

University of Groningen

More than words: Recognizing speech of people with Parkinson's disease

Verkhodanova, Vass

DOI:
[10.33612/diss.183425053](https://doi.org/10.33612/diss.183425053)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2021

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Verkhodanova, V. (2021). *More than words: Recognizing speech of people with Parkinson's disease*. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.183425053>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Appendices

APPENDIX A

DATA COLLECTION PROTOCOL



Testhandleiding Dysarthria Project

J. den Hollander¹, dr. M. Coler²,
V. Verkhodanova², S. Timmermans³

¹ RUG, Faculteit der letteren, Oude Kijk in 't Jatstraat 26,
Groningen

² RUG, Campus Fryslân, Sophialaan 1, Leeuwarden

³ UMCG, Hanzeplein 1, Groningen

Volgorde van testonderdelen

1. MMSE
2. Questionnaire
3. Prolonged phonation
4. Interview for free speech elicitation
5. Picture description:
 - (a) cartoon picture
 - (b) photo
 - (c) Heaton picture
6. Intonation tasks:
 - (1) lexical stress
 - (2) sentence typing
7. Reading
8. DDK test (reduced to 5 repetitions)
9. Prolonged phonation

Additional tasks if patients are willing to proceed

6. Intonation tasks
 - (3) boundary markings (antwoorden en opsommen)
 - (4) boundary markings (nazeggen)
 - (5) focus

"Fijn dat u meedoet aan het onderzoek naar articulatie. We gaan beginnen met testjes die betrekking hebben op het denken. Daarna doorlopen we een vragenlijst en vervolgens gaan we verder met de testjes over het spreken."

1. MMSE

Gestandaardiseerde MMSE

© RM Kok, FRJ Verhey, 2002

Naam patiënt :

Datum invullen :

Naam invuller :

Ik ga u nu enkele vragen stellen en geef u enkele problemen om op te lossen. Wilt u alstublieft uw best doen om zo goed mogelijke antwoorden te geven.

noteer antwoordscore:

1. a. Welk jaar is het?
b. Welk seizoen is het?
c. Welke maand van het jaar is het?
d. Wat is de datum vandaag?
e. Welke dag van de week is het?
(0-5) _____
2. a. In welke provincie zijn we nu?
b. In welke plaats zijn we nu?
c. In welk ziekenhuis (instelling) zijn we nu?
d. Wat is de naam van deze afdeling?
e. Op welke verdieping zijn we nu?
(0-5) _____
3. Ik noem nu drie voorwerpen. Wilt u die herhalen nadat ik ze alle drie gezegd heb?
Onthoud ze want ik vraag u over enkele minuten ze opnieuw te noemen.
(Noem "appel, sleutel, tafel", neem 1 seconde per woord)
(1 punt voor elk goed antwoord, herhaal maximaal 5 keer tot de patiënt de drie woorden weet)
(0-3) _____
4. Wilt u van de 100 zeven aftrekken en van wat overblijft weer zeven aftrekken en zo doorgaan tot ik stop zeg?
(Herhaal eventueel 3 maal als de persoon stopt, herhaal dezelfde instructie, geef maximaal 1 minuut de tijd) Noteer hier het antwoord,
of
Wilt u het woord "worst" achterstevoren spellen?
Noteer hier het antwoord,
(0-5) _____
5. Noemt u nogmaals de drie voorwerpen van zojuist.
(Eén punt voor elk goed antwoord),
(0-3) _____
6. Wat is dit? En wat is dat?
(Wijs een pen en een horloge aan, Eén punt voor elk goed antwoord),
(0-2) _____
7. Wilt u de volgende zin herhalen: " Nu eens dit en dan weer dat ".
(Eén punt als de complete zin goed is)
(0-1) _____
8. Wilt u deze woorden tezen en dan doen wat er staat?
(papier met daarop in grote letters: "Sluit uw ogen")
(0-1) _____
9. Wilt u dit papiertje pakken met uw rechterhand, het dubbelvouwen en het op uw schoot leggen? (Eén punt voor iedere goede handeling),
(0-3) _____
10. Wilt u voor mij een volledige zin opschrijven op dit stuk papier?
(Eén punt wanneer de zin een onderwerp en een gezegde heeft en betekenis heeft),
(0-1) _____
11. Wilt u deze figuur natekenen?
(Figuur achterop dit papier, Eén punt als figuur geheel correct is nagetekend, Er moet een vierhoek te zien zijn tussen de twee vijfhoeken)
(0-1) _____

TOTALE TEST SCORE: (0-30) _____

Sluit uw ogen



2. Vragenlijst

Uw naam:

Datum van invullen: -- 2017

1. Heeft u voordat u de neurologische aandoening kreeg spraak- en/of taalproblemen gehad? Denk bijvoorbeeld aan stotteren, of moeite met lezen en schrijven.

ja*

nee

*Opmerkingen:

2. Gebruikt u medicatie? Zo ja, welke medicatie gebruikt u en wanneer neemt u die in (tijden)?

ja*

nee

*Opmerkingen:

3. Krijgt u een vorm van therapie die invloed heeft op het spreken? Denk bijv. aan logopedie.

ja*

nee

*Opmerkingen:

4. Is uw gehoor in orde (eventueel na correctie)?

ja

nee*

*Opmerkingen:

5. Is uw zicht in orde (eventueel na correctie)?

ja

nee*

*Opmerkingen:

6. Wat is uw moedertaal?

- Nederlands
- Fries
- Duits
- anders, namelijk:

7. Spreekt u thuis dialect? Kunnen mensen horen waar u vandaan komt als u praat?

- ja*
- nee

*Opmerkingen:

8. Met hoeveel personen spreekt u dagelijks? Telefoongesprekken worden meegeteld.

- met minder dan 3 personen
- met 3 tot 6 personen
- met 6 tot 10 personen
- met 10 of meer personen

9. Hoeveel tijd besteedt u dagelijks aan het lezen van kranten, tijdschriften, boeken of artikelen op het internet?

- minder dan een half uur
- een half uur tot een uur
- een uur tot twee uur
- meer dan twee uur

10. Wat is de hoogste opleiding die u heeft afgerond?

- basisonderwijs
- voortgezet onderwijs
- beroepsonderwijs
- wetenschappelijk onderwijs

Gelieve het antwoord op vraag 11 invullen.

11. Wat is uw (laatst uitgeoefende) beroep?

3. Prolonged phonation

Vraag de deelnemer om de klank /a/ zo lang mogelijk aan te houden.

4. Free speech – interview (> 3 min.)

"Ik zou u willen vragen mij ergens iets over te vertellen zodat we u eerst horen praten. Als u geen onderwerp weet, dan kan ik u wat vragen stellen."

1. Kunt u mij iets vertellen over uw eerste baan?
2. Kunt u mij iets vertellen over de plaats waar u bent opgegroeid?
3. Kunt u mij iets vertellen over uw hobby's?
4. Kunt u mij iets vertellen over uw familie?

5. Free speech – picture discription task

"In uw werkboek ziet u een afbeelding. Ik ga u hier twee vragen over stellen. U mag de afbeelding erbij houden. Daarna doen we dit nog twee keer met andere afbeeldingen"

1. Kunt u beschrijven wat u op deze afbeelding ziet?
2. Kunt u een verhaal met een begin, een midden en een eind maken over wat er op deze afbeelding gebeurt? Alsof u een verhaaltje vertelt aan een kind.

6. Prosody elicitation tasks

Onderdeel 6.1: Nazeggen en aanvullen (lexical stress)

"Ik ga een zin zeggen, waarvan het laatste woord ontbreekt. Het ontbrekende woord staat in uw werkboek. U mag de zin volledig herhalen en afmaken met het woord. We beginnen met een voorbeeld."

Voorbeeld: doorlopen

- a. Om op tijd te komen moeten wij [doorlopen].
- b. Voor deze baan moet de kandidaat het traject [doorlopen].

1. voorkomen
 - a. Deze aap zal in het wild weinig [voorkomen].
 - b. De chauffeur heeft het ongeluk [voorkomen].
2. doordringen
 - a. Het risico van deze stunt moet tot hem [doordringen].
 - b. De zonnestrallen kunnen het filter makkelijk [doordringen].
3. overkomen
 - a. Kelly zal speciaal voor de bruiloft uit Amerika [overkomen].
 - b. Een boodschap vergeten kan iedereen [overkomen].

4. ondergaan
 - a. Het vrachtschip zal door verkeerde belading [ondergaan].
 - b. De hond moet een operatie [ondergaan].
5. overdrijven
 - a. Wij zagen de donkere wolk [overdrijven].
 - b. Van een mug een olifant maken is hetzelfde als [overdrijven].

Onderdeel 6.2: Vragen en antwoorden (sentence typing)

"Voor de volgende opdracht geef ik u een instructiezin. Daarna vraag ik u hierover een vraag te stellen of een antwoord te geven. De eerste twee woorden van deze vraag of dit antwoord staan in uw werkboek. We beginnen met een voorbeeld."

Voorbeeld: De student kwam nooit naar de hoorcolleges.

a. U vraagt of hij de toets gehaald heeft.

[Heeft hij de toets gehaald?]

b. U zegt dat hij de toets gehaald heeft.

[Hij heeft de toets gehaald.]

1. Tessa kan niet gericht schieten.
 - a. U vraagt of zij de schietschijf geraakt heeft.
[Heeft zij de schietschijf geraakt?]
 - b. U zegt dat zij de schietschijf geraakt heeft.
[Zij heeft de schietschijf geraakt.]
2. Kasper is allergisch voor katten.
 - a. U vraagt of hij de kater gevoerd heeft.
[Heeft hij de kater gevoerd?]
 - b. U zegt dat hij de kater gevoerd heeft.
[Hij heeft de kater gevoerd.]
3. Erik kan geen noten lezen.
 - a. U vraagt of hij trompet gespeeld heeft.
[Heeft hij trompet gespeeld?]
 - b. U zegt dat hij trompet gespeeld heeft.
[Hij heeft trompet gespeeld.]
4. Sofie is altijd te laat.
 - a. U vraagt of zij op haar vriendinnen gewacht heeft.
[Heeft zij op haar vriendinnen gewacht?]
 - b. U zegt dat zij op haar vriendinnen heeft gewacht.
[Zij heeft op haar vriendinnen gewacht.]
5. Het huis staat al jarenlang leeg.
 - a. U vraagt wie het vervallen huis gekocht heeft.
[Wie heeft het vervallen huis gekocht?]
 - b. U zegt dat Piet het vervallen huis gekocht heeft.
[Piet heeft het vervallen huis gekocht.]

7. Reading task

"Ik zou u willen vragen om deze tekst aan mij voor te lezen."

De noordenwind en de zon

De noordenwind en de zon waren erover aan het redetwisten wie de sterkste was van hun beiden. Juist op dat moment kwam er een reiziger aan, die gehuld was in een warme mantel. Ze kwamen overeen dat degene die het eerst erin zou slagen de reiziger zijn mantel te doen uittrekken de sterkste zou worden geacht. De noordenwind begon toen uit alle macht te blazen, maar hoe harder hij blies, des te dichter trok de reiziger zijn mantel om zich heen, en ten lange leste gaf de noordenwind het op. Daarna begon de zon krachtig te stralen, en hierop trok de reiziger onmiddellijk zijn mantel uit. De noordenwind moest dus wel bekennen dat de zon van hun beiden de sterkste was.

8. Diadochokinesis task

"Bij dit onderdeel ga ik steeds een aantal klanken herhalen, ik doe dit twee of vijf keer. Ik wil u vragen om dit ook twee of vijf keer in hetzelfde tempo te herhalen."

Fasen:

- Twee keer op spreektempo voorzeggen
- Vijf keer op spreektempo voorzeggen
- Vijf keer in een versneld tempo voorzeggen

Lettergreep/lettergrepen:

/pa/
/ta/
/ka/
/pata/
/taka/
/pataka/

9. Prolonged phonation

Vraag de deelnemer om de klank /a/ zo lang mogelijk aan te houden.

Additional tasks if patients are willing to proceed

6. More prosody elicitation tasks

Onderdeel 6.3: Antwoorden en opsommen (boundary markings)

"Ik ga u een vraag stellen, waarbij het antwoord uit een opsomming van drie verschillende woorden bestaat. Deze drie woorden staan in uw werkboek. U mag mijn vraag met een volledige zin beantwoorden. Dit doen we voor elke vraag twee keer. We beginnen met een voorbeeld"

Voorbeeld: Andre houdt van dieren. Van welke dieren houdt hij?

- a. Andre houdt van katten, honden en vissen.
- b. Andre houdt van vissen, katten en honden.

1. Marjan gaat wat drinken met haar collega's. Wat bestelt zij?

- a. Zij bestelt [wijn, thee en bier.]
- b. Zij bestelt [bier, wijn en thee.]

2. Peter heeft nieuwe kleding nodig. Wat koopt hij?

- a. Hij koopt een [broek, een trui en een jas.]
- b. Hij koopt een [jas, een broek, en een trui.]

3. Rutger gaat dagelijks met het openbaar vervoer naar zijn werk. Waarmee reist hij?

- a. Hij reist met de [trein, de tram en de bus.]
- b. Hij reist met de [bus, de trein en de tram.]

Onderdeel 6.4: Nazeggen (boundary markings)

"Ik ga een zin zeggen, die u volledig mag herhalen. Er volgt steeds eerst een introductiezin, die u niet hoeft te herhalen."

4. Johan heeft een goede conditie.

- a. Het is voor hem vanzelfsprekend, dat hij de marathon loopt.
- b. Dat hij de marathon loopt, is voor hem vanzelfsprekend.

5. Sanne houdt van gezond eten.

- a. Niemand had verwacht, dat zij bij de snackbar werkt.
- b. Dat zij bij de snackbar werkt, had niemand verwacht.

6. Laura gaat met veel tegenzin naar kantoor.

- a. Haar baas kan niet begrijpen, dat zij een nieuwe baan zoekt.
- b. Dat zij een nieuwe baan zoekt, kan haar baas niet begrijpen.

Onderdeel 6.5: Ontkennen en bevestigen (focus)

"Ik ga u een vraag stellen die u met een volledige zin mag ontkennen of bevestigen. In uw werkboek ziet u "nee", als u mijn vraag mag ontkennen, en "ja" als u hem mag bevestigen. Ook het laatste woord van het antwoord staat in uw werkboek. We beginnen met een voorbeeld."

Voorbeeld

- a. Ken jij Ella van zangles? [Nee, ik ken haar van dansles.]
- b. Ken jij Ella van dansles? [Ja, ik ken haar van dansles.]

- 1a. Staat het servies in de keuken? [Nee, het servies staat in de kamer.]
- 1b. Staat het servies in de kamer? [Ja, het servies staat in de kamer.]

- 2a. Ben jij bij de bakker? [Nee, ik ben bij de slager.]
- 2b. Ben jij bij de slager? [Ja, ik ben bij de slager.]

- 3a. Bak jij de aardappels in olie? [Nee, ik bak de aardappels in boter.]
- 3b. Bak jij de aardappels in boter? [Ja, ik bak de aardappels in boter.]

- 4a. Staat het bier in de kelder? [Nee, het bier staat in de koelkast.]
- 4b. Staat het bier in de koelkast? [Ja, het bier staat in de koelkast.]

- 5a. Tel jij de gasten bij hun vertrek? [Nee, ik tel de gasten bij hun aankomst.]
- 5b. Tel jij de gasten bij hun aankomst? [Ja, ik tel de gasten bij hun aankomst.]

APPENDIX B
BACKGROUND AND LANGUAGE
QUESTIONNAIRE

Quantitative assessment of dysarthric speech in neurological disorders	Afdeling Neurologie UMCG
Vragenlijst versie 1, 14-11-2017, S.H. Timmermans	

Vragenlijst voor deelnemers aan het onderzoek:**'Quantitative assessment of dysarthric speech in neurological disorders'.****Nederlandse titel: 'Kwantitatief onderzoek naar dysarthrische spraak in neurologische aandoeningen'**

Naam:

Adres:

Postcode en woonplaats:

Telefoonnummer:

Geboortedatum:

Datum van invullen: ____ / ____ / ____ (dag/maand/jaar)

Wilt u bij de onderstaande vragen aankruisen wat van toepassing is op u en zo nodig een toelichting geven?

1. Wat is uw moedertaal? (Indien geen Nederlands: spreekt u dit nog thuis?)

 Nederlands Fries Duits anders, namelijk:

2. Spreekt u thuis dialect? Kunnen mensen horen waar u vandaan komt als u praat?

 ja* nee

*Opmerkingen:

3. Heeft u geheugenproblemen?

 ja* nee

*Opmerkingen:

Quantitative assessment of dysarthric speech in neurological disorders	Afdeling Neurologie UMCG
Vragenlijst versie 1, 14-11-2017, S.H. Timmermans	

4. Heeft u (voordat u de neurologische aandoening kreeg) spraak- en/of taalproblemen gehad? Denk bijvoorbeeld aan stotteren, of moeite met lezen en schrijven.

ja*

nee

*Opmerkingen:

5. Is uw gehoor in orde (eventueel na correctie)?

ja

nee*

*Opmerkingen:

6. Is uw zicht in orde (eventueel na correctie)?

ja

nee*

*Opmerkingen:

7. Gebruikt u medicatie? Zo ja, welke medicatie gebruikt u en wanneer neemt u die in (tijden)?

ja*

nee

*Opmerkingen:

.....

8. Krijgt u een vorm van therapie die invloed heeft op het spreken? Denk bijv. aan logopedie.

ja*

nee

*Opmerkingen:

Quantitative assessment of dysarthric speech in neurological disorders	Afdeling Neurologie UMCG
Vragenlijst versie 1, 14-11-2017, S.H. Timmermans	

Quantitative assessment of dysarthric speech in neurological disorders	Afdeling Neurologie UMCG
Vragenlijst versie 1, 14-11-2017, S.H. Timmermans	

9. Met hoeveel personen spreekt u dagelijks? Telefoongesprekken worden meegeteld.

- met minder dan 3 personen
- met 3 tot 6 personen
- met 6 tot 10 personen
- met 10 of meer personen

10. Hoeveel tijd besteedt u dagelijks aan het lezen van kranten, tijdschriften, boeken of artikelen op het internet?

- minder dan een half uur
- een half uur tot een uur
- een uur tot twee uur
- meer dan twee uur

11. Wat is de hoogste opleiding die u heeft afgerond?

- basisonderwijs
- voortgezet onderwijs
- beroepsonderwijs
- wetenschappelijk onderwijs

Gelieve het antwoord op vraag 12 invullen.

12. Wat is uw (laatst uitgeoefende) beroep?

.....

APPENDIX C

**THE FULL LIST OF STUDIES ON THE
PERCEPTION AND RECOGNITION OF
HD, AND THE MAIN FEATURES OF
THEIR DESIGNS**

C.1. STUDIES WHERE PEOPLE WITH PD SERVED AS LISTENERS

Reference	Participants	Design	Main result
Scott et al. (1984)	PDs: 28 (10f) HCs: 28 (15f) Listeners: PDs	Research question: Can PDs differentiate prosodic aspects? Target: Focus intonation, sentence type; lexical stress Language: EN Stimuli type: Pre-recorded sentences with different focus produced by neurologically healthy adults: intonation, sentence type, and pairs of verb phrases and noun phrases with different lexical stress (speaker's gender unknown) Stimuli count: 10 (4+4+2) Task: Participants were asked to comment on prosodic contrasts and the semantic role of prosody	Result: PDs performed worse than HCs on prosody discrimination tasks, though the difference was not statistically significant.
Darkins et al. (1988)	PDs: 30 (13f) HCs: 15 (6f) Listeners: PDs	Research question: What is effect of PD on prosody comprehension? Target: Lexical stress Language: EN Stimuli type: Pre-recorded words and phrases for picture matching prosody comprehension task produced by a neurologically healthy adult (speaker's gender unknown) Stimuli count: 20 Task: Multiple choice (picture matching)	Result: Prosody disorder in PD relates to motor control, not to a loss of the linguistic knowledge required to make prosodic distinctions. PDs are able to differentiate prosodic contrasts.

Reference	Participants	Design	Main result
Caekebeke et al. (1991)	PDs: 21 (9f) HCs: 14 (10f) Listeners: PDs	Research question: Is there a prosody disorder in PD? Does it manifest itself in both perception and production? Target: Prosodic differences (not specified, but implies focus, sentence type and lexical stress) Language: Dutch Stimuli type: Pre-recorded statements devoid of emotion, but prosodically different, produced by a neurologically healthy adult (speaker's gender unknown) Stimuli count: 16 (6+8+2) Task: Participants were asked to give the same or different judgement on the pairs of sentences differing in linguistic prosody	Result: There was no evidence found to support the suggestion that prosody disorder also manifests itself in the perception of prosody. PD and HC groups did not differ significantly in their judgements.
Pell (1996)	PDs: 11 (5f) HCs: 11 (5f) Listeners: PDs	Research question: How is linguistic prosody affected in PDs? Target: Lexical stress, sentence type Language: EN Stimuli type: Pre-recorded word pairs differing on primary stress location and sentences of different intonation types (female speaker) Stimuli count: 108 (18+90) Task: Multiple forced-choice (picture matching, description matching)	Result: A general reduction in the ability of PDs to identify linguistic prosodic meaning without loss in the ability to perceive phonemic stress contrasts or discriminate between prosodic patterns.

Reference	Participants	Design	Main result
Lloyd (1999)	<p>PDs: 11 (?f) HCs: 20 (?f) Listeners: PDs</p>	<p>Research question: How is prosody perception and comprehension affected in PDs? Target: Lexical stress Language: EN Stimuli type: Pre-recorded words and noun phrases produced by a neurologically healthy adult (female speaker) Stimuli count: (144 and 32) Task: Same/different paradigm for discrimination, and multiple choice for comprehension</p>	<p>Result: PDs can exhibit impairments in the comprehension of prosody, however only some PDs do so, and deficits vary greatly.</p>
De Keyser et al. (2016)	<p>PDs: 14 (4f) HCs: 14 (4f) Listeners: Speakers</p>	<p>Research question: What is the overall perception of the PDs own speech characteristics compared to HCs? Target: Speech characteristics including prosodic (intensity, speech rate, pitch) Language: NL Stimuli type: Spontaneous speech and reading of non-sense sentences words together with the sentence “the was a man from Finland” produced by participants with PD and by HC participants. The “man from Finland” sentence was presented at five intensity levels Stimuli count: 1 min of speech per speaker, 19 9 sentences Task: Rating on the visual analog scale for two different conditions: immediate perception and playback perception</p>	<p>Result: Despite the poorer overall estimation of their own speech, PDs did not rate prosodic characteristics (speech rate, pitch, intensity) differently from the control group.</p>

Reference	Participants	Design	Main result
Martens et al. (2016)	PDs: 22 (6f) HCs: 22 (6f) Listeners: PDs	Research question: How are communicative functions of prosody perceived by PDs? Target: Lexical stress, boundary marking, focus, sentence type Language: NL Stimuli type: Pre-recorded words, phrases and sentences produced by neurologically healthy adult (female speaker) Stimuli count: 96 (24 each) Task: Same/different paradigm for discrimination, two and multiple forced-choice questions for comprehension	Result: No significant differences in prosody comprehension or perception were found between PDs and HCs.
Basirat et al. (2018)	PDs: 15 (4f) HCs: 15 (11f) Listeners: PDs	Research question: Is there a relationship between the perception and production of intonation in PDs? Target: Sentence type Language: FR Stimuli type: Question-statement pairs of sentences in audio and audio-visual modalities produced by neurologically healthy adult (male speaker) Stimuli count: 60 (20 each) Task: Two force-choice	Result: Prosody disorder in PD weakens the performance of PDs in processing prosody cues during speech perception.

Table C.1 | Studies where people with PD served as listeners

C.2. STUDIES WHERE NEUROLOGICALLY HEALTHY PEOPLE SERVED AS LISTENERS ASSESSING SPEECH AFFECTED BY HD

Reference	Participants	Design	Main result
Blonder et al. (1989)	<p>PDs: 21 (10f)</p> <p>HCs: 17 (9f)</p> <p>Listeners: 2 (gender ratio unknown)</p>	<p>Research question: What is the relationship between lateral hemiparkinsonism and linguistic prosody?</p> <p>Target: Lexical stress, sentence type</p> <p>Language: English</p> <p>Stimuli type: (1) Set of pre-recorded sentences with different intonations, and a set on stress placement differentiation; read question- and statement sentences, repeated sentences, completed sentences (speaker's gender unknown);(2) Read question and statement sentences, repeated sentences, completed sentences – by PDs</p> <p>Stimuli count: (1) 36 (20+16);(2) unknown</p> <p>Task: (1) Forced-choice;(2) Ratings with different scaling</p>	<p>Result: There was no difference between PDs and HCs in identifying prosodic contrasts in sentences. There was difference for lexical discrimination based on stress.</p>
Bunton et al. (2001)	<p>PDs: 4(2f) + 6 CVA (4f)</p> <p>HCs: 10 (5f)</p> <p>Listeners: 10 (5f)</p>	<p>Research question: How does flattened f0 in HD affect intelligibility?</p> <p>Target: Sentence type</p> <p>Language: English</p> <p>Stimuli type: Resynthesized sentences from the Fisher-Logemann Test of Articulation Competence with various degrees of f0 flattening</p> <p>Stimuli count: 800 (10 per speaker X 4 re-synthesis conditions X 20 speakers)</p> <p>Task: 7-point equal-interval scale</p>	<p>Result: Sentence-level f0 variations are perceptually important for speech intelligibility, even when the f0 range is severely restricted.</p>

Reference	Participants	Design	Main result
Whitehill et al. (2003)	<p>PDs: 19 (5f)</p> <p>HCs: -</p> <p>Listeners: 10 (gender ratio unknown)</p>	<p>Research question: What is the perceptual speech 'profile' for Cantonese PD speakers? Are non-expert listeners reliable in perceptual judgements of HD speech?</p> <p>Target: Prosodic features (Voice quality, intensity, pitch, speech rate)</p> <p>Language: Cantonese</p> <p>Stimuli type: Standard Chinese reading passage</p> <p>Stimuli count: 21 speech samples 30-second long</p> <p>Task: 4- and 7-point equal-interval scale</p>	<p>Result: Particularly severely affected dimensions were those relating to voice, reduced pitch, and loudness variation, and imprecise consonants. Inter-listener reliability was relatively high, suggesting a benefit of training listeners for the perceptual rating of HD.</p>
Pell et al. (2006)	<p>PDs: 12 (10f)</p> <p>HCs: 12 (6f)</p> <p>Listeners: 20 (10f)</p>	<p>Research question: What is the impact of prosody disorder on vocal-prosodic communication from the perspective of listeners?</p> <p>Target: Stress, focus, sentence type</p> <p>Language: English</p> <p>Stimuli type: Read words, phrases and sentences, sentence repetition</p> <p>Stimuli count: 21 (6 + 9 + 6)</p> <p>Task: Forced-choice</p>	<p>Result: The most affected contexts were stress distinctions (especially focus) and emotional prosody. Rising question intonation was also significantly affected.</p>
De Letter et al. (2007)	<p>PDs: 10 (5f)</p> <p>HCs: -</p> <p>Listeners: 4 (3f)</p>	<p>Research question: What is the relationship between prosodic characteristics and comprehensibility in different medication states?</p> <p>Target: Prosodic features (intensity, pitch, speech rate)</p> <p>Language: Dutch</p> <p>Stimuli type: Video-taped Dutch version of "The north wind and the sun" in "on" and "off" medication state</p> <p>Stimuli count: unknown (probably 20)</p> <p>Task: Rating on a 10cm ten point scale with severely abnormal at the left and normal at the right end.</p>	<p>Result: A significant increase was found in the perceived variation in pitch, intensity and comprehensibility in the "on" state, while no significant changes in speech rate variability were observed.</p>

Reference	Participants	Design	Main result
Plowman-Prine et al. (2009)	PDs: 16 (4f) HCs: - Listeners: 3 (gender ratio unknown)	Research question: What is the effect of Levodopa on perceptual dimensions? Target: 35 perceptual dimensions from (Darley et al., 1969a) Language: English Stimuli type: Read speech (“Grandfather passage”) in “on” and “off” medication state Stimuli count: 32 Task: Rating on a 7 Likert scale	Result: “Deviant dimensions” of HD by (Darley et al., 1969a) were validated. No significant differences were found between medical states.
Ma et al. (2010a)	PDs: 10 (2f) HCs: - Listeners: 12 (gender ratio unknown)	Research question: What is the prosodic impairment in PD Cantonese speakers? What is the effect of different types of speech stimuli on the perceptual rating of prosody? Target: Prosodic features (voice quality, intensity, pitch, speech rate) Language: Cantonese Stimuli type: Single sentences, a standard Chinese reading passage ‘North Wind and the Sun’ and a video clip description Stimuli count: ? (perhaps 15 + 1 + 1) Task: Rating on a 10cm ten point scale	Result: The most severely affected prosodic parameters were monopitch, harsh voice, and monoloudness. No statistically significant differences were found between the three types of stimuli.
Ma et al. (2010b)	PDs: 14 (9f) HCs: - Listeners: 20 (gender ratio unknown)	Research question: How does PD affect intonation contrasts in the perception of HD in spoken Cantonese? Target: Sentence type Language: Cantonese Stimuli type: Statements and intonation questions Stimuli count: 576 (36 sentences X 14 speakers) Task: Forced-choice	Result: Listeners identified statements with a high degree of accuracy, and mainly used f0 cues at the final syllable for intonation identification.

Reference	Participants	Design	Main result
Martens et al. (2011)	<p>PDs: 18 (11f)</p> <p>HCs: 18 (11f)</p> <p>Listeners: 3 (gender ratio unknown)</p>	<p>Research question: What is effect of PD on communicative efficiency conveyed through prosody?</p> <p>Target: Boundary marking, focus, sentence type</p> <p>Language: Dutch</p> <p>Stimuli type: Reading sentences and imitation</p> <p>Stimuli count: 15</p> <p>Task: Forced-choice</p>	<p>Result: HCs, compared to PDs, performed significantly better on imitation, but not on reading, boundary marking, focus, and sentence typing.</p>
Kuo et al. (2014)	<p>PDs: 16 (8f)</p> <p>HCs: 32 (22f)</p> <p>Listeners: 50 (gender ratio unknown)</p>	<p>Research question: What are the acoustic variables associated with variations in intelligibility at a faster-than-habitual rate for PD speakers?</p> <p>Target: Prosodic features (speech rate, pitch)</p> <p>Language: English</p> <p>Stimuli type: Harvard Psychoacoustic Sentences (half at habitual rate and half at faster than habitual rate)</p> <p>Stimuli count: 50 (25 + 25)</p> <p>Task: Intelligibility rating on 150 mm continuous, computerized Visual Analog Scale</p>	<p>Result: Acoustic contributions to intelligibility under rate modulation are complex and vary substantially. Suprasegmental modulations, such as f₀, were demonstrated to be very important for intelligibility.</p>
Martens et al. (2015)	<p>PDs: 11 (4f)</p> <p>HCs: -</p> <p>Listeners: 3 (gender ratio unknown, 3 SLTs)</p>	<p>Research question: What is the effect of intensive intonation treatment for IPDS on the perception of HD intonation contrasts?</p> <p>Target: Sentence type</p> <p>Language: Dutch</p> <p>Stimuli type: Sentence reading and sentence repetition pre- and post-treatment</p> <p>Stimuli count: 640 (40 block of 16 samples)</p> <p>Task: Forced-choice</p>	<p>Result: A significant improvement in listeners' identification of sentence types in PD speech after treatment.</p>

Reference	Participants	Design	Main result
Anand and Stepp (2015)	PDs: 16 (4f) HCs: 5 (5m) Listeners: 16 (10f)	Research question: What is the effect of listener perceptions of monopitch on speech naturalness and intelligibility? Target: Prosodic feature (pitch) Language: English Stimuli type: Monologues Stimuli count: 42 (21 speakers X 2 utterances) Task: Visual sort and rank method	Result: A moderate correlation was found between monopitch and intelligibility, and a high correlation between monopitch and naturalness
Klopfenstein (2015)	PDs: 4 (3m) HCs: - Listeners: 69 (gender ratio unknown)	Research question: What are the acoustic variables related to within-speaker variations in naturalness in HD? Target: Prosodic feature (pitch) linked with naturalness Language: English Stimuli type: Single sentences, a short story and spontaneous speech Stimuli count: 436 (109 per speaker) Task: Rating on 1–9 Likert scale	Result: Within-speaker analysis shows an association between several acoustic correlates of prosody (f0, intensity and phrase final lengthening) and the degree of naturalness of speech.
Harris et al. (2016)	PDs: 15 (9f) HCs: 15 (9f) Listeners: 10 (gender ratio unknown, 5 senior neurologists, 5 residents in neurology)	Research question: Could the speech of PDs be distinguished from that of HCs purely on the basis of aural perception? Target: Prosodic feature (pitch) Language: Dutch Stimuli type: Monologues Stimuli count: 30 (20-30s sample per speaker) Task: Yes-no paradigm	Result: The results of serial assessment scores demonstrated that eight out of fifteen PDs were identified as 'probably or definitely' IPD. For the forced-choice assessment, PDs were identified correctly, on average, by 82% of the assessors.

Table C.2 | Studies where neurologically healthy people served as listeners assessing speech affected by HD

APPENDIX D
PAIRWISE COMPARISONS FOR FOUR
GROUPS IN THE STUDY II ON SLT
EXPERTISE AND LANGUAGE
BACKGROUND

Table D.1 | Pairwise comparisons (Tukey post hoc test results) with and without confidence weight, H stands for healthiness task, S-PD – for sentence type task on PD speech, S-HC – for sentence type task on control speech. G-nDU stands for nDU listeners with Germanic language background, S-nDU – for nDU listeners with Slavic language background.

Group pairs	task	p-value		Difference in means		95% CI	
		w	w/o	w	w/o	w	w/o
DU DT	H	<0.001	<0.001	0.11	0.08	[0.1 , 0.11]	[0.07, 0.08]
nDU DT	H	<0.001	<0.001	0.1	0.05	[0.09, 0.1]	[0.04, 0.05]
nDU DU	H	<0.001	<0.001	-0.01	-0.03	[-0.01, 0]	[-0.04, -0.03]
DU DT	S-PD	<0.001	<0.001	-0.49	-0.49	[-0.5 , -0.48]	[-0.5 , -0.48]
nDU DT	S-PD	<0.001	<0.001	-0.92	-0.93	[-0.92, -0.91]	[-0.93, -0.92]
nDU DU	S-PD	<0.001	<0.001	-0.42	-0.43	[-0.43, -0.42]	[-0.44, -0.4]
DU DT	S-HC	<0.001	<0.001	-0.54	-0.57	[-0.55, -0.53]	[-0.59, -0.56]
nDU DT	S-HC	<0.001	<0.001	-1.21	-1.31	[-1.23, -1.2]	[-1.32, -1.3]
nDU DU	S-HC	<0.001	<0.001	-0.67	-0.74	[-0.69, -0.66]	[-0.75, -0.73]
G-nDU DT	H	<0.001	<0.001	0.18	0.15	[0.17, 0.18]	[0.14, 0.16]
S-nDU DT	H	<0.001	<0.001	0.1	0.05	[0.1 , 0.11]	[0.04, 0.06]
G-nDU DU	H	<0.001	<0.001	0.07	0.07	[0.06, 0.08]	[0.06, 0.08]
S-nDU DU	H	0.116	<0.001	-0.01	-0.03	[-0.01, 0]	[-0.04, -0.02]
S-nDU G-nDU	H	<0.001	<0.001	-0.08	-0.1	[-0.08, -0.07]	[-0.11, -0.09]
G-nDU DT	S-PD	<0.001	<0.001	-0.82	-0.83	[-0.83, -0.81]	[-0.84, -0.82]
S-nDU DT	S-PD	<0.001	<0.001	-0.92	-0.92	[-0.94, -0.91]	[-0.93, -0.91]
G-nDU DU	S-PD	<0.001	<0.001	-0.33	-0.34	[-0.34, -0.32]	[-0.35, -0.33]
S-nDU DU	S-PD	<0.001	<0.001	-0.43	-0.43	[-0.44, -0.42]	[-0.44, -0.42]
S-nDU G-nDU	S-PD	<0.001	<0.001	-0.1	-0.09	[-0.11, -0.09]	[-0.1 , -0.08]
G-nDU DT	S-HC	<0.001	<0.001	-1.18	-1.3	[-1.19, -1.16]	[-1.32, -1.29]
S-nDU DT	S-HC	<0.001	<0.001	-1.2	-1.29	[-1.21, -1.18]	[-1.3 , -1.27]
G-nDU DU	S-HC	<0.001	<0.001	-0.64	-0.73	[-0.65, -0.63]	[-0.75, -0.72]
S-nDU DU	S-HC	<0.001	<0.001	-0.66	-0.71	[-0.67, -0.65]	[-0.73, -0.7]
S-nDU G-nDU	S-HC	0.003	<0.001	-0.02	0.02	[-0.03, 0]	[0.01, 0.03]

APPENDIX E

DESCRIPTIONS OF ALL PREDICTORS USED IN THE RF MODELLING

Label	Domain	Description
MPT	Phonation	Maximum Phonation Time in seconds was calculated from prolonged phonation of vowel /a:/. MPT characterizes the aerodynamic efficiency of the vocal tract reflected by the maximum duration of the prolonged vowel.
HNR	Phonation	Harmonics-to-noise ratio, the amount of noise in the speech signal, mainly due to incomplete vocal fold closure. HNR is defined as the amplitude of noise relative to tonal components in speech
SD F1, /a:/	Phonation	Standard deviation of the first formant /a:/ measured in Hz. The high standard deviation of formants indicates the unstable nature of the measured vowel.
Mean F1, /a:/	Phonation	Mean of the first formant of /a:/ measured in Hz. Mean values of formants may consistently differ in disordered and healthy speech.
SD F2, /a:/	Phonation	Standard deviation of the second formant of /a:/ measured in Hz. The high standard deviation of formants indicates the unstable nature of the measured vowel.
Mean F2, /a:/	Phonation	Mean of the second formant of /a:/ measured in Hz. Mean values of formants may consistently differ in disordered and healthy speech.
Jitter	Phonation	Jitter is a measure of frequency perturbation. It is defined as the variability of the f_0 from one cycle to the next.

Label	Domain	Description
f_0 variance, /a:/	Phonation	Pitch variance estimation was defined as average of the squared deviations from the mean of f_0 , variation in frequency of vocal fold vibration.
Speech rate, stimuli	Prosody	Speech rate in stimuli was measured as the number of syllables divided by the total time of the recording for each stimulus.
Speech rate, context	Prosody	Speech rate in context was measured as the number of syllables divided by the total time of the recording for each stimulus extracted with its 1/3 of its length context.
Articulation rate, stimuli	Prosody	Articulation rate in stimuli was measured as a number of syllables divided by phonation time in the recording for each stimulus.
Articulation rate, context	Prosody	Articulation rate in context was measured as a number of syllables divided by phonation time in the recording for each stimulus extracted with its 1/3 of its length context.
f_0 variance, stimuli	Prosody	Pitch variance estimation was defined as the average of the squared deviations from the mean of f_0 , variation in frequency of vocal fold vibration. It was measured for each stimulus.
f_0 variance, context	Prosody	Pitch variance estimation was defined as the average of the squared deviations from the mean of f_0 , variation in frequency of vocal fold vibration. It was measured for each stimulus extracted with its 1/3 of its length context.
Silences, stimuli	Prosody	Inappropriate silences were defined as the number of pauses relative to total speech time after removing periods of silence lasting less than 60 ms. Measurements were performed for each stimulus.
Silences, context	Prosody	Inappropriate silences were defined as the number of pauses relative to total speech time after removing periods of silence lasting less than 60 ms. Measurements were performed for each stimulus extracted with its 1/3 of its length context.

Label	Domain	Description
VAI	Articulation	Vowel articulation index, based on formant centralization, was defined in as eq. (2.2). The vowels were extracted from the fourth sentence of the “North wind and the sun” text, which contained all three vowels.
VSA	Articulation	Vowel articulation index, based on formant centralization, was defined as eq. (2.1). The vowels were extracted from the fourth sentence of the “North wind and the sun” text, which contained all three vowels.

Table E.2 | Acoustic predictors (based on Brabenec et al. (2017), Muhammad et al. (2011), Kim et al. (2011b), De Keyser et al. (2016))

Table E.1 | Demographic predictors.

Label	Description
Disease duration	Duration of the disease expressed as four quantiles of disease duration distribution
Speaker ID	Unique ID number assigned to each speaker
Speaker age	Age of each speaker at the moment of recording, expressed in years
Speaker gender	Speaker gender
Dialect	Absence or presence of self-reported dialectal pronunciation
Diagnosis	Absence or presence of PD diagnosis
Listener ID	Unique ID number assigned to each listener

APPENDIX F

RESULTS AND ANALYSES IN A LONGITUDINAL SINGLE CASE STUDY

Table F.1 | List of features and tasks

Feature	Speech tasks	Description
MPT	Prolonged phonation	Maximum Phonation Time in seconds was calculated from prolonged phonation of vowel /a:/. MPT characterizes the aerodynamic efficiency of the vocal tract reflected by the maximum duration of the prolonged vowel HNR Prolonged phonation.
HNR	Prolonged phonation	Harmonics-to-noise ratio, the amount of noise in the speech signal, mainly due to incomplete vocal fold closure. HNR is defined as the amplitude of noise relative to tonal components in speech.
Jitter	Prolonged phonation	Jitter is a measure of frequency perturbation. It is defined as the variability of the f_0 from one cycle to the next.
Mean f_0	Prolonged phonation; monologues; reading	Mean of the fundamental frequency measured in Hz.
Mean F1	Prolonged phonation	Mean of the first formant of /a:/ measured in Hz.
Mean F2	Prolonged phonation	Mean of the second formant of /a:/ measured in Hz.
f_0 variability	Monologues; reading	Pitch variability estimation was defined as the average of the squared deviations from the mean of f_0 , variation in frequency of vocal fold vibration.
Speech rate	Monologues; reading	Speech rate in context was measured as the number of syllables divided by the total time of the recording.
Articulation rate	Monologues; reading	Articulation rate in stimuli was measured as a number of syllables divided by phonation time of the recording.
Inappropriate silences	Monologues; reading	Inappropriate silences were defined as the number of pauses relative to total speech time after removing periods of silence lasting less than 60 ms.

Table E.2 | Results of analysis of therapy effect after deduction of the general for the rate features in Dutch and English monologues.

Features	Dutch		English	
	F(2, 32)	<i>p</i>	F(2, 32)	<i>p</i>
Speech rate	0.17	0.844	0.113	0.893
Articulation rate	0.036	0.965	0.424	0.658

Table E3 | Results of the linear regression for inappropriate silences over time in Dutch and English.

Predictors	Inappropriate silences, Dutch			Inappropriate silences, English		
	Est.	CI	<i>p</i>	Est.	CI	<i>p</i>
(Intercept)	0.15	0.11:0.19	<.001	0.16	0.13:0.20	<.001
Week	0.00	-0.00:0.00	0.283	0.00	-0.00:0.00	0.101
Data points	35			35		
R^2 / adjusted R^2	0.035/0.006			0.079/0.051		

Table E4 | Results of linear regression on articulation rates: Dutch and English monologues.

Predictors	Articulation rate, Dutch			Articulation rate, English		
	Est.	CI	<i>p</i>	Est.	CI	<i>p</i>
(Intercept)	4.93	4.76:5.11	<.001	4.73	4.57:4.90	<.001
Week	-0.00	-0.00:0.00	0.761	-0.00	-0.00:0.00	0.607
Data points	35			35		
R^2 / adjusted R^2	0.003/-0.027			0.008/-0.022		

Table E5 | Results of linear regression on speech rates: Dutch and English monologues.

Predictors	Speech rate, Dutch			Speech rate, English		
	Est.	CI	<i>p</i>	Est.	CI	<i>p</i>
(Intercept)	3.85	3.69:4.01	<.001	3.77	3.63:3.92	<.001
Week	-0.00	-0.00:0.00	0.719	-0.00	-0.00:0.00	0.607
Data points	35			35		
R^2 / adjusted R^2	0.004/-0.026			0.051/0.023		

Table E6 | Results of the linear regression for inappropriate silences over time in Dutch and English.

Predictors	Inappropriate silences, Dutch			Inappropriate silences, English		
	Est.	CI	<i>p</i>	Est.	CI	<i>p</i>
(Intercept)	0.22	0.19:0.25	<.001	0.27	0.23:0.30	<.001
Week	0.00	-0.00:0.00	0.204	0.00	-0.00:0.00	0.448
Data points	35			35		
R^2 / adjusted R^2	0.048/0.020			0.018/-0.012		

APPENDIX G

EXAMPLES OF EXPERIMENTAL SETTINGS: SCREENSHOTS

Screenshots from JATOS-based experiment (Dutch version)

Voer alstublieft uw deelnemersnummer in.

Deelnemersnummer is

In dit experiment zijn er twee delen. U zult verschillende stemmen beoordelen.
U luistert slechts eenmaal naar elk item. Elk onderdeel begint met een korte oefensessie gevolgd door de echte sessie.

In het eerste deel zul u naar zinnen luisteren die zijn uitgesproken door verschillende personen.
U zult beoordelen hoe gezond de zinnen voor u klinken.

We beginnen met een oefensessie.

Vond u deze stem gezond klinken?

Hoe zeker bent u van uw antwoord?

In het tweede deel zult u naar zinnen luisteren die zijn uitgesproken door verschillende personen.
De zinnen verschillen in intonatie. U wordt gevraagd om te bepalen of de zin een vraag of een mededeling is.

We beginnen met een oefensessie.

Was deze zin een vraag of een mededeling?

Hoe zeker bent u van uw antwoord?

Hartelijk dank voor uw deelname!

Screenshots from the experiment in OpenSesame

Instructies

Dit is een experiment om te beoordelen hoe goed mensen met spraakproblemen intonatie gebruiken. Het experiment bestaat uit vier delen. In elk deel zult u naar woorden of korte zinnen luisteren.

1. In het eerste deel luistert u naar de woorden met verschillende nadruk.
2. In het tweede deel luistert u naar zinnen die vragen of mededelingen zijn.
3. In het derde deel luistert u naar bijzinnen die aan het begin of aan het einde van de zin staan (ze klinken als een volledig afgeronde zin of niet).
4. In het vierde deel luistert u naar zinnen die een bevestiging of een ontkenning zijn.

We zullen u een eenvoudige vraag over elk item stellen en u kan antwoorden door te kiezen uit de lijst met opties. U luistert slechts eenmaal naar elk item.

Elk onderdeel begint met een korte oefensessie gevolgd door een echte sessie.

Ok

Instructies voor Deel 1

In het eerste deel zult u naar afzonderlijke woorden luisteren die zijn uitgesproken door verschillende personen. De woorden verschillen in klemtoon. U wordt gevraagd om te bepalen op welk deel van het woord de klemtoon ligt (bijvoorbeeld DOORlopen of doorLOPEN).

Woorden zullen worden herhaald, maar dit betekent niet dat het klemtoonpatroon hetzelfde is of dat het woord door dezelfde persoon wordt uitgesproken.

Vergeet niet dat u elk item maar één keer zult horen!

We beginnen met een oefensessie.

Ok

Oefensessie, Deel 1 {1/2}

Welk deel van het woord wordt benadrukt?

- VOORkomen
- voorKOMEN
- onmogelijk om te beslissen

Instructies voor Deel 2

In het tweede deel zult u naar zinnen luisteren die zijn uitgesproken door verschillende personen. De zinnen verschillen in intonatie. U wordt gevraagd om te bepalen of de zin een vraag of een mededeling is.

Zinnen zullen worden herhaald, maar dit betekent niet dat ze hetzelfde zijn of dat ze door dezelfde persoon worden gesproken.

Vergeet niet dat u elk item maar één keer zult horen!

We beginnen met een oefensessie.

Ok

Oefensessie, Deel 2 {1/2}

Was de zin een vraag of een mededeling?

- Vraag
- Mededeling
- onmogelijk om te beslissen

Instructies voor Deel 1

In het eerste deel zult u naar afzonderlijke woorden luisteren die zijn uitgesproken door verschillende personen. De woorden verschillen in klemtoon. U wordt gevraagd om te bepalen op welk deel van het woord de klemtoon ligt (bijvoorbeeld DOORlopen of doorLOPEN).

Woorden zullen worden herhaald, maar dit betekent niet dat het klemtoonpatroon hetzelfde is of dat het woord door dezelfde persoon wordt uitgesproken.

Vergeet niet dat u elk item maar één keer zult horen!

We beginnen met een oefensessie.

Ok

Oefensessie, Deel 3 {1/2}

Klinkt dit als een volledig afgeronde zin?

- Ja
- Nee
- onmogelijk om te beslissen

Instructies voor Deel 4

In het vierde deel zult u naar zinnen luisteren die zijn uitgesproken door verschillende personen. De zinnen verschillen in intonatie (ontkenning of bevestiging). U wordt gevraagd om te bepalen of de zin sprake van een bevestiging of een ontkenning.

Zinnen zullen worden herhaald, maar dit betekent niet dat ze hetzelfde zijn of dat ze door dezelfde persoon worden gesproken.

Vergeet niet dat u elk item maar één keer zult horen!

We beginnen met een oefensessie.

Ok

Oefensessie, Deel 4 {1/2}

Is in deze zin sprake van een bevestiging of een ontkenning?

- Bevestiging
- Ontkenning
- onmogelijk om te beslissen

Het is voorbij!

Hartelijk dank voor uw deelname!

Einde

APPENDIX H

SOURCE CODE

The source code written for this dissertation can be found here:

<https://osf.io/r542y/>

DOI 10.17605/OSF.IO/R542Y

SUMMARY

Parkinson's disease (PD) is the fastest-growing neurological disorder in the world, with approximately 10 million people at the moment living with the diagnosis. The disease is commonly characterised by a combination of both motor symptoms (such as tremor) and a range of non-motor symptoms (such as depression or disturbed sleep) that can appear before the motor syndrome. Hypokinetic dysarthria (HD) is one of the symptoms that appear in early stages of the disease progression.

According to the literature, there are multiple ways in which HD affects speech of people with PD. Overall, speech production difficulties experienced by people with PD lead to difficulties with communication. These may have serious repercussions for many areas of life of people with PD, eventually leading to communication anxiety and the feeling of societal isolation. Moreover, although these people often start to experience difficulties in communication before intelligibility impairment, it is rare for researchers to study recognition of listeners with no clinical background and to explore aspects of speech other than intelligibility.

The main aim of this dissertation is to gain insights into listeners' impressions of dysarthric speech and to uncover acoustic correlates of those impressions. We do this by exploring two sides of communication: acoustics of speech production of people with PD, and aspects of listeners' recognition of speech of people with PD.

The first part of this dissertation contributes to the evidence on acoustic characteristics of HD. Chapter 2 describes the two pilot studies exploring acoustic correlates of vowel articulation in German-speaking people with PD with and without mild cognitive impairment (MCI), as well as acoustic correlates of vowel articulation and prosody in speech of Dutch people with PD. The results of both studies confirmed the sensitivity of the vowel articulation index (VAI) measurement for detecting the vowel centralization in spontaneous speech of people with PD. The study of German speakers also demonstrated the detrimental effect of MCI on vowel articulation leading to more pronounced vowel centralization effects in the male group of people both with PD and MCI. The study on Dutch speakers showed a monotonous pitch trend and a reduced speech rate in recordings of people with PD.

Furthermore, the first part of the dissertation explores listeners' recognition of linguistic prosody produced by people with PD. Building upon the classical description of speech changes in HD introduced by Darley, Aronson and Brown in 1969, Chapter 3 systematically reviews the literature exploring how listeners with different expertise (trained and untrained in the field of speech and language therapy) assess dysarthric speech. The results suggest that similar acoustic cues are prominent for both groups of listeners. Chapter 4 reports on the results of the experiment on recognition of linguistic prosody in dysarthric speech, providing insights into how well listeners recognize the linguistic prosody in speakers with HD compared to speakers with other types of dysarthria (ataxic and mixed). Among four different intonation recognition tasks, the task of recognizing

question/statement intonations proved to be the most sensitive for differentiating among dysarthria types. Both the recognition accuracy results and acoustic measurements of fundamental frequency demonstrated that speakers with HD had the most prominent prosodic deviance among all three groups with dysarthria.

The second part of the dissertation examines how accurately listeners can recognize speech of people with PD. It uncovers the acoustic cues that allow listeners to recognize speech of people with PD differently compared to the speech of control speakers. Chapter 5 deals with the questions of listeners' expertise and training as well as familiarity with the speakers' language, while Chapter 6 investigates the correlation between acoustic cues in dysarthric speech and listeners' responses in a speech recognition task. By means of a series of cross-linguistic experiments with different listener groups, we demonstrated that training in either speech therapy or in phonetics together with familiarity with speakers' language are significant factors and may have different effects on dysarthric speech recognition. As expected, trained listeners outperformed untrained Dutch and non-Dutch listeners in recognizing the question/statement intonations. However, recognition of speech as healthy or unhealthy yielded contradictory results for the trained group. Independent of their training – either in speech and language therapy or in phonetics – trained listeners had lower accuracy in recognizing speech as healthy/unhealthy compared to the untrained groups.

Additionally, native language also played an important role in the recognition of speech of people with PD. Surprisingly, in the healthiness recognition task, it was the untrained non-Dutch listeners with native Germanic languages who performed more accurately than Dutch trained and untrained groups. The predictive modelling of listeners' responses in the task of recognizing speech as healthy or unhealthy highlighted aspects of phonation and prosody that serve as prominent markers of speech healthiness for listeners independent of what their first language or expertise are.

The third part of this dissertation follows one bilingual speaker with PD. The two studies included in part three report on the longitudinal changes as captured by both acoustic measurements and by experimental results reflecting listeners' speech recognition. The speech healthiness assessment experiment in Chapter 7 was conducted on the first year of the speaker's recordings, and the results demonstrated that trained and untrained listeners rated the later recordings as less healthy relative to the earlier ones. Moreover, listeners' experience with speech disorders influenced the trend, which was more pronounced for the trained listeners compared to the listeners with no prior experience with speech disorders. These findings showed once again that in both cross-sectional (part two) and longitudinal case studies (part three), the factor of listeners' training influences the recognition of speech of people with PD.

By tracking phonation and prosody related features over 3.6 years, including the pre-, concurrent, and post-speech therapy periods, Chapter 8 reveals that all measurements have similar trends in general, irrespective of the spoken language, while some of them demonstrate more pronounced and significant trends in one language and task type only. This exploratory analysis of acoustic change provided evidence of the presence of speech therapy effects in both languages, even though the therapy was administered only in Dutch, the native language of the speaker.

From the combined findings of this dissertation, it becomes clear that the speech

changes that reflect the manifestations of HD are expressed in the acoustics of speech. Evidence from the studies demonstrates that HD-related changes in speech are apparent to a wide population of listeners that differ in their training, native languages or familiarity with speech disorders. This dissertation also reports on the findings that support the existing evidence about the presence of language-universal speech characteristics of HD. Regarding the longitudinal perspective, the densely measured acoustic change investigated simultaneously in two working languages of one bilingual speaker with PD provides insights into the speech change development in bilingual people with PD. The reported findings indicate a clear benefit to speech tracking in people with PD, which may help in the therapy management or even in the early detection of dysarthria in PD.

Our findings have implications for improving speech therapy in dysarthria in PD and for raising awareness of HD in the multilingual world. Viewing dysarthric speech recognition as a multidimensional system of variables opens the field of communication issues of people with PD towards more holistic and at the same time fine-grained speech analyses within the context of multilingualism and healthy ageing.

SAMENVATTING

De ziekte van Parkinson (PD) is de snelst groeiende neurologische aandoening ter wereld, met momenteel ongeveer 10 miljoen mensen die met de diagnose leven. De ziekte wordt gewoonlijk gekenmerkt door een combinatie van zowel motorische symptomen (zoals tremoren) als een reeks niet-motorische symptomen (zoals depressies of slaapstoornissen) die vóór het motorische syndroom kunnen optreden. Hypokinetische dysartrie (HD) is een van de symptomen die in een vroeg stadium van de ziekteprogressie optreden.

Volgens de literatuur zijn er meerdere manieren waarop HD de spraak van mensen met PD beïnvloedt. In het algemeen leiden alle spraakproductieproblemen waarmee mensen met PD te maken krijgen tot verschillende problemen met de communicatie. Dit kan ernstige gevolgen hebben voor veel aspecten van het leven van mensen met PD, en uiteindelijk leiden tot communicatieangst en het gevoel van sociaal isolement. Hoewel deze mensen vaak al problemen met de communicatie beginnen te ondervinden voordat de verstaanbaarheid afneemt, is het bovendien zeldzaam dat onderzoekers de herkenning van luisteraars zonder klinische achtergrond bestuderen en andere aspecten van de spraak dan de verstaanbaarheid onderzoeken.

Het belangrijkste doel van dit proefschrift is om inzicht te verkrijgen in de indrukken die luisteraars hebben van dysartrische spraak en om akoestische correlaten van die indrukken bloot te leggen. We doen dit door twee kanten van communicatie te onderzoeken: de akoestiek van spraakproductie van mensen met PD, en aspecten van de herkenning van spraak van mensen met PD door luisteraars.

Het eerste deel van dit proefschrift draagt bij aan het bewijs over akoestische kenmerken van HD. Hoofdstuk 2 beschrijft de twee pilot studies die akoestische correlaten van klinker articulatie onderzochten bij Duitse-sprekende mensen met PD met en zonder mild cognitieve stoornis (MCI), evenals akoestische correlaten van klinker articulatie en prosodie in spraak van Nederlandse mensen met PD. De resultaten van beide studies bevestigden de gevoeligheid van de meting van de klinkerarticulatie-index (VAI) voor het detecteren van de centralisatie van klinkers in spontane spraak van mensen met PD. De studie van Duitse sprekers toonde ook het nadelige effect van MCI op de articulatie van klinkers aan, wat leidde tot meer uitgesproken centralisatie-effecten van klinkers in de mannelijke groep van mensen met zowel PD als MCI. De studie onder Nederlandstaligen toonde een monotone toonhoogtetrend en een verlaagd spreektempo in opnames van mensen met PD.

Verder onderzoekt het eerste deel van het proefschrift de herkenning door luisteraars van linguïstische prosodie geproduceerd door mensen met PD. Voortbouwend op de klassieke beschrijving van spraakveranderingen in HD, geïntroduceerd door Darley, Aronson en Brown in 1969, bespreekt Hoofdstuk 3 systematisch de literatuur die onderzoekt hoe luisteraars met verschillende expertise (getraind en ongetraind op het gebied van spraak- en taaltherapie) dysartrische spraak beoordelen. De resultaten suggereren dat voor beide groepen luisteraars vergelijkbare akoestische cues prominent aanwezig zijn. Hoofdstuk

4 rapporteert over de resultaten van het experiment naar herkenning van linguïstische prosodie in dysartrische spraak, en geeft inzicht in hoe goed luisteraars de linguïstische prosodie herkennen in sprekers met HD in vergelijking met sprekers met andere typen dysartrie (ataxisch en gemengd). Van de vier verschillende intonatie herkenningstaken bleek de taak van het herkennen van vraag/statement intonaties het meest gevoelig voor het differentiëren tussen dysartrie types. Zowel de resultaten van de herkenningsnauwkeurigheid als de akoestische metingen van de fundamentele frequentie toonden aan dat sprekers met HD de meest prominente prosodische afwijking hadden van alle drie de groepen met dysartrie.

Het tweede deel van het proefschrift onderzoekt hoe accuraat luisteraars spraak van mensen met PD kunnen herkennen. Het legt de akoestische signalen bloot die luisteraars in staat stellen spraak van mensen met PD te onderscheiden van de spraak van sprekers uit de controlegroep. Hoofdstuk 5 behandelt de vragen over de expertise en training van luisteraars en de bekendheid met de taal van de sprekers, terwijl hoofdstuk 6 de correlatie onderzoekt tussen akoestische cues in dysartrische spraak en de reacties van luisteraars in een spraakherkenningstaak. Door middel van een serie cross-linguïstische experimenten met verschillende groepen luisteraars, toonden we aan dat training in logopedie of in fonetiek samen met vertrouwdheid met de taal van de spreker significante factoren zijn en verschillende effecten kunnen hebben op dysartrische spraakherkenning. Zoals verwacht presteerden getrainde luisteraars beter dan ongetrainde Nederlandse en niet-Nederlandse luisteraars in het herkennen van de vraag/statement intonaties. De herkenning van spraak als gezond of ongezond leverde echter tegenstrijdige resultaten op voor de getrainde groep. Onafhankelijk van hun opleiding - in spraak- en taaltherapie of in fonetiek - hadden getrainde luisteraars een lagere nauwkeurigheid in het herkennen van spraak als gezond/ongezond in vergelijking met de ongetrainde groepen.

Bovendien speelde ook de moedertaal een belangrijke rol bij de herkenning van spraak van mensen met PD. Verrassend genoeg waren het de ongetrainde niet-Nederlandse luisteraars met een Germaanse moedertaal die in de gezondheidsherkenningstaak accurater presteerden dan de Nederlandse getrainde en ongetrainde groepen. De voorspellende modellering van de responsen van luisteraars in de taak om spraak als gezond of ongezond te herkennen, legde de nadruk op aspecten van fonatie en prosodie die voor luisteraars dienen als prominente markers van spraakgezondheid, onafhankelijk van wat hun eerste taal of expertise is.

Het derde deel van dit proefschrift volgt één tweetalige spreker met PD. De twee studies in deel drie rapporteren over de longitudinale veranderingen zoals die zijn waargenomen door zowel akoestische metingen als door experimentele resultaten die de spraakherkenning van luisteraars weergeven. Het experiment met de beoordeling van de spraakgezondheid in hoofdstuk 7 werd uitgevoerd gebaseerd op het eerste jaar van de opnames van de spreker, en de resultaten toonden aan dat getrainde en ongetrainde luisteraars de latere opnames als minder gezond beoordeelden dan de eerdere. Bovendien was de ervaring van de luisteraars met spraakstoornissen van invloed op de trend, die meer uitgesproken was voor de getrainde luisteraars in vergelijking met de luisteraars zonder eerdere ervaring met spraakstoornissen. Deze bevindingen toonden opnieuw aan dat zowel in cross-sectionele (deel twee) als longitudinale casestudies (deel drie), de factor van de training van de luisteraars van invloed is op de herkenning van spraak

van mensen met PD. Door het volgen van fonatie en prosodie gerelateerde kenmerken gedurende 3.6 jaar, inclusief de pre-, tijdens- en post-spraaktherapie periodes, onthult hoofdstuk 8 dat alle metingen in het algemeen vergelijkbare trends vertonen, onafhankelijk van de gesproken taal (Engels of Nederlands), terwijl sommige meer uitgesproken en significante trends vertonen in slechts één taal en taak type. Deze verkennende analyse van akoestische veranderingen leverde bewijs voor de aanwezigheid van logopedische effecten in beide talen, ook al werd de therapie alleen gegeven in het Nederlands, de moedertaal van de spreker.

Uit de gecombineerde bevindingen van dit proefschrift wordt duidelijk dat de spraakveranderingen die de manifestaties van HD weerspiegelen, tot uitdrukking komen in de akoestiek van de spraak. De studies tonen aan dat aan HD gerelateerde veranderingen in spraak duidelijk zijn voor een brede populatie van luisteraars die verschillen in hun opleiding, moedertaal of bekendheid met spraakstoornissen. Dit proefschrift rapporteert ook over de bevindingen die het bestaande bewijs over de aanwezigheid van taal-universele spraakkenmerken van HD ondersteunen. Wat het longitudinale perspectief betreft, biedt de gelijktijdig gemeten akoestische verandering in twee werktalen van één tweetalige spreker met PD inzichten in de spraakveranderingsontwikkeling bij tweetalige mensen met PD. De gerapporteerde bevindingen wijzen op een duidelijk voordeel van het volgen van spraak bij mensen met PD, wat kan helpen bij het therapiemanagement of zelfs bij de vroege detectie van dysartrie bij PD.

Onze bevindingen hebben implicaties voor de verbetering van de spraaktherapie bij dysartrie bij PD en voor de bewustmaking van HD in de meertalige wereld. Het beschouwen van dysartrische spraakherkenning als een multidimensioneel systeem van variabelen opent het veld van communicatieproblemen van mensen met PD naar meer holistische en fijnkorrelige spraakanalyses binnen de context van meertaligheid en gezond ouder worden.

GEARFETTING

De sykte fan Parkinson (PD) is de fluchst groeiende neurologyske oandwaning yn 'e wrâld, mei op it stuit likernôch 10 miljoen minsken dy 't mei de diagnoaze libje. De sykte wurdt yn 'e regel karakterisearre troch in kombinaasje fan sawol motoaryske symptomen (lykas tremoaren) as in rige net-motoaryske symptomen (lykas depresjes of sliepsteurnissen) dy 't fóar it motoaryske syndroom optrede kinne. Hypokinetyske dysartry (HD) is ien fan de symptomen dy 't yn in ier stadium fan de sykteprogresje optreedt.

Neffens de literatuer binne der meardere manieren wêrop 't HD de spraak fan minsken mei PD beynfloedet. Yn it algemien liede alle spraakproduksjeproblemen wêr 't minsken mei PD mei te meitsjen krije ta ferskate problemen mei de kommunikaasje. Dit kin earnstige gefolgen ha foar in soad aspekten fan it libben fan minsken mei PD, en úteinlik liede ta kommunikaasje-eangst en it gefoel fan sosjaal isolemint. Hoewol 't dizze minsken faaks al problemen mei de kommunikaasje begjinne te ûnderfinen foardat de fersteanberens ôfnimt, is it boppedat seldsum dat ûndersikers de werkenning fan harkers sûnder klinyske eftergrûn bestudearje en oare aspekten fan de spraak as de fersteanberens ûndersykje.

It belangrykste doel fan dit proefskrift is om ynsjoch te krijen yn de yndrukken dy 't harkers ha fan dysartryske spraak en om akoestyske korrelaten fan dy yndrukken bleat te lizzen. We dogge dit troch twa kanten fan kommunikaasje te ûndersykjen: de akoestyk fan spraakproduksje fan minsken mei PD, en aspekten fan de werkenning fan spraak fan minsken mei PD troch harkers.

It earste diel fan dit proefskrift draacht by ta it bewiis oer akoestyske kenmerken fan HD. Haadstik 2 beskriuwt de twa pilotstúdzjes dy 't akoestyske korrelaten fan klinker-artikulaasje ûndersochten by Dútsksprekkende minsken mei HD mei en sûnder myld kognitive steurnis (MCI), lykas akoestyske korrelaten fan klinkerartikulaasje en prosody yn spraak fan Nederlânske minsken mei PD. De resultaten fan beide stúdzjes befêstigen de gevoelichheid fan de mjitting fan de klinkerartikulaasje-yndeks (VAI) foar it detek-tearjen fan de sintralisasje fan klinkers yn spontane spraak fan minsken mei PD. De stúdzje fan Dútske sprekkers toande ek it neidielige effekt fan MCI op de artikulaasje fan klinkers oan, wat laat ta mear útsprutsen sintralisasje-effekten fan klinkers yn de manlike groep fan minsken mei sawol PD as MCI. De stúdzje ûnder Nederlânsktaligen liet in monotoane toanhichtetrend en in ferlege praattempo sjen yn opnamen fan minsken mei PD. Fierder ûndersiket it earste diel fan it proefskrift de werkenning troch harkers fan linguistyske prosody produsearre troch minsken mei PD. Trochbouwend op de klas-sike beskriuwing fan spraakferoaringen yn HD, yntrodusearre troch Darley, Aronson en Brown yn 1969, besprekt haadstik 3 systematysk de literatuer dy 't ûndersiket hoe 't harkers mei ferskate ekspertize (traine en ûntraine op it mêd fan spraak- en taal-terapy) dysartryske spraak beoardiele. De resultaten suggerearje dat foar beide groepen harkers fergelykbere akoestyske oanwizingen prominint oanwêzich binne. Haadstik 4 rap-portearret oer de resultaten fan it eksperimint nei werkenning fan linguistyske prosody yn dysartryske spraak, en jout ynsjoch yn hoe goed harkers de linguistyske prosody werkenne

yn sprekkers mei HD yn fergeliking mei sprekkers mei oare typen dysartry (ataksysk en mingd). Fan de fjouwer ferskillende yntonaasje-werkenningstaken die bliken dat de taak fan it werkennen fan fraach/statement-yntonaasjes it meast gevoelig wie foar it differinsjearjen tusken dysartrytypes. Sawol de resultaten fan de werkenningskrektheid as de akoestyske mjittingen fan de fûnemintele frekwinsje toanden oan dat sprekkers mei HD de meast prominente prosodyske ôfwiking hiene fan alle trije de groepen mei dysartry.

It twadde diel fan it proefskrift ûndersiket hoe akkuraat harkers spraak fan minsken mei PD werkenne kinne. It leit de akoestyske sinjalen bleat dy 't de harkers yn steat stelle spraak fan minsken mei PD te ûnderskieden fan de spraak fan sprekkers út de kontrôlegroep. Haadstik 5 behannelet de fragen oer de ekspertize en training fan harkers en de bekendheid mei de taal fan de sprekkers, wylst haadstik 6 de korrelaasje ûndersiket tusken akoestyske oanwizingen yn dysartryske spraak en de reaksjes fan harkers yn in spraakwerkenningstaak. Troch in searje cross-linguïstyske eksperiminten mei ferskate groepen harkers, toanden we oan dat training yn logopedy of yn fonetyk yn 'e mande mei fertroudheid mei de taal fan de sprekker signifikante faktoaren binne en ferskate effekten ha kinne op dysartryske spraakwerkenning. Lykas ferwachte prestearren trainde harkers better as ûntrainde Nederlânske en net-Nederlânske harkers yn it werkennen fan de fraach/statement-yntonaasjes. De werkenning fan spraak as sûn of net-sûn levere lykwols tsjinstridige resultaten op foar de trainde groep. ûnôfhinklik fan hun oplieding - yn spraak- en taaltherapy of yn fonetyk - hiene de trainde harkers in legere krektheid yn it werkennen fan spraak as sûn/net-sûn yn fergelyk mei de ûntrainde groepen.

Boppedat spile ek de memmetaal in wichtige rol by de werkenning fan spraak fan minsken mei PD. Ferrassend genôch wiene it de ûntrainde net-Nederlânske harkers mei in Germaanske memmetaal dy 't yn de sûnheidswerkenningstaak akkurater prestearren dan de Nederlânske trainde en ûntrainde groepen. De foarspellende modellearing fan de responzen fan harkers yn de taak om spraak as sûn of net-sûn te werkennen, lei de nadruk op aspekten fan fonaasje en prosody dy 't foar harkers tsjinje als prominente markers fan spraaksûnens, ûnôfhinklik fan wat hun earste taal of ekspertize is.

It tredde diel fan dit proefskrift folget ien twatalige sprekker mei PD. De twa stúdzjes yn diel trije rapportearje oer de longitudinale feroarings sa 't dy waarnaam binne troch sawol akoestyske mjittingen as troch eksperimintele resultaten dy 't de spraakwerkenning fan harkers weromjouwe. It eksperimint mei de beoardieling fan de spraaksûnens yn haadstik 7 waard útfierd basearre op it earste jier fan de opnamen mei de sprekker, en de resultaten toanden oan dat trainde en ûntrainde harkers de lettere opnamen as minder sûn beoardielden dan de eardere. Boppedat wie de ûnderfining fan de harkers mei spraakstoarnissen fan ynfloed op de trend, die mear útsprutsen wie foar de trainde harkers yn fergelyk mei de harkers sûnder eardere ûnderfining mei spraakstoarnissen. Dizze ûnderfiningen toanden opnij oan dat sawol yn cross-seleksjonele (diel twa) as longitudinale casestúdzjes (diel trije), de faktor fan training fan de harkers fan ynfloed is op de werkenning fan spraak fan minsken mei PD. Troch it folgjen fan fonaasje en prosodyrelatearre kenmerken foar de doer fan 3.6 jier, inklusief de pre-, ûnder- en postspraaktherapy-periodaden, bringt haadstik 8 oan it ljocht dat alle mjittingen yn it algemien fergelykbere trends fertoane, ûnôfhinklik fan de sprutsen taal (Ingelsk of Nederlânsk), wylst sommige mear útsprutsen en signifikante trends fertoane yn inkeld ien taal en taaktype. Dizze ferkennende analyse fan akoestyske feroaringen levere bewiis foar de oanwêzigens fan logopedyske effekten

yn beide talen, ek al waard de terapy allinne jûn yn it Nederlânsk, de memmetaal fan de sprekker.

Út de kombinearre befiningen fan dit proefskrift docht bliken dat de spraakferoaringen dy 't de manifestaasjes fan HD wjerspegelje, ta útdrukking komme yn de akoestyk fan de spraak. De stúdzjes toan oan dat oan HD relatearre feroaringen yn spraak dúdlik binne foar in brede populaasje fan harkers dy 't ferkille yn hun oplieding, memmetaal of bekendheid mei spraakstoarnissen. Dit proefskrift rapportearret ek oer de befiningen dy 't it besteande bewiis oer de oanwêzigens fan taal-uniferele spraakkenmerken fan HD ûndersteune. Wat it longitudinale perspektief oanbelanget, biedt de tagelyk mjitten akoestyske feroaring yn twa wurktalen fan ien twatalige sprekker mei PD ynsjoggen yn de spraakferoaringsûntwikkeling by twatalige minsken mei PD. De rapportearre befiningen wize op in dúdlik foardiel fan it folgen fan spraak by minsken mei PD, wat helpe kin by it terapymanagement of selfs by de iere deteksje fan dysartry by PD.

Ús befiningen ha implikaasjes foar ferbettering fan de spraakterapy by dysartry by PD en foar de bewustmakking fan HD yn de meartalige wrâld. It beskôgjen fan dysartryske spraakwerkenning as in multydimensjonaal systeem fan fariabelen iepent it fjild fan kommunikaasje problemen fan minsken mei PD nei mear holistyske en fynkerrelige spraakanalizes binnen de kontekst fan meartalichheid en sûn âlder wurden.

Краткое содержание

В современном мире болезнь Паркинсона является самым быстрорастущим неврологическим заболеванием. На данный момент около 10 миллионов человек живут с этим диагнозом. Течение заболевания обычно характеризуется сочетанием как моторных, или двигательных, так и немоторных симптомов. К первым относятся тремор, ригидность, брадикинезия и другие, а ко вторым - депрессия, запоры, нарушение сна и другие. Немоторные симптомы могут появиться много раньше моторного синдрома. Один из таких симптомов - гипокинетическая дизартрия (ГД) - специфическое нарушение речи, которое может возникнуть на самых начальных этапах развития болезни.

Согласно существующей литературе, ГД оказывает влияние на разные аспекты речи людей, страдающих от болезни Паркинсона. В целом, возникающие проблемы с речью приводят к трудностям в общении, что значительно ухудшает качество жизни людей с болезнью Паркинсона вплоть до появления чувства социальной изоляции. Несмотря на то, что люди с болезнью Паркинсона начинают испытывать трудности в общении еще до начала ухудшения разборчивости речи, исследователи редко изучают способность слушателей без клинического опыта распознавать такую речь. Хотя именно близкое окружение и семья могли бы помочь в принятии решения обратиться к специалисту на ранних этапах заболевания.

Основная цель данной диссертации заключается в исследовании впечатлений слушателей от дизартрической речи и выявлении акустических коррелятов этих впечатлений. Работа исследует обе стороны коммуникации: акустику производства речи людей с болезнью Паркинсона и распознавание слушателями речи людей с болезнью Паркинсона.

Первая часть диссертации вносит вклад в изучение акустических характеристик ГД. Во второй главе описаны два пилотных исследования, посвященных изучению акустических коррелятов артикуляции гласных. В первом исследовании автор фокусируется на речи двух групп немцев: людей с болезнью Паркинсона и сопутствующими умеренными когнитивными нарушениями и людей с болезнью Паркинсона без когнитивных нарушений. Второе исследование направлено на изучение акустических коррелятов артикуляции гласных и просодии в речи голландцев с болезнью Паркинсона. Результаты обоих исследований подтвердили чувствительность измерения индекса артикуляции гласных (VAI) для обнаружения централизации гласных в спонтанной речи людей с болезнью Паркинсона. Исследование носителей немецкого языка также продемонстрировало негативное влияние когнитивных нарушений на артикуляцию гласных, что привело к более выраженным эффектам централизации гласных у мужчин с болезнью Паркинсона и с когнитивными нарушениями (для женщин результаты не показали статистической значимости). Анализ речи носителей голландского

языка показал тенденцию к монотонной высоте звука и снижению темпа речи у людей с болезнью Паркинсона.

Кроме того, в первой части диссертации автор рассматривает как слушатели распознают интонации вопроса и утверждения в речи информантов с болезнью Паркинсона. Основываясь на классическом описании речевых изменений при паркинсонизме, представленном Дарли, Аронсоном и Брауном в 1969 году, третья глава систематически обзревает литературу описывающую, как слушатели с разным опытом в области логопедии оценивают дизартрическую речь. Результаты показывают, что одинаковые акустические сигналы видны для обеих групп слушателей – с опытом и без него. Четвертая глава рассказывает о результатах эксперимента по распознаванию лингвистической просодии в дизартрической речи, обеспечивая понимание того, насколько хорошо слушатели распознают лингвистическую просодию в речи информантов с ГД по сравнению с речью информантов с другими типами дизартрии (атактической и смешанной). В эксперименте слушающие распознавали четыре типа интонаций, и в итоге задача распознавания интонаций вопроса и утверждения оказалась наиболее чувствительной для различения типов дизартрии. Результаты точности распознавания и акустических измерений частоты основного тона показали, что среди всех трех групп людей с дизартрией у говорящих с ГД просодические изменения являются самыми явными.

Во второй части диссертации автор исследует, насколько точно слушатели могут распознать речь людей с болезнью Паркинсона. В ней рассматриваются акустические параметры, восприятие которых позволяют слушателям распознавать речь людей с болезнью Паркинсона и отличить ее от речи здоровых людей из контрольной группы. В пятой главе рассматриваются вопросы опыта и подготовки слушателей, а также их знание языка людей с болезнью Паркинсона. Шестая глава исследует взаимосвязь между акустическими параметрами дизартрической речи и реакцией слушателей во время распознавания такой речи. Посредством серии кросс-лингвистических экспериментов с разными группами слушателей мы продемонстрировали, что опыт в области логопедии или в области фонетики, а также знание языка говорящих, являются важными факторами и с разной степенью влияют на распознавание дизартрической речи. Как и ожидалось, слушатели с опытом в вышеуказанных областях превзошли неподготовленных слушателей - голландцев и не голландцев - в распознавании интонаций вопроса / утверждения. Однако эксперимент, в котором участники распознавали речь как "здоровую" или "нездоровую" показал противоречивые результаты для тренированных групп с опытом в логопедии или фонетике. Независимо от их подготовки - будь то логопедия или фонетика - тренированные слушатели показали более низкую точность распознавания речи как "здоровой" / "нездоровой" по сравнению с необученными группами. Кроме того, родной язык также играет важную роль в распознавании речи людей с болезнью Паркинсона. Удивительно, что в задаче распознавания "здоровая" речь или "больная" результаты неподготовленных слушателей - не голландцев, но с германскими родными языками (немецкий и английский), оказались точнее результатов обученных и необученных групп голландцев. Прогностическое моделирование ответов слушателей в задаче распознавания речи как "здоровой

или нездоровой" в главе шестой выдвинуло на первый план аспекты фонации и просодии, которые служат явными маркерами здоровой речи для слушателей независимо от их родного языка или наличия опыта в сферах речевой терапии или фонетики.

В третьей части диссертации рассказывается о речи одного билингва с болезнью Паркинсона. В двух исследованиях, включенных в третью часть, автор изучает лонгитюдные изменения, зафиксированные акустическими измерениями и экспериментальными результатами, которые отражают распознавание речи слушателями. Описанный в седьмой главе эксперимент по оценке звучит ли речь "здоровой" проводился в первый год записей билингва (12 записей в течение года). Результаты показали, что слушатели с логопедическим опытом, а также без такого опыта оценили поздние записи, как "менее здоровые" по сравнению с ранними записями. Более того, опыт слушателей в области логопедии повлиял на распределение оценок речи в поздних записях. Эти результаты еще раз показали, что в исследованиях речи собранной методом "поперечного среза" (часть вторая) и в лонгитюдных исследованиях речи конкретных случаев (часть третья), фактор подготовки слушателей влияет на распознавание речи людей с болезнью Паркинсона. Глава восьмая показывает, что при наблюдении за речевыми характеристиками, связанными с фонацией и просодией, в течение трех с половиной лет, включая периоды до, во время и после логопедических сессий, все измерения в целом имеют похожие тенденции, независимо от языка билингва. Однако некоторые из этих характеристик демонстрируют более выраженные и существенные тенденции только для одного языка и типа задач. Это изыскательное исследование акустических изменений доказывает наличие эффектов логопедии для речи на обоих языках билингва, хотя занятия с логопедом проходили только на голландском - родном языке говорящего.

Из совокупных результатов этой диссертации становится ясно, что речевые изменения, отражающие проявления ГД, проявляются на уровне акустики речи. Данные исследований демонстрируют, что связанные с ГД изменения в речи очевидны для широкого круга слушателей вне зависимости от обучения, родного языка или логопедического опыта. Эта диссертация также приводит доводы о существовании универсальных речевых характеристик ГД. В отношении лонгитюдных исследований, частые измерения акустических изменений дают представление о развитии изменений в речи у билингвов с болезнью Паркинсона. Полученные результаты указывают на явную пользу наблюдения за речью людей с болезнью Паркинсона, что может помочь при проведении речевой терапии. Также такое наблюдение может помочь с более ранним обращением к специалисту с целью выявления дизартрии при с болезни Паркинсона.

Результаты, представленные в этой диссертации, имеют значение для развития логопедии при дизартрии, связанной с болезнью Паркинсона, и для повышения осведомленности о ГД в многоязычном мире. Рассмотрение распознавания дизартрической речи как многомерной системы переменных открывает путь для исследования проблем общения людей с болезнью Паркинсона в сторону более целостного и в то же время детального анализа речи в контексте многоязычия и здорового старения.

CURRICULUM VITAE

Vasilisa (Vass) Verkhodanova has a B.A. in Computational and Applied Linguistics and a M.A. in Phonetics and Speech Technologies from the Saint Petersburg State University, Russia (both *cum laude*). For her Master's thesis, Vass worked on an algorithm for automatic detection of hesitation phenomena in Russian spontaneous speech under a supervision of Prof. Dr. Pavel Skrelin. During her Master's, she was hired as a researcher in a Speech and Multimodal Interfaces laboratory of Prof. Dr. Andrey Ronzhin at Saint Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences and continued working on the topic of hesitations in Russian spontaneous speech. During her time there, Vass received a patent for her algorithm and won several prestigious grants for her research, including the Young Researchers Grant from Russian Foundation for Basic Research (received twice), the Young Researcher Grant from Government of Saint Petersburg (received three times), and a Research Grant from Russian Foundation for Basic Research (received three times). Additionally, she worked and published on various projects dealing with speech technologies and phonetics of minority and under-resourced languages. Starting in 2017, Vass worked as a PhD candidate in the department "Language, Culture & Technology" at Campus Frylân, and a member of the School for Behavioural and Cognitive Neuroscience (BCN). During her time as a PhD candidate, Vass developed and co-taught the undergraduate "Language and Culture" course, co-supervised multiple interns and master students on topics relating to dysarthric speech, and served on the PhD Council of Campus Fryslân for two years. For the last three years, Vass also has been a programme committee member for Speech and Computer (SPECOM) conference.

The studies described in this dissertation have separately been submitted to or published as separate articles in different international peer-reviewed journals and proceedings:

- Strinzel M., **Verkhodanova V.**, Jalvingh F., Jonkers R., Coler M. (2017) Acoustic and Perceptual Correlates of Vowel Articulation in Parkinson's Disease With and Without Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study. In *Speech and Computer. Lecture Notes in Computer Science*, volume LNAI 10458. pages 56-64. Springer International Publishing. (Chapter 2)
- **Verkhodanova V.**, Coler M. (2018) Prosodic and Segmental Correlates of Spontaneous Dutch Speech in Patients with Parkinson's Disease: a Pilot Study. In *Speech Prosody Conference*, pages 163-166. (Chapter 2)
- **Verkhodanova V.**, Timmermans S., Coler M., Jonkers R., de Jong B., Lowie W. (2019) How Dysarthric Prosody Impacts Naïve Listeners' Recognition. In *Salah A., Karpov A., Potapova R. (eds) Speech and Computer. SPECOM 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11658. Springer publishing, (pp. 510-519). The paper was slightly adapted for this dissertation. (Chapter 4)

- **Verkhodanova, V.**, Trčková, D., Coler, M. and Lowie, W. (2020) More than Words: Cross-Linguistic Exploration of Parkinson's Disease Identification from Speech. In: *Karpov A., Potapova R. (eds) Speech and Computer. SPECOM 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12335, pp.613-623. Springer, Cham. (Chapter 5)
- **Verkhodanova, V.**, Coler, M., Jonkers, R., and Lowie, W. (submitted). How expertise and language familiarity influence perception of speech of people with Parkinson's disease. *Clinical Linguistics and Phonetics*. (Chapter 5)
- **Verkhodanova, V.**, Coler, M., Jonkers, R., Timmermans, S., Maurits, M., de Jong, B., and Lowie, W. (submitted). A cross-linguistic perspective to classification of healthiness of speech in Parkinson's disease. *Journal of Neurolinguistics*. (Chapter 6)
- **Verkhodanova V.**, Coler M., Jonkers R., de Bot K., Lowie W. (2019). Prosodic Changes in the Speech of a Single Speaker with Parkinson's Disease. In *Sasha Calhoun, Paola Escudero, Marija Tabain & Paul Warren (eds.) Proceedings of the 19th International Congress of Phonetic Sciences*, Melbourne, Australia. pp. 3046-3050. (Chapter 7)
- **Verkhodanova V.**, Coler M., Jonkers R., de Bot K., Lowie W. (submitted). Acoustic change over time in speech of one individual with Parkinson's disease. *Journal of Clinical Linguistics & Phonetics* (Chapter 8)

GRONINGEN DISSERTATIONS IN LINGUISTICS (GRODIL)

1. Henriëtte de Swart (1991). *Adverbs of Quantification: A Generalized Quantifier Approach.*
2. Eric Hoekstra (1991). *Licensing Conditions on Phrase Structure.*
3. Dicky Gilbers (1992). *Phonological Networks.*
4. Helen de Hoop (1992). *Case Configuration and Noun Phrase Interpretation.*
5. Gosse Bouma (1993). *Nonmonotonicity and Categorical Unification Grammar.*
6. Peter I. Blok (1993). *The Interpretation of Focus.*
7. Roelien Bastiaanse (1993). *Studies in Aphasia.*
8. Bert Bos (1993). *Rapid User Interface Development with the Script Language Gist.*
9. Wim Kosmeijer (1993). *Barriers and Licensing.*
10. Jan-Wouter Zwart (1993). *Dutch Syntax: A Minimalist Approach.*
11. Mark Kas (1993). *Essays on Boolean Functions and Negative Polarity.*
12. Ton van der Wouden (1994). *Negative Contexts.*
13. Joop Houtman (1994). *Coordination and Constituency: A Study in Categorical Grammar.*
14. Petra Hendriks (1995). *Comparatives and Categorical Grammar.*
15. Maarten de Wind (1995). *Inversion in French.*
16. Jelly Julia de Jong (1996). *The Case of Bound Pronouns in Peripheral Romance.*
17. Sjoukje van der Wal (1996). *Negative Polarity Items and Negation: Tandem Acquisition.*
18. Anastasia Giannakidou (1997). *The Landscape of Polarity Items.*
19. Karen Lattewitz (1997). *Adjacency in Dutch and German.*
20. Edith Kaan (1997). *Processing Subject-Object Ambiguities in Dutch.*

21. Henny Klein (1997). *Adverbs of Degree in Dutch*.
22. Leonie Bosveld-de Smet (1998). *On Mass and Plural Quantification: The case of French 'des'/'du'-NPs*.
23. Rita Landeweerd (1998). *Discourse semantics of perspective and temporal structure*.
24. Mettina Veenstra (1998). *Formalizing the Minimalist Program*.
25. Roel Jonkers (1998). *Comprehension and Production of Verbs in aphasic Speakers*.
26. Erik F. Tjong Kim Sang (1998).
27. Paulien Rijkhoek (1998). *On Degree Phrases and Result Clauses*.
28. Jan de Jong (1999). *Specific Language Impairment in Dutch: Inflectional Morphology and Argument Structure*.
29. H. Wee (1999). *Definite Focus*.
30. Eun-Hee Lee (2000). *Dynamic and Stative Information in Temporal Reasoning: Korean tense and aspect in discourse*.
31. Ivilin P. Stoianov (2001). *Connectionist Lexical Processing*.
32. Klarien van der Linde (2001). *Sonority substitutions*.
33. Monique Lamers (2001). *Sentence processing: using syntactic, semantic, and thematic information*.
34. Shalom Zuckerman (2001). *The Acquisition of "Optional" Movement*.
35. Rob Koeling (2001). *Dialogue-Based Disambiguation: Using Dialogue Status to Improve Speech Understanding*.
36. Esther Ruigendijk (2002). *Case assignment in Agrammatism: a cross-linguistic study*.
37. Tony Mullen (2002). *An Investigation into Compositional Features and Feature Merging for Maximum Entropy-Based Parse Selection*.
38. Nanette Bienfait (2002). *Grammatica-onderwijs aan allochtone jongeren*.
39. Dirk-Bart den Ouden (2002). *Phonology in Aphasia: Syllables and segments in level-specific deficits*.
40. Rienk Withaar (2002). *The Role of the Phonological Loop in Sentence Comprehension*.
41. Kim Sauter (2002). *Transfer and Access to Universal Grammar in Adult Second Language Acquisition*.

42. Laura Sabourin (2003). *Grammatical Gender and Second Language Processing: An ERP Study*.
43. Hein van Schie (2003). *Visual Semantics*.
44. Lilia Schürcks-Grozeva (2003). *Binding and Bulgarian*.
45. Stasinou Konstantopoulos (2003). *Using ILP to Learn Local Linguistic Structures*.
46. Wilbert Heeringa (2004). *Measuring Dialect Pronunciation Differences using Levenshtein Distance*.
47. Wouter Jansen (2004). *Laryngeal Contrast and Phonetic Voicing: A Laboratory Phonology*.
48. Judith Rispens (2004). *Syntactic and phonological processing in developmental dyslexia*.
49. Danielle Bougairé (2004). *L'approche communicative des campagnes de sensibilisation en santé publique au Burkina Faso: Les cas de la planification familiale, du sida et de l'excision*.
50. Tanja Gaustad (2004). *Linguistic Knowledge and Word Sense Disambiguation*.
51. Susanne Schoof (2004). *An HPSG Account of Nonfinite Verbal Complements in Latin*.
52. M. Begoña Villada Moirón (2005) *Data-driven identification of fixed expressions and their modifiability*.
53. Robbert Prins (2005). *Finite-State Pre-Processing for Natural Language Analysis*.
54. Leonoor van der Beek (2005). *Topics in Corpus-Based Dutch Syntax*.
55. Keiko Yoshioka (2005). *Linguistic and gestural introduction and tracking of referents in L1 and L2 discourse*.
56. Sible Andringa (2005). *Form-focused instruction and the development of second language proficiency*.
57. Joanneke Prenger (2005). *Taal telt! Een onderzoek naar de rol van taalvaardigheid en tekstbegrip in het realistisch wiskundeonderwijs*.
58. Neslihan Kansu-Yetkiner (2006). *Blood, Shame and Fear: Self-Presentation Strategies of Turkish Women's Talk about their Health and Sexuality*.
59. Mónica Z. Zempléni (2006) *Functional imaging of the hemispheric contribution to language processing*.
60. Maartje Schreuder (2006). *Prosodic Processes in Language and Music*.
61. Hidetoshi Shiraishi (2006). *Topics in Nivkh Phonology*.

62. Tamás Biró (2006). *Finding the Right Words: Implementing Optimality Theory with Simulated Annealing*.
63. Dieuwke de Goede (2006). *Verbs in Spoken Sentence Processing: Unraveling the Activation Pattern of the Matrix Verb*.
64. Eleonora Rossi (2007). *Clitic production in Italian agrammatism*.
65. Holger Hopp (2007). *Ultimate Attainment at the Interfaces in Second Language Acquisition: Grammar and Processing*.
66. Gerlof Bouma (2008). *Starting a Sentence in Dutch: A corpus study of subject- and object-fronting*.
67. Julia Klitsch (2008). *Open your eyes and listen carefully*.
68. Janneke ter Beek (2008). *Restructuring and Infinitival Complements in Dutch*.
69. Jori Mur (2008). *Off-line Answer Extraction for Question Answering*.
70. Lonneke van der Plas (2008). *Automatic Lexico-Semantic Acquisition for Question Answering*.
71. Arjen Versloot (2008). *Mechanisms of Language Change: Vowel reduction in 15th century West Frisian*.
72. Ismail Fahmi (2009). *Automatic term and Relation Extraction for Medical Question Answering System*.
73. Tuba Yarbay Duman (2009). *Turkish Agrammatic Aphasia: Word Order, Time Reference and Case*.
74. Maria Trofimova (2009). *Case Assignment by Prepositions in Russian Aphasia*.
75. Rasmus Steinkrauss (2009). *Frequency and Function in WH Question Acquisition*.
76. Marjolein Deunk (2009). *Discourse Practices in Preschool*.
77. Sake Jager (2009). *Towards ICT-Integrated Language Learning: Developing an Implementation Framework in terms of Pedagogy, Technology and Environment*.
78. Francisco Dellatorre Borges (2010). *Parse Selection with Support Vector Machines*.
79. Geoffrey Andogah (2010). *Geographically Constrained Information Retrieval*.
80. Jacqueline van Kruiningen (2010). *Onderwijsontwerp als conversatie*.
81. Robert G. *Shackleton (2010)*.
82. Tim Van de Cruys (2010). *Mining for Meaning: The Extraction of Lexico-semantic Knowledge from Text*.
83. Therese Leinonen (2010). *An Acoustic Analysis of Vowel Pronunciation*.

84. Erik-Jan Smits (2010). *Acquiring Quantification*.
85. Tal Caspi (2010). *A Dynamic Perspective on Second Language Development*.
86. Teodora Mehotcheva (2010). *After the fiesta is over*.
87. Xiaoyan Xu (2010). *English language attrition and retention in Chinese and Dutch university students*.
88. Jelena Prokić (2010). *Families and Resemblances*.
89. Radek Šimík (2011). *Modal existential wh-constructions*.
90. Katrien Colman (2011). *Behavioral and neuroimaging studies on language processing in Dutch speakers with Parkinson's disease*.
91. Siti Mina Tamah (2011). *A Study on Student Interaction in the Implementation of the Jigsaw Technique in Language Teaching*.
92. Aletta Kwant (2011). *Geraakt door prentenboeken*.
93. Marlies Kluck (2011). *Sentence amalgamation*.
94. Anja Schüppert (2011). *Origin of asymmetry: Mutual intelligibility of spoken Danish and Swedish*.
95. Peter Nabende (2011). *Applying Dynamic Bayesian Networks in Transliteration Detection and Generation*.
96. Barbara Plank (2011). *Domain Adaptation for Parsing*.
97. Cagri Coltekin (2011). *Catching Words in a Stream of Speech: Computational simulations of segmenting transcribed child-directed speech*.
98. Dörte Hessler (2011). *Audiovisual Processing in Aphasic and Non-Brain-Damaged Listeners: The Whole is More than the Sum of its Parts*.
99. Herman Heringa (2012). *Appositional constructions*.
100. Diana Dimitrova (2012). *Neural Correlates of Prosody and Information Structure*.
101. Harwintha Anjarningsih (2012). *Time Reference in Standard Indonesian Agrammatic Aphasia*.
102. Myrte Gosen (2012). *Tracing learning in interaction*.
103. Martijn Wieling (2012). *A Quantitative Approach to Social and Geographical Dialect Variation*.
104. Gisi Cannizzaro (2012). *Early word order and animacy*.
105. Kostadin Cholakov (2012). *Lexical Acquisition for Computational Grammars*.

106. Karin Beijering (2012). *Expressions of epistemic modality in Mainland Scandinavian*.
107. Veerle Baaijen (2012). *The development of understanding through writing*.
108. Jacolien van Rij (2012). *Pronoun processing: Computational, behavioral, and psychophysiological studies in children and adults*.
109. Ankelien Schippers (2012). *Variation and change in Germanic long-distance dependencies*.
110. Hanneke Loerts (2012). *Uncommon gender: Eyes and brains, native and second language learners, & grammatical gender*.
111. Marjoleine Sloos (2013). *Frequency and phonological grammar: An integrated approach*.
112. Aysa Arylova. (2013) *Possession in the Russian clause*.
113. Daniël de Kok (2013). *Reversible Stochastic Attribute-Value Grammars*.
114. Gideon Kotzé (2013). *Complementary approaches to tree alignment: Combining statistical and rule-based methods*.
115. Fridah Katushemererwe (2013). *Computational Morphology and Bantu Language Learning: an Implementation for Runyakitara*.
116. Ryan C. Taylor (2013).
117. Hana Smiskova-Gustafsson (2013). *Chunks in L2 Development: A Usage-based Perspective*.
118. Milada Walková (2013). *The aspectual function of particles in phrasal verbs*.
119. Tom O. Abuom (2013). *Verb and Word Order Deficits in Swahili-English bilingual agrammatic speakers*.
120. Gülsen Yilmaz (2013). *Bilingual Language Development among the First Generation Turkish Immigrants in the Netherlands*.
121. Trevor Benjamin (2013). *Signaling Trouble: On the linguistic design of other-initiation of repair in English conversation*.
122. Nguyen Hong Thi Phuong (2013). *A Dynamic Usage-based Approach to Second Language Teaching*.
123. Harm Brouwer (2014). *The Electrophysiology of Language Comprehension: A Neurocomputational Model*.
124. Kendall Decker (2014). *Orthography Development for Creole Languages*.

125. Laura S. Bos (2015). *The Brain, Verbs, and the Past: Neurolinguistic Studies on Time Reference.*
126. Rimke Groenewold (2015). *Direct and indirect speech in aphasia: Studies of spoken discourse production and comprehension.*
127. Huiping Chan (2015). *A Dynamic Approach to the Development of Lexicon and Syntax in a Second Language.*
128. James Griffiths (2015). *On appositives.*
129. Pavel Rudnev (2015). *Dependency and discourse-configurationality: A study of Avar.*
130. Kirsten Kolstrup (2015). *Opportunities to speak.*
131. Güliz Güneş (2015). *Deriving Prosodic structures.*
132. Cornelia Lahmann (2015). *Beyond barriers.*
133. Sri Wachyuni (2015). *Scaffolding and Cooperative Learning: Effects on Reading Comprehension and Vocabulary Knowledge in English as a Foreign Language.*
134. Albert Walsweer (2015). *Ruimte voor leren.*
135. Aleyda Lizeth Linares Calix (2015). *Raising Metacognitive Genre Awareness in L2 Academic Readers and Writers.*
136. Fathima Mufeeda Irshad (2015). *Second Language Development through the Lens of a Dynamic Usage-Based Approach.*
137. Oscar Strik (2015). *Modelling analogical change.*
138. He Sun (2015). *Predictors and stages of very young child EFL learners' English development in China.*
139. Mode Matters. *Effects of survey modes on participation and answering behavior.*
140. Nienke Houtzager (2015). *Bilingual advantages in middle-aged and elderly populations.*
141. Noortje Joost Venhuizen (2015). *Projection in Discourse: A data-driven formal semantic analysis.*
142. Valerio Basile (2015). *From Logic to Language: Natural Language Generation from Logical Forms.*
143. Jinxing Yue (2016). *Tone-word Recognition in Mandarin Chinese: Influences of lexical-level representations.*
144. Seçkin Arslan (2016). *Neurolinguistic and Psycholinguistic Investigations on Evidentiality in Turkish.*

145. Rui Qin (2016). *Neurophysiological Studies of Reading Fluency*.
146. Kashmiri Stec (2016). *Visible Quotation: The Multimodal Expression of Viewpoint*.
147. Yinxing Jin (2016). *Foreign language classroom anxiety: A study of Chinese university students of Japanese and English over time*.
148. Joost Hurkmans (2016). *The Treatment of Apraxia of Speech*.
149. Franziska Köder (2016). *Between direct and indirect speech: The acquisition of pronouns in reported speech*.
150. Femke Swarte (2016). *Predicting the mutual intelligibility of Germanic languages from linguistic and extra-linguistic factors*.
151. Sanne Kuijper (2016). *Communication abilities of children with ASD and ADHD*.
152. Jelena Golubović (2016). *Mutual intelligibility in the Slavic language area*.
153. Nynke van der Schaaf (2016). *“Kijk eens wat ik kan!” Sociale praktijken in de interactie tussen kinderen van 4 tot 8 jaar in de buitenschoolse opvang*.
154. Simon Šuster (2016). *Empirical studies on word representations*.
155. Kilian Evang (2016). *Cross-lingual Semantic Parsing with Categorical Grammars*.
156. Miren Arantzeta Pérez (2017). *Sentence comprehension in monolingual and bilingual aphasia: Evidence from behavioral and eye-tracking methods*.
157. Sana-e-Zehra Haidry (2017). *Assessment of Dyslexia in the Urdu Language*.
158. Srđan Popov (2017). *Auditory and Visual ERP Correlates of Gender Agreement Processing in Dutch and Italian*.
159. Molood Sadat Safavi (2017). *The Competition of Memory and Expectation in Resolving Long-Distance Dependencies: Psycholinguistic Evidence from Persian Complex Predicates*.
160. Christopher Bergmann (2017). *Facets of native-likeness: First-language attrition among German emigrants to Anglophone North America*.
161. Stefanie Keulen (2017). *Foreign Accent Syndrome: A Neurolinguistic Analysis*.
162. Franz Manni (2017). *Linguistic Probes into Human History*.
163. Margreet Vogelzang (2017). *Reference and cognition: Experimental and computational cognitive modeling studies on reference processing in Dutch and Italian*.
164. Johannes Bjerva (2017). *One Model to Rule them all*.
165. Dieke Oele (2018). *Automated translation with interlingual word representations*.
166. Lucas Seuren (2018). *The interactional accomplishment of action*.

167. Elisabeth Borleffs (2018). *Cracking the code - Towards understanding, diagnosing and remediating dyslexia in Standard Indonesian.*
168. Mirjam Günther-van der Meij (2018). *The impact of degree of bilingualism on L3 development English language development in early and later bilinguals in the Frisian context.*
169. Ruth Koops van 't Jagt (2018). *Show, don't just tell: Photo stories to support people with limited health literacy.*
170. Bernat Bardagil-Mas (2018). *Case and agreement in Panará.*
171. Jessica Overweg (2018). *Taking an alternative perspective on language in autism.*
172. Lennie Donné (2018). *Convincing through conversation: Unraveling the role of interpersonal health communication in health campaign effectiveness.*
173. Toivo Glatz (2018). *Serious games as a level playing field for early literacy: A behavioural and neurophysiological evaluation.*
174. Ellie van Setten (2019). *Neurolinguistic Profiles of Advanced Readers with Developmental Dyslexia.*
175. Anna Pot (2019). *Aging in multilingual Netherlands: Effects on cognition, wellbeing and health.*
176. Audrey Rouse-Malpat (2019). *Effectiveness of explicit vs.*
177. Rob van der Goot (2019). *Normalization and Parsing Algorithms for Uncertain Input.*
178. Azadeh Elmianvari (2019). *Multilingualism, Facebook and the Iranian diaspora.*
179. Joëlle Ooms (2019). *"Don't make my mistake": Narrative fear appeals in health communication.*
180. Annerose Willemsen (2019). *The floor is yours: A conversation analytic study of teachers' conduct facilitating whole-class discussions around texts.*
181. Frans Hiddink (2019). *Early childhood problem-solving interaction: Young children's discourse during small-group work in primary school.*
182. Hessel Haagsma (2020). *A Bigger Fish to Fry: Scaling up the Automatic Understanding of Idiomatic Expressions.*
183. Juliana Andrade Feiden (2020). *The Influence of Conceptual Number in Coreference Establishing: An ERP Study on Brazilian and European Portuguese.*
184. Sirkku Lesonen (2020). *Valuing variability: Dynamic usage-based principles in the L2 development of four Finnish language learners.*

185. Nathaniel Lartey (2020). *A neurolinguistic approach to the processing of resumption in Akan focus constructions.*
186. Bernard Amadeus Jaya Jap (2020). *Syntactic Frequency and Sentence Processing in Standard Indonesian.*
187. Ting Huang (2020). *Learning an L2 and L3 at the same time: help or hinder?.*
188. Anke Herder (2020). *Peer talk in collaborative writing of primary school students: A conversation analytic study of student interaction in the context of inquiry learning.*
189. Ellen Schep (2020). *Attachment in interaction: A conversation analytic study on dinner conversations with adolescents in family-style group care.*
190. Yulia Akinina (2020). *Individual behavioural patterns and neural underpinnings of verb processing in aphasia.*
191. Camila Martinez Rebolledo (2020). *Comprehending the development of reading difficulties in children with SLI.*
192. Jakolien den Hollander (2021). *Distinguishing a phonological encoding disorder from Apraxia of Speech in individuals with aphasia by using EEG.*
193. Rik van Noord (2021). *Character-based Neural Semantic Parsing.*
194. Anna de Koster (2021). *Acting Individually or Together? An Investigation of Children's Development of Distributivity.*
195. Frank Tsiwah (2021). *Time, tone and the brain: Behavioral and neurophysiological studies on time reference and grammatical tone in Akan.*
196. Amélie la Roi (2021). *Idioms in the Aging Brain.*
197. Nienke Wolthuis (2021). *Language impairments and resting-state EEG in brain tumour patients: Revealing connections.*
198. Nienke Smit (2021). *Get it together: Exploring the dynamics of teacher-student interaction in English as a foreign language lessons.*
199. Svetlana Averina (2021). *Bilateral neural correlates of treatment-induced changes in chronic aphasia.*
200. Wilasinee Siriboonpipattana (2021). *Neurolinguistic studies on the linguistic expression of time reference in Thai.*
201. Irene Graafsma (2021). *Computer programming skills: a cognitive perspective.*
202. Pouran Seifi (2021). *Processing and comprehension of L2 English relative clauses by Farsi speakers.*
203. Hongying Peng (2021). *A Holistic Person-Centred Approach to Mobile-Assisted Language Learning.*

204. Nermina Cordalija (2021). *Neurolinguistic and psycholinguistic approaches to studying tense, aspect, and unaccusativity.*
205. Aida Salčić (2021). *Agreement processing in Dutch adults with dyslexia.*
206. Eabele Tjepkema (2021). *Exploring content-based language teaching practices to stimulate language use in grades 7 and 8 of Frisian trilingual primary education.*
207. Liefke Reitsma (2021). *Bilingualism and contact-induced language change: Exploring variation in the Frisian verbal complex.*
208. Steven Gilbers (2021). *Ambitionz az a Ridah: 2Pac's changing accent and flow in light of regional variation in African-American English speech and hip-hop music.*
209. Leanne Nagels (2021). *From voice to speech: The perception of voice characteristics and speech in children with cochlear implants.*
210. Vasilisa Verkhodanova (2021). *More than words: Recognizing speech of people with Parkinson's disease.*

GRODIL

Center for Language and Cognition Groningen (CLCG)

P.O. Box 716

9700 AS Groningen

The Netherlands