen ja uudet diagnostiset kriteerit. *Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim, 133*(13), 1265–1271.

Kaasinen, V. (2019). *Parkinsonin tauti. Lääkärin käsikirja*. Haettu 23.11.2020 osoitteesta https://www-terveysportti-fi.libproxy.tuni.fi/dtk/ltk/avaa?p_artikkeli=ykt00911

Karlsson, F., & Hartelius, L. (2019). How well does diadochokinetic task performance predict articulatory imprecision? Differentiating individuals with Parkinson's disease from control subjects. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 71*, 251–260. https://doi.org/10.1159/000498851

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. (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

Kent, R., Kent, J., & Rosenbek, J. (1987). Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 52*, 367–387. https://doi.org/10.1044/jshd.5204.367

Kent, R., Weismer, G., Kent, J., Vorperian, H., Duffy, J. (1999). Acoustic studies of dysarthric speech: Methods, progress, and potential. *Journal of Communication Disorders, 32*, 141–186. https://doi.org/10.1016/S0021-9924(99)00004-0

Knuijt, S., Kalf, J., Van Engelen, B., Geurts, A., & de Swart, B. (2019). Reference values of maximum performance tests of speech production. *International Journal of Speech-Language Pathology, 21*, 56–64. https://doi.org/10.1080/17549507.2017.1380227

Kosin, M. (2020). *Idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien suoriutuminen oraalisesta diadokokinesiasta, monitapaustutkimus*. Kandidaatintutkielma. Tampere: Tampereen yliopisto. Saatavilla: http://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004243658

Laerd Statistics (2015a). *Independent-samples t-test using SPSS Statistics. Statistical tutorials and software guides.* Haettu 17.5.2021 osoitteesta https://statistics.laerd.com/

Laerd Statistics (2015b). *Mann-Whitney U test using SPSS Statistics. Statistical tutorials and software guides*. Haettu 8.2.2021 osoitteesta https://statistics.laerd.com/

Laerd Statistics (2017). *One-way ANCOVA using SPSS Statistics. Statistical tutorials and software guides*. Haettu 8.2.2021 osoitteesta https://statistics.laerd.com/

Laerd Statistics (2018a). *Pearson's product-moment correlation using SPSS Statistics. Statistical tutorials and software guides*. Haettu 8.2.2021 osoitteesta https://statistics.laerd.com/

Laerd Statistics (2018b). *Spearman's correlation using SPSS Statistics. Statistical tutorials and software guides*. Haettu 8.2.2021 osoitteesta https://statistics.laerd.com/

Lyytinen, J., & Kaakkola, S. (2005). Selviääkö Parkinsonin taudin mysteeri? *Duodecim, 121*, 275–284.

Martikainen, K., & Reinikainen, K. (n.d.). *Unified Parkinson's Disease Rating Scale 1, suomenkielinen versio 1,0*. Turku: Parkinsonliitto ry. Haettu 11.2.2021 osoitteesta https://www.parkinson.fi/updrs-fin

Martínez-Sánchez, F., Meilán, J., Carro, J., Gómez Íniguez, C., Millian-Morell, L., Pujante Valverde, I., López-Alburquerque, T., & López D. (2016). Speech rate in Parkinson's disease: A controlled study. *Neurologia, 31*(7), 466–472.

Miller, N. (2017). Communication changes in Parkinson's disease. *Practical Neurology, 17*(4), 266–274. https://doi.org/10.1136/practneurol-2017-001635

Mirdamadi, J. (2016). Cerebellar role in Parkinson's disease. *Journal of Neurophysiology, 116*(3), 917–919. https://doi.org/10.1152/jn.01132.2015

Muistipotilaan arviointi ja arvioinnin työkalut. Käypä hoito -suositus. A. Rosenvall & T. Hänninen. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016 (viitattu 11.2.2021). Saatavilla internetissä: https://www.kaypahoito.fi/nix02416

Nishio, M., & Niimi, S. (2006). Comparison of speaking rate, articulation rate and alternating motion rate in dysarthric speakers. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 58*(2), 114–131. https://doi.org/10.1159/000089612

Novotný, M., Rusz, J., Čmejla, R., & Růžička, E. (2014). Automatic evaluation of articulatory disorders in Parkinson's disease. *IEEE/ACM transactions on audio, speech, and language processing, 22*(9), 1366–1378. https://doi.org/10.1109/TASLP.2014.2329734

Nummenmaa, L., Holopainen, M., & Pulkkinen, P. (2016). *Tilastollisten menetelmien perusteet* (1.–2. painos). Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Ortiz, K., Brabo, N., & Minett, T. (2016). Sensorimotor speech disorders in Parkinson's disease: Programming and execution deficits. *Dementia & Neuropsychologia, 10*(3), 210–216. https://doi.org/10.1590/S1980-5764-2016DN1003007

Parkinsonin tauti. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologisen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim, 2019 (viitattu 23.11.2020). Saatavilla internetissä: https://www.kaypahoito.fi/hoi50042

Perez-Lloret, S., Négre-Pagés, L., Ojero-Senard, A., Damier, P., Destée, A., Tison, F., Merello, M., Rascol, O., & COPARK Study Group. (2012). Oro-buccal symptoms (dysphagia, dysarthria, and sialorrhea) in patients with Parkinson's disease: Preliminary analysis from the French COPARK cohort. *European Journal of Neurology, 19*(1), 28–37. https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2011.03402.x

Pierce, J., Cotton, S., & Perry, A. (2013). Alternating and sequential motion rates in older adults. *International Journal of Language and Communication Disorders, 48*(3), 257–264. https://doi.org/10.1111/1460-6984.12001

Presotto, M., Olchik, M., Shuh, A., & Rieder, C. (2015). Assessment of nonverbal and verbal apraxia in patients with Parkinson's disease. *Parkinson's disease, 2015*, 1–8. https://doi.org/10.1155/2015/840327

Ricciardi, L., Ebreo, M., Graziosi, A., Barbuto, M., Sorbera, C., Morgante, L., & Morgante, F. (2016). Speech and gait in Parkinson's disease: When rhythm matters. *Parkinsonism and Related Dirsorders, 32*, 42–47. https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.08.013

Rinne, J. (1997). Miten Parkinsonin tauti syntyy? *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim, 113*(18), 1819–1824.

Rusz, J., Hlavnička, J., Čmejla, R., & Růžička, E. (2015). Automatic evaluation of speech rhythm instability and acceleration in dysarthrias associated with basal ganglia dysfunction. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 3*(104), 1–11. https://doi.org/10.3389/fbioe.2015.00104

Rusz, J., Tykalová, T., Krupička, R., Zárubová, K., Novotný, M., Jech, R., Szabó, Z., & Růžička, E. (2017). Comparative analysis of speech impairment and upper limb motor dysfunction in Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission, 124*(4), 463–470. https://doi.org/10.1007/s00702-016-1662-y

Sapir, S. (2014). Multiple factors are involved in the dysarthria associated with Parkinson's disease: a review with implications for clinical practice and research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 57*(4), 1330–1343. https://doi.org/10.1044/2014_jslhr-s-13-0039

Schalling, E., Johansson, K., & Hartelius, L. (2017). Speech and communication changes reported by people with Parkinson's disease. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 69*, 131–141. https://doi.org/10.1159/000479927

Senft, V., Stewart, T., Bekolay, T., Eliasmith, C., & Kröger, B. (2016). Inhibiting basal ganglia regions reduces syllable sequencing errors in Parkinson's disease: A computer simulation study. *Frontiers in Computational Neuroscience, 12*, 1–13. https://doi.org/10.3389/fncom.2018.00041

Skodda, S. (2011). Aspects of speech rate and regularity in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences, 310*(1), 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., Grönheit, W., Mancinelli, N., & Schlegel, U. (2013). Progression of voice and speech impairment in the course of Parkinson's disease: A longitudinal study. *Parkinson's disease, 2013*, 1–8. https://doi.org/10.1155/2013/389195

Skodda, S., & Schlegel, U. (2008). Speech rate and rhythm in Parkinson's disease. *Movement Disorders, 23*(7), 958–992. https://doi.org/10.1002/mds.21996

Smith, K., & Caplan, D. (2018). Communication impairment in Parkinson's disease: Impact of motor and cognitive symptoms on speech and language. *Brain and Language, 185*, 38–46. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2018.08.002

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

Tarnanen, K., Pekkonen, E., & Atula, S. (2019). *Parkinsonin tauti. Käyvän hoidon potilasversiot*. Haettu 4.11.2020 osoitteesta https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=khp00057&p_hakusana=Parkinsonin%20tauti

Tavi, L. (2019). Prosodiaskripti. [PRAAT-puheanalyysiohjelman lisäosa]. Itä-Suomen yliopisto.

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

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2019). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakkoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Saatavilla https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakkoarvioinnin_ohje_2020.pdf

Tysnes, O., & 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

Walsh, B., & Smith, A. (2012). Basic parameters of articulatory movements and acoustics in individuals with Parkinson's disease. *Movement Disorders 27*(7), 843–850. https://doi.org/10.1002/mds.24888

Watkins, K., & Jenkinson, N. (2015). The anatomy of the basal ganglia. Teoksessa G. Hickok, & S. Small (toim.), *Neurobiology of Language* (s. 85–94). London: Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00008-0

Wong, M., Murdoch, B., & Whelan B-M. (2012). Lingual kinematics during rapid syllable repetition in Parkinson's disease. *International Journal of Language and 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

Ziegler, W., Schölderle, T., Brendel, B., Amsellem, J., & Staiger, J. (2019). Higher-faster-farther: Maximum performance tests in the assessment of neurogenic speech impairment. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 71*, 261–274. https://doi.org/10.1159/000495784

Liite 1. Modifioitu Hoehn & Yahr -luokitus (UPDRS-Fin, V) (Martikainen & Reinikainen, n.d.).

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 (ryhtimuutos) 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.

UPDRS-Fin V Unified Parkinson's Disease Rating Scale [1], suomenkielinen versio 1.0

[1]Fahn S, Elton R, Members of the UPDRS Development Committee. In: Fahn S, Marsden CD, Calne DB, Goldstein M, eds. Recent Developments in Parkinson's Disease. Vol.2. Florham Park, NJ. Macmillan Health Care Information 1987, pp 153-163, 293-304

Liite 2. Parkinsonin tautia sairastavien puhujien (n = 19) taustatiedot

ID	Ikä (vuotta)[1]			Diagnoosista kulunut aika (vuotta)[1]			*Hoehn ja Yahr -luokitus			MMSE (maksimipisteet 30)		
PN1	74			11			1			29		
PN2	64			1			1			27		
PN3	66			15			1,5			28		
PN4	62			6			1,5			27		
PN5	53			6			1,5			29		
PN6	70			5			2			27		
PN7	75			2			2			27		
PN8	48			6			2			28		
PN9	77			8			3			27		
PN10	71			6			4			28		
PM1	82			5			1			28		
PM2	62			3			1			27		
PM3	67			0			1			26		
PM4	70			6			1			29		
PM5	65			1			1			29		
PM6	77			6			1,5			29		
PM7	75			4			2			27		
PM8	68			2			3			29		
PM9	75			2			4			29		
Yht. (n=19)	***ka***	***vv***	***md***	***ka***	***vv***	***md***	***ka***	***vv***	***md***	***ka***	***vv***	***md***
	68,5	48–82	70	5,0	0–15	5	1,8	1–4	1,5	27,9	26–29	28

PN = tutkittavan sukupuoli nainen, PM = tutkittavan sukupuoli mies, MMSE = Mini Mental State Examination -seula, *ka* = keskiarvo, *vv* = vaihteluväli, *md* = mediaani, [1] = tutkittavien ikä ja diagnoosista kulunut aika raportoitu aineistonkeruuvuodelta (2018), *Hoehn ja Yahr -luokitus nähtävillä liitteessä 1

Liite 3. Tutkimuksessa käytetyt diadokokinesian tehtävät

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien (n = 19) ja *Puhesignaalin piirteet terveillä puhujilla* - tutkimushankkeesta valittujen neurologisesti terveiden puhujien (n = 9) tehtävänannot:

> Tarvitset sekuntikellon. Pyydä tutkittavaa toistamaan seuraavat tavusarjat normaalilla nopeudella tasaiseen tahtiin vähintään viiden sekunnin ajan. Tutkija antaa mallin ja näyttää sitten kädellä merkin, kun 5 sekuntia on täynnä.
> *pa pa pa…*
> *ta ta ta…*
> *ka ka ka…*
>
> Pyydä tutkittavaa toistamaan samat tavut mahdollisimman nopeasti mutta selkeästi viiden sekunnin ajan. Anna taas lyhyt esimerkki. Anna tutkittavalle kädellä merkki, kun 5 sekuntia on kulunut.
> *papapapa…*
> *tatatata…*
> *kakakaka…*
>
> Pyydä tutkittavaa toistamaan seuraavaa tavusarjaa mahdollisimman nopeasti mutta selkeästi viiden sekunnin ajan. Näytä tavusarja erilliseltä paperilta. Anna taas itse esimerkki ja tutkittavalle kädellä merkki, kun 5 sekuntia on kulunut.
> *pataka pataka pataka pataka…*

Tutkijan itse keräämän aineiston tehtävänanto neurologisesti terveille puhujille (n = 11):

> Tarvitset sekuntikellon. Pyydä tutkittavaa toistamaan seuraavat tavut mahdollisimman nopeasti ja tasaisella rytmillä viiden sekunnin ajan. Näytä tavusarja erilliseltä paperilta. Anna lyhyt esimerkki toistosta. Anna tutkittavalle kädellä merkki, kun 5 sekuntia on kulunut.
> *papapapa…*
> *tatatata…*
> *kakakaka…*
>
> Pyydä tutkittavaa toistamaan seuraavaa tavusarjaa mahdollisimman nopeasti ja tasaisella rytmillä viiden sekunnin ajan. Näytä tavusarja erilliseltä paperilta. Anna esimerkki toistosta ja tutkittavalle kädellä merkki, kun 5 sekuntia on kulunut.
> *pataka pataka pataka pataka…*

Liite 4. Sujumattomuusesimerkkien notaatiomerkit (soveltaen Korpijaakko-Huuhka, 2003)

(pa)	sulkeissa epäselvästi kuultu tavu tai foneemi
<pataka>	kuulonvaraisesti arvioituna nopeutunut tavusarja
>pataka<	kuulonvaraisesti arvioituna hidastunut tavusarja
***pa**	tähti tavun edessä kuvaa tavun tuottamista kuiskauksena

Liite 5. Pro gradun tutkimustiedote ja suostumuslomake

TIEDOTE TUTKITTAVILLE

Pyydän Teitä osallistumaan kokeellisen tutkimukseen, joka on osa Tampereen yliopiston logopedian tutkinto-ohjelman Kuuluva ääni -tutkimushanketta. Perehtymällä tähän tiedotteeseen ja allekirjoittamalla ohessa olevan suostumuslomakkeen voitte lupautua tutkimushenkilöksi.

Tutkimuksen toteuttaa logopedian maisterivaiheen opiskelija Marianne Kosin, jota ohjaa logopedian tutkinto-ohjelman yliopiston lehtori, dosentti Leena Rantala. Tutkimuksen eettisyys on arvioitu vuoden 2018 keväällä Tampereen yliopiston ihmistieteiden eettisessä toimikunnassa ja tutkimussuunnitelma hyväksytty lehtori Rantalan toimesta toukokuussa 2020. Lisäkysymyksiä tutkimuksesta ja siihen osallistumisesta voi esittää Marianne Kosinille puhelimitse tai sähköpostitse.

Tutkimuksen tarkoitus

Kansainvälisten tutkimusten ja kirjallisuuden perusteella, idiopaattiseen Parkinsonin tautiin liittyvä puhemotorinen häiriö, hypokineettinen dysartria, aiheuttaa monenlaisia ja osin yksilöllisesti vaihtelevia muutoksia kyseisen potilasryhmän puhe- ja kommunikaatiokykyyn. Hypokineettiselle dysartrialle ominaisia oireita ovat muun muassa muutokset äänessä ja artikulaation liikelaajuuksien kaventuminen. Kliinistä työtä tekevät puheterapeutit arvioivat hypokineettiseen dysartriaan liittyvää puheenoireistoa oraalisella diadokokinesialla, joka on maksimaalista suorituskykyä mittaava testi.

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää, kuinka idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavat suomenkieliset henkilöt suoriutuvat oraalisesta diadokokinesia -tehtävästä verrattuna neurologisesti terveisiin saman ikäisiin puhujiin. Samalla tutkimuksen tarkoituksena on luoda normiaineistoa siitä, kuinka neurologisesti terveet henkilöt suoriutuvat tästä tehtävästä.

Tutkimuksen kulku

Tutkimukseen valitaan 20 tervettä tutkittavaa, joiden äidinkieli on suomi. Tutkittavien tulee olla iältään noin 45–75-vuotiaita. Puolet tutkittavista on miehiä (n=10) ja puolet naisia (n=10). Tutkimukseen tarvittavan aineiston kerääminen terveen kontrolliryhmän osalta tehdään vuoden 2020 aikana, jolloin jokaista tutkittavaa tavataan kerran. Tämän tapaamiskerran aikana tutkija haastattelee koehenkilöitä muun muassa terveyshistoriaan liittyen, tekee lyhyen muistin arvion ja tallentaa puhenäytteitä. Tapaaminen kestää arviolta tunnista kahteen tuntiin (1-2 h).

Terveen kontrolliryhmän lisäksi tutkimukseen on aikaisemmin valikoitu 20 Parkinsonin tautia sairastavaa henkilöä, joiden osalta tutkimuksessa hyödynnettävä aineisto on kerätty vuonna 2018 osana Tampereen yliopiston Kuuluva ääni -hanketta.

Mikäli sairastatte tai olette sairastaneet jotakin neurologista sairautta (esim. aivoverenkierronhäiriö, dementia, MS-tauti, Parkinsonin tauti tai amyotrofinen lateraaliskleroosi eli ALS), tai puheenmotorista häiriötä (esim. puheen apraksiat ja dysartriat, änkytys), ette sovellu tutkimukseen. Esimerkiksi verenpainetauti, kilpirauhasen liika- tai vajaatoiminta, diabetes tai aivojen, kaulan ja kasvojen alueen ulkopuolella sijaitseva syöpä, eivät estä tutkimukseen osallistumista.

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota. Myöskään mahdollisia matkakuluja ei korvata. Mikäli ette sovellu tutkimukseen tai ette halua osallistua siihen, Teidän ei tarvitse ilmoittaa siitä tutkimuksen tekijälle.

Tutkimukseen liittyvät riskit ja hyödyt

Tämä tutkimus ei aiheuta välitöntä riskiä tai hyötyä. Pääsette kuitenkin osallistumaan tutkimukseen, joka auttaa puheterapeutteja erottamaan entistä luotettavammin hypokineettisen dysartrian neurologisesti terveestä puheesta, oraalisen diadokokinesian avulla. Lisäksi osallistumisenne tuottaa logopedian alan tarvitsemaa tutkimustietoa suomenkielisten aikuisten puhujien puheenpiirteistä. Tutkimukseen osallistuminen edellyttää tutkijan tapaamista yhden kerran vuoden 2020 aikana.

Vapaaehtoisuus

Tähän tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Halutessanne voitte milloin tahansa jättäytyä tutkimuksesta pois, ilmoittamalla asiasta tutkimuksen tekijälle Marianne Kosinille. Jos päätätte keskeyttää tutkimuksen, siihen mennessä Teiltä kerättyjä tietoja ja tallennettuja puhenäytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

Tietosuoja

Tutkimusta varten Teiltä kerätään haastattelemalla tietoa muun muassa terveyshistoriastanne, mahdollisista lääkityksistänne ja käyttämistänne puheen tai kuulon apuvälineistä. Oheisessa suostumuslomakkeessa, Teiltä pyydetään lupaa näiden tietojen keräämiseen ja puhenäytteiden tallentamiseen. Kaikkea tutkimuksessa saatua tietoa käsitellään niin, ettei henkilöllisyyttänne voida tunnistaa. Teille annetaan henkilökohtainen kirjain- ja numeroyhdistelmä heti tutkimuksen alussa ja sama yhdistelmä toimii tunnisteenanne tutkimuksen valmistumiseen saakka.

Äänitallenteet analysoidaan akustisesti ja tallenteista tehdään transkriptio eli äänitallenteet muutetaan kirjoitettuun muotoon. Näin saaduista tiedoista tutkimushenkilöä ei ole mahdollista tunnistaa. Analysoitavan aineiston numeerinen ja äänitallenteiden pohjalta kirjoitettu tieto säilytetään hankkeen loppuun saakka, mutta äänitallenteet tuhotaan opinnäytetyön valmistuttua. Numeerista ja kirjoitettua tietoa säilytetään Tampereen yliopiston vuorovaikutteisen teknologian suljetussa arkistossa. Aineistoon pääsevät vain arkiston valvoja ja nimetyt tutkijat, eikä tietoja luovuteta tutkimuksen ulkopuolisille henkilöille. Tutkimuksen tulokset raportoidaan yksilö- ja ryhmätasolla.

Tutkimustuloksista tiedottaminen

Tutkimuksen valmistuttua, tutkittavat voivat halutessaan pyytää henkilökohtaisia tuloksiaan nähtäväksi tutkimuksen tekijältä Marianne Kosinilta. Tutkimuksen arvioidaan valmistuvan vuonna 2021.

Tutkimuksesta vastaava opiskelija ja ohjaaja:

Tutkimuksen tekijä:
Marianne Kosin, logopedian tutkinto-ohjelman maisterivaiheen opiskelija

Ohjaaja:
Leena Rantala, logopedian tutkinto-ohjelman yliopistonlehtori, dosentti

SUOSTUMUS TUTKIMUSHENKILÖKSI

Allekirjoittamalla tämän lomakkeen

1. suostun vapaaehtoiseksi tutkimushenkilöksi pro gradu -tutkielmaa varten toteutettavaan tutkimukseen, joka on osa Kuuluva Ääni -tutkimusryhmän Parkinsonin taudin kuntoutusta käsittelevää tutkimusta
2. ilmoitan ymmärtäväni, että kuulun kontrolliryhmään
3. annan luvan ääni- ja puhetallenteiden äänittämiseen ja yleisten terveystietojen keräämiseen

Ääni- ja puheaineistojen säilyttäminen. Ääniaineistoja säilytetään Tampereen yliopiston vuorovaikutteisen teknologian suljetussa arkistossa ja aineiston analysoinnin ajan erillisellä muistitikulla. Aineistoon pääsee vain arkiston valvoja ja nimetyt tutkijat. Äänitallenteet analysoidaan akustisesti ja tallenteista tehdään transkriptio eli äänitallenteet muutetaan kirjoitettuun muotoon. Näin saaduista tiedoista tutkimushenkilöä ei ole mahdollista tunnistaa tutkimusraporteista. Tutkimus julkaistaan opinnäytetyönä.

Tutkimuksen eettisyys. Tutkimuksemme noudattaa ihmistieteisiin luettavien tutkimusalojen eettisiä eli hyvään tutkimuskäytäntöön liittyviä periaatteita. Yksityisyyden suoja kuuluu Suomen perustuslailla suojattuihin oikeuksiin ja sitä noudatetaan kaikissa tutkimusvaiheissa (aineiston keruu, käsittely ja tulosten julkaiseminen). Tutkimustehtävät ovat helppoja, eivätkä kuormita fyysisesti tai psyykkisesti. Tutkimushenkilöitä kohdellaan arvostavasti, ja tutkimusjulkaisuissa kirjoitustapa on kunnioittava. Osallistuminen tutkimukseen on vapaaehtoista, ja tutkittava antaa suostumuksensa kirjallisesti. Tutkittavalla on oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa. Tutkimuksen arvioidaan valmistuvan vuonna 2021.

Paikka ja päiväys | Allekirjoitus ja nimenselvennys

_____ _____