

MASTERPROEF DEEL 2

LUISTERINSPANNING IN REAL-LIFE LUISTERCONDITIES EN SPRAAKMATERIAAL

Aantal woorden: 10 380

Flore De Langhe

Stamnummer: 01711011

Stephanie Lecointre

Stamnummer: 01709256

Promotor: Prof. dr. Hannah Keppler

Copromotoren: dr. Sofie Degeest en dr. Katrien Kestens

Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de richting
Logopedische en Audiologische Wetenschappen

Academiejaar: 2021 – 2022



Dankwoord

Beste lezer

Met trots presenteren wij na vijf leerrijke jaren aan de Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen onze masterproef 'Luisterinspanning in real-life luistercondities en spraakmateriaal'.

Geprikkeld door de lessen over luisterinspanning van Dr. Degeest, kozen we beiden voor dit masterproefonderwerp. Dit gedreven duo werd uitgedaagd om het gehoor en de luisterinspanning van 100 proefpersonen onder de loep te nemen.

Het opstellen, uitvoeren en rapporteren van een masterproef vereist heel wat tijd en diverse competenties. Gelukkig konden wij op de expertise en steun van verscheidene mensen rekenen. Graag uiten wij onze dank aan allen die ons op één of andere manier bijstonden tijdens dit intensief masterproeftraject.

Onze oprechte dank aan promotor Prof. Keppler en Dr. Kestens voor hun kwalitatieve opvolging, praktische en mentale ondersteuning. Wij kregen de opportuniteit om zelfstandig wetenschappelijk onderzoek uit te voeren, waarbij jullie constructieve feedback zeer kennisverrijkend was.

Daarnaast willen wij graag een bijzonder woord van dank uiten aan Dr. Degeest. Dankzij u konden we dit interessant onderwerp behandelen. U hielp voornamelijk bij het zetten van onze eerste stappen in dit masterproeftraject. Bovendien konden we op uw hulp rekenen bij het opstellen van het testmateriaal tijdens het zomerreces. Bedankt ook Dr. Bettens voor het inspreken van onze spraakstimuli en mevrouw Van de Walle voor uw administratieve hulp.

Het resultaat van deze masterproef hebben wij uiteraard ook te danken aan al onze proefpersonen! Bedankt voor jullie enthousiaste medewerking!

Tot slot bedanken wij onze ouders, familie, vrienden en vriendinnen. Jullie hielpen bij het rekruteren, waren zelf proefpersoon en beleefden de verschillende mijlpalen tijdens dit masterproeftraject met ons mee.

Een welgemeende dankuwel en veel leesplezier!

Flore en Stephanie

Inhoud

Dankwoord	2
Lijst met afkortingen	4
Lijst met figuren	5
Lijst met tabellen	6
Abstract (Nederlands)	7
Abstract (Engels)	8
Inleiding	9
Methode	14
Proefpersonen.....	14
Gedragmatige luisterinspanning.....	14
Subjectieve luisterinspanning	17
Data-analyse	18
Gedragmatige luisterinspanning.....	18
Subjectieve luisterinspanning	18
Relatie subjectieve en gedragmatige luisterinspanning	19
Relatie beide subjectieve maten voor luisterinspanning	19
Resultaten.....	20
Proefpersonen.....	20
Gedragmatige luisterinspanning.....	22
Subjectieve luisterinspanning	26
Gedragmatige versus subjectieve luisterinspanning	28
Subjectieve luisterinspanning (VAS versus hAVICOP)	30
Discussie	31
Gedragmatige luisterinspanning - invloed van spraakmateriaal en maskeerruis	31
Gedragmatige luisterinspanning - invloed van de luisterconditie	33
Subjectieve luisterinspanning - Beoordeling van subjectieve luisterinspanning met behulp van een VAS (0 – 10)	34
Subjectieve luisterinspanning - hAVICOP	35
Gedragmatige versus subjectieve luisterinspanning	35
Conclusie.....	39
Referentielijst	40
Appendix 1 – Randomisatie dubbeltaakparadigma’s	43
Appendix 2 – Beschrijvende numerieke gegevens.....	44
Appendix 3 - Bewijs van goedkeuring door het Ethisch Comité.....	45
Appendix 4 - Getekend document ‘Verklaring van vertrouwelijkheid en overdracht van recht’	48

Lijst met afkortingen

BLU	Brugge-Leuven-Utrecht
dB	Decibel
DTP	Dubbeltaakparadigma
ELU-model	Ease of Language-Understanding model
HL	Hearing level
NVA	Nederlandse Vereniging voor Audiologie
RAMBPHO	Rapid, Automatic Multimodal Binding of Phonological representations
SD	Standaarddeviatie
SNR	Signaal-ruisverhouding
UZ	Universitair ziekenhuis
VAS	Visueel analoog schaal

Lijst met figuren

Figuur 1. Componenten van het “Ease of Language-Understanding Model” (ELU) volgens Ronnberg et al. (2013).	9
Figuur 2. Schema voor de afname van vier variaties op het dubbeltaakparadigma van Degeest et al. (2015).	15
Figuur 3. Gemiddelde gehoordrempels voor beide oren, geclusterd per levensdecade (n=192).	20
Figuur 4. Scatterplot voor de gedragsmatige (%) en subjectieve luisterinspanning volgens een VAS gaande van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) bij woorden in spraakruis (A), woorden in stationaire ruis (B), cijfers in spraakruis (C) en cijfers in stationaire ruis (D) op -4 dB SNR (n=96).	28
Figuur 5. Scatterplot voor gedragsmatige (%) en subjectieve luisterinspanning volgens de hAVICOP bij woorden in spraakruis (A), woorden in stationaire ruis (B), cijfers in spraakruis (C) en cijfers in stationaire ruis (D) op -4 dB SNR (n=78).....	29
Figuur 6. Scatterplot voor de subjectieve luisterinspanning volgens een VAS gaande van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) op -4 dB SNR en op basis van de hAVICOP bij woorden in spraakruis (A), woorden in stationaire ruis (B), cijfers in spraakruis (C) en cijfers in stationaire ruis (D) (n=78).....	30

Lijst met tabellen

Tabel 1. Sociaal-demografische gegevens van de geïnccludeerde proefpersonen (n=96) per levensdecade en descriptieve numerieke data over de resultaten op de hAVICOP (n= 78). De 27 stellingen uit de hAVICOP werden gequoteerd met een score op 100.	21
Tabel 2. De gedragsmatige luisterinspanning (%) opgemeten in verschillende luistercondities.	23
Tabel 3. Beschrijvende numerieke gegevens over de subjectieve luisterinspanning bevroegd met behulp van een VAS van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) voor de vier variaties op het dubbeltaakparadigma op luisterconditie -4 dB SNR.	27
Tabel 4. Descriptieve numerieke data over de resultaten op de stelling over luisterinspanning van de hAVICOP (n= 78).	27

Abstract (Nederlands)

Dagelijkse communicatie vereist een bidirectionele interactie tussen auditieve en cognitieve functies. Het aandeel cognitieve functies vereist om spraak te verstaan wordt ook luisterinspanning genoemd. De luisterinspanning kan gedragsmatig opgemeten worden met behulp van een dubbeltaakparadigma (DTP) waarbij het multitasken tijdens dagelijkse communicatie wordt nagebootst.

De doelstelling van dit onderzoek is om een bestaand DTP van Degeest et al. (2015) te optimaliseren door real-life luistercondities en spraakmateriaal te implementeren.

Naast het oorspronkelijk DTP met monosyllabische cijfers in spectraalgevormde stationaire ruis, werden nu ook bisyllabische woorden en internationaal multitalker spraakruis gepresenteerd. In totaal werden vier variaties op het DTP aangeboden aan 100 normaalhorende volwassenen in zes luistercondities (i.e. stilte, +10, +8, +4, 0 en -4 dB SNR). De luisterinspanning tijdens dagelijkse communicatie en bij de DTP's in de meest uitdagende luisterconditie (i.e. -4 dB SNR) werd subjectief beoordeeld aan de hand van respectievelijk een stelling en een visueel analoge beoordelingsschaal. Finaal werd de relatie tussen de gedragsmatige luisterinspanning bij de DTP's en de subjectieve beoordelingen onderzocht.

Uit deze studie blijkt dat de luisterinspanning groter was bij woorden ten opzichte van cijfers. Daarnaast suggereren de onderzoeksresultaten dat het type maskeerruis geen statistisch significant verschil in gedragsmatige luisterinspanning veroorzaakt. Bovendien werd bij de meest gunstige luistercondities (i.e. de stilteconditie, +10 en +8 dB SNR) een grotere gedragsmatige luisterinspanning vastgesteld ten opzichte van de meest ongunstige luistercondities (i.e. 0 en -4 dB SNR). Tot slot was de relatie tussen de gedragsmatige en subjectieve luisterinspanning enkel statistisch significant, doch zwak voor een DTP met woorden in spraakruis, woorden in stationaire ruis en cijfers in spraakruis. De relatie tussen de subjectieve luisterinspanning ervaren tijdens dagelijkse communicatie en bij het uitvoeren van de DTP's was daarentegen niet statistisch significant.

Op basis van deze eerste optimalisatie werden aldus belangrijke inzichten omtrent luisterinspanning in real-life luistercondities en spraakmateriaal verkregen. Limitaties en suggesties werden bediscussieerd met oog op de implementatie in de klinische praktijk.

Kernwoorden: luisterinspanning – dubbeltaakparadigma – spraakmateriaal – maskeerruis – SNR

Abstract (Engels)

Daily communication involves a bidirectional interaction between auditory and cognitive functions. The proportion of cognitive functions required to understand speech can be described as listening effort. Listening effort can be measured behaviorally using a dual task paradigm (DTP) that mimics multitasking during daily communication.

The objective of this study is to optimize an existing DTP of Degeest et al. (2015) by implementing real-life listening conditions and speech material.

In addition to the original DTP with monosyllabic digits in spectrally shaped stationary noise, bisyllabic words and international multitalker babble noise were now implemented. A total of four variations of the DTP were presented to 100 normal hearing adults in six listening conditions (i.e. quiet, +10, +8, +4, 0 and -4 dB SNR). Listening effort during daily communication and during the DTP at the most challenging listening condition (i.e. -4 dB SNR) was subjectively assessed using a statement and a visual analog rating scale, respectively. Finally, the relationship between the behavioral listening effort (i.e. during the DTP's) and the subjective ratings was investigated.

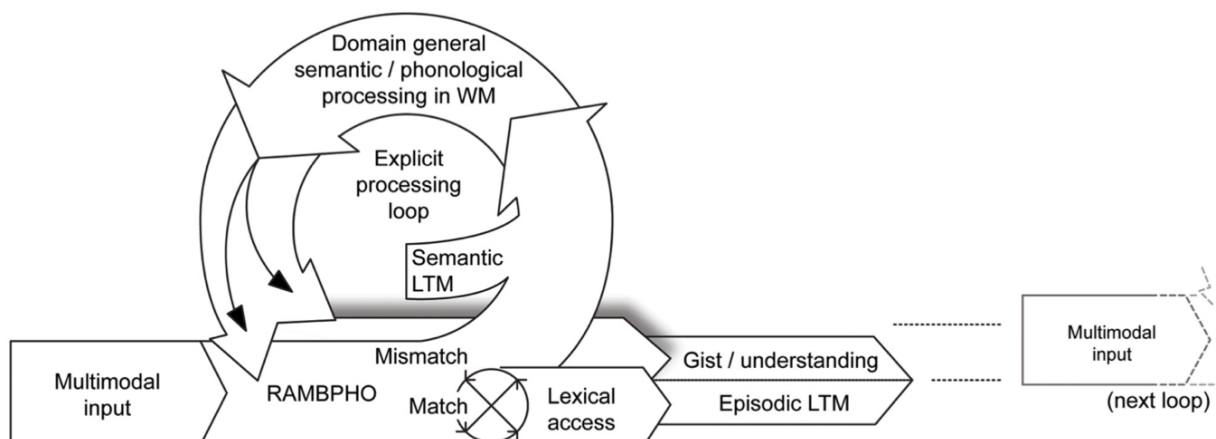
This study revealed a statistically significant higher listening effort for words compared to digits. Further, the study results suggest that the type of masking noise does not cause a statistically significant difference in behavioral listening effort. Moreover, the most favorable listening conditions (i.e., the quiet condition, +10 and +8 dB SNR) exhibited higher behavioral listening effort compared to the most unfavorable listening conditions (i.e., 0 and -4 dB SNR). Finally, the relationship between behavioral and subjective listening effort was only statistically significant, but weak for a DTP with words in babble noise, words in stationary noise, and digits in babble noise. In contrast, the relationship between the subjective listening effort experienced during daily communication and while performing the DTPs was not statistically significant.

Based on this first optimization, important insights into listening effort in real-life listening conditions and speech material were obtained. Limitations and suggestions were discussed regarding clinical practice.

Keywords: listening effort – dual task paradigm – speech material – masking noise – SNR

Inleiding

Spraakverstaan is een complexe auditieve vaardigheid die als een bidirectioneel proces, bestaande uit bottom-up en top-down processen, kan beschreven worden. Het bottom-up proces treedt op wanneer het perifeer auditief systeem een auditief signaal opvangt en doorstuurt naar het centraal auditief systeem. De verwerking van het auditieve signaal gebeurt vervolgens via top-down processen in het centraal (auditief) systeem, waarbij tevens cognitieve functies en linguïstische aspecten een cruciale rol spelen. Wanneer storing optreedt tijdens het bottom-up proces, met name bij aanwezigheid van achtergrondlawaai, reverberatie, gehoorverlies, etc., zullen meer top-down processen vereist zijn om ontbrekende informatie aan te vullen. Het Ease of Language Understanding (ELU) model toont in Figuur 1 hoe de interactie tussen bottom-up en top-down processen verloopt tijdens dagelijkse communicatie (Ronnberg et al., 2013). Een fonologische representatie van het inkomend auditief signaal wordt automatisch opgeslaan in een episodische buffer, RAMBPHO. RAMBPHO staat voor “Rapid, Automatic Multimodal Binding of Phonological representations”. Het opgeslagen auditief signaal wordt vervolgens van hieruit vergeleken met informatie uit het semantisch langetermijngeheugen. Een onverstoord inkomend auditief signaal vindt direct een match in het semantisch langetermijngeheugen en wordt snel en impliciet gedecodeerd. Het inkomend auditief signaal wordt aldus eenvoudig en snel verstaan zonder tussenkomst van bijkomende cognitieve functies. Bij een verstoord auditief signaal ontstaat een mismatch in het semantisch langetermijngeheugen en zijn expliciete cognitieve processen vereist om het inkomend auditief signaal te decoderen. Spraakverstaan verloopt hierdoor trager. Naast cognitieve functies zoals werkgeheugen, verwerkingssnelheid, selectieve aandacht, cognitieve flexibiliteit en inhibitie, wordt de context ingezet om de mismatch in het semantisch langetermijngeheugen op te lossen. Hoe meer een luisteraar zich moet beroepen op expliciete cognitieve processen, hoe beperkter de resterende cognitieve capaciteit om simultaan andere taken accuraat uit te voeren. De aandacht en mentale inspanning die ervaren wordt tijdens het luisteren in dagelijkse luistersituaties wordt luisterinspanning genoemd (Pichora-Fuller et al., 2016).



Figuur 1. Componenten van het “Ease of Language-Understanding Model” (ELU) volgens Ronnberg et al. (2013).

Luisterinspanning kan op verschillende manieren in kaart gebracht worden. Ten eerste kan door middel van vragenlijsten inzicht verkregen worden in de hoeveelheid luisterinspanning die een persoon subjectief ervaart. Ten tweede kan luisterinspanning objectief worden opgemeten aan de hand van pupillometrie, huidconductantie, elektro-encefalografie en oogbewegingen (Alhanbali et al. 2019; Gagné et al, 2017; Ohlenforst et al., 2017, en Simantiraki et al., 2018). Een derde methode om luisterinspanning te onderzoeken is gedragsmatig (Alhanbali et al., 2019; Gagné et al., 2017, en Simantiraki et al., 2018). Het dubbeltaakparadigma (DTP) is de meest gebruikte gedragsmatige meetmethode om luisterinspanning in kaart te brengen (Gagné et al., 2017). Het DTP bestaat uit twee taken: een primaire en een secundaire taak. Deze worden aanvankelijk geïsoleerd (i.e. baseline conditie) en simultaan (i.e. dubbeltaakconditie) uitgevoerd (Degeest, Keppler, & Corthals, 2015). De primaire taak is een auditieve taak, met name een spraakherkenningstaak, terwijl de secundaire taak eender welke cognitieve taak kan zijn; hetzij een visuele geheugentaak, een tactiele reactietijdstaak of tactiele patronen. Auditieve geheugentaken zoals woordcategorieberkenningstaken zouden kunnen interfereren met de primaire taak die eveneens auditief is, doordat ze gelijkaardige linguïstische processen aanspreken en worden daarom minder vaak verkozen (Gagné et al., 2017). Het DTP is gebaseerd op de gelimiteerde capaciteitstheorie en indiceert dat de cognitieve capaciteit om cognitieve taken uit te voeren gelimiteerd is. Wanneer de cognitieve belasting van de primaire taak toeneemt, is er minder resterende cognitieve capaciteit voor de simultane secundaire taak (Broadbent, 1958; Kahneman, 1973). Proefpersonen dienen bij een DTP prioriteit te geven aan de primaire taak. De hoeveelheid luisterinspanning wordt vervolgens bepaald aan de hand van het verschil in performantie op de secundaire taak in de baseline- en dubbeltaakconditie (Kemper et al., 2009; Howard, Munro, & Plack, 2010; Degeest et al., 2015; Amlani, & Russo, 2016; Sarampalis et al. 2016). Het DTP is de meest gebruikte gedragsmatige meetmethode omwille van haar ecologische validiteit omdat er twee taken simultaan uitgevoerd dienen te worden. Deze meetmethode representeert zo het meest het multitasken tijdens dagelijkse communicatie. Daarnaast is de opstelling bij het DTP eenvoudig en is er geen specifieke apparatuur vereist. Voorgaand onderzoek vergeleek de luisterinspanning bij subjectieve en gedragsmatige meetmethoden, maar de correlatie leverde vaak inconsistente resultaten op (Alhanbali et al., 2019; Desjardins & Doherty, 2013; Gagné et al. 2017; Lau et al. 2013 en Picou et al., 2013). Tot op heden bestaat er nog geen gouden standaard om luisterinspanning in kaart te brengen. Echter geniet het DTP de voorkeur om in de toekomst te implementeren in de klinische praktijk omwille van voornoemde voordelen (Gagné et al., 2017). Wetenschappers zoeken naar de meest optimale samenstelling voor een DTP en onderzoeken hierbij de invloed van het spraakmateriaal en het type ruis, alsook de daaruitvoortvloeiende signaal-ruisverhouding (SNR), op de luisterinspanning.

De primaire taak omvat een spraakherkenningstaak dewelke zowel in stilte als in ruis wordt uitgevoerd. Spraakmateriaal zoals woorden, cijfers en zinnen worden het meest gebruikt (Hammer et al., 2013). Het type spraakstimulus wordt geselecteerd op basis van vier criteria. Een eerste belangrijk criterium is de redundantie. Dit is de voorspelbaarheid van een boodschap en bepaalt mede de mate waarin spraak nog kan worden verstaan wanneer akoestische informatie gedeeltelijk wegvalt. Hoe redundanter het spraakmateriaal, hoe meer de context kan gebruikt worden om ontbrekende informatie van het inkomend audief signaal aan te vullen en hoe minder expliciete cognitieve functies vereist zijn. Bijgevolg is de luisterinspanning bij hoogredundant spraakmateriaal lager (Gagné et al., 2017). Het tweede criterium is de representativiteit van het spraakmateriaal. Spraakmateriaal bevat bij voorkeur alle fonemen die in dagelijkse spraak voorkomen. Nederlandstalige woordenlijsten, zoals de bisyllabische BLU-woordenlijst, ontwikkeld via een samenwerking van neus-, keel- en oorafdelingen in Brugge, Leuven en Utrecht, benaderen de werkelijke fonemische distributie (A.J. Bosman, J. Wouters, W. Damman, 1995). De monosyllabische woordenlijst van de Nederlandse Vereniging voor Audiologie (NVA), bevat alle consonanten die woordinitieel en -finaal, met uitzondering van de /r/, voorkomen in het Nederlands, maar weerspiegelt daarbij de werkelijke fonemische distributie niet (NVA, 2011). Als derde criterium wordt rekening gehouden met het doelpubliek. De Leuven Intelligibility Numbers Test (K.U. Leuven) of de Leuven Intelligibility Sentences Test (K.U. Leuven) vormen geschikt spraakmateriaal voor jonge personen, tweetaligen of personen met gehoorverlies omdat ze langzamer ingesproken en duidelijker gearticuleerd worden (Hammer et al., 2013). Het vierde criterium houdt rekening met het opstellen van een eenvoudig testprotocol en -afname. Woorden en cijfers zijn eenvoudiger om te scoren ten opzichte van zinnen. Tot slot kan ook de moeilijkheid gevarieerd worden door woorden meerlettergrepig te maken, hetgeen eveneens bijdraagt aan de redundantie van het spraakmateriaal en kunnen cijfers in series aangeboden worden om de accuraatheid van de meting te verhogen (Wilson et al.; 2005, 2006 en Degeest, et al., 2015).

Eenmaal het spraakmateriaal is gekozen, worden verschillende types maskeerruis overwogen. Recent onderzoek naar luisterinspanning hanteerde vaak stationaire ruis waarvan het spectrum overeenkomt met dat van het gebruikte spraakmateriaal; in deze studie verwoord als spectraalgevormde stationaire ruis (Barabara et al., 2017; Bräcker et al., 2019; Degeest et al. 2015; Desjardins et al., 2013; Gordon-Salant, & Cole, 2016; Howard et al., 2010; Koelewijn et al., 2012; Kuk et al., 2020 Lau et al., 2019; McArdle et al., 2005; McGarrigle et al., 2019; Picou et al., 2013, Picou et al, 2016; Prodi, & Visentin 2019; Sarampalis et al., 2009; Shukla et al., 2016; Simantiraki et al., 2018; Wendt et al. 2018; Wilson et al., 2005, Wilson et al., 2006; Wong, Ng, & Soli, 2012 en Zekveld et al., 2019). Daarnaast werd ook spraakruis vaak gehanteerd, waarbij werd geëxperimenteerd met het aantal gesprekspartners die dit type ruis produceren. Het aantal gesprekspartners varieert hierbij van twee tot en met twaalf (Barabara et al., 2017; Desjardins et al., 2013; Gordon-Salant, & Cole, 2016; Howard et al., 2010; Koelewijn et al., 2012; Kuk et al., 2020 Lau et al., 2019; McArdle et al., 2005; McGarrigle et al., 2019; Picou et al., 2013, Picou et al, 2016; Sarampalis et al., 2009; Shukla et al., 2016; Wendt et al. 2018; Wilson et al., 2005, Wilson et al., 2006). Koelewijn et al. (2012) maten een grotere hoeveelheid luisterinspanning op via pupillometrie met spraakruis ten opzichte van stationaire ruis. Spraakmateriaal wordt eveneens in stilte,

dus zonder ruis, gepresenteerd als standaard ter vergelijking met andere ruistypes (Howard et al., 2010; Kuk et al., 2020; Lau et al., 2019; Ljung et al., 2013; McArdle et al., 2005; Picou et al., 2016; Sarampalis et al., 2009; Shukla et al., 2018 en Wilson et al., 2005). Zowel stationaire ruis met het gemiddelde lange-termijnspectrum van spraak, als spraakruis met een variërend aantal gesprekspartners worden aldus vaak geopteerd om spraakmateriaal te maskeren. Twee soorten maskeereffecten treden bij het aanbieden van deze twee types maskeerruis op, zijnde energetische en informatieve maskering. Met energetische maskering wordt de interferentie die ontstaat tussen de maskeerruis en het spraakmateriaal bedoeld, doordat dezelfde spectrale energie aanwezig is. Spectraalgevormde stationaire ruis bevat spectrale en temporele karakteristieken die continu zijn in de tijd. Hierdoor zullen zwakkere geluiden minder hoorbaar worden. Afhankelijk van de spectrale inhoud van het spraakmateriaal, zullen hierdoor bepaalde elementen uit het spraakmateriaal – bijvoorbeeld woorden of syllaben, gemaskeerd worden. Informatieve maskering speelt zich daarentegen op een meer centraal verwerkingsniveau af. De interferentie die hierbij optreedt, ontstaat door contextuele en semantische overlap, zodat de aandacht van de luisteraar kan afgeleid worden. Spraakruis heeft bijgevolg zowel een energetisch als informatief maskeereffect en maakt zodoende het spraakverstaan nog lastiger in vergelijking met spectraalgevormde stationaire ruis (Le Prell, C. G., & Clavier, O. H., 2017, en Rennie et al., 2019).

De intensiteit van spraakmateriaal en maskeerruis dienen ten slotte ook de realiteit te benaderen. De verhouding tussen de intensiteit van het spraakmateriaal en de ruis wordt de SNR genoemd. Wetenschappelijke literatuur doet vermoeden dat de SNR-condities tijdens dagelijkse luistersituaties voornamelijk rond 0 dB of zelfs positief zijn. In werkelijke luistersituaties, zoals in een bibliotheek, in een eetruimte en in een school werden SNR-verhoudingen gaande van 0 tot +14 dB SNR opgemeten (Brungart et al. 2020). Howard et al. (2010) maten daarnaast ook negatieve SNR's in een klaslokaal en noteren een range van -7 tot +5 dB SNR. Ook Mansour et al. (2021a) besloten dat een negatieve SNR van -2,5 dB de dagelijkse vergadersituaties representeert. De meest negatieve SNR ligt vermoedelijk rond -4 dB doordat gesprekspartners zich aanpassen aan moeilijke luistersituaties (Brungart et al., 2020; Howard et al., 2010; Mansour et al., 2021a; Smeds et al., 2015; Weisser et al., 2019; Wong et al., 2012). Zo gaf Weisser et al. (2019) aan dat ten eerste de spreker luider zal spreken, het zogenaamde Lombard-effect. Ten tweede zullen zowel spreker als luisteraar dichter bij elkaar staan wanneer het achtergrondlawaai toeneemt. Opmerkelijk is dat de luisterconditie '0 dB SNR' frequent werd gehanteerd voor het meten van luisterinspanning (Barabara et al., 2017; Brungart et al., 2020; Gagné et al., 2017; Howard et al., 2010; Kuk et al., 2020; Lau et al., 2019; McArdle et al., 2005; McGarrigle et al., 2019; Perreau et al., 2017; Shukla et al., 2018; Wendt et al., 2018; Wilson et al., 2006 & Wu et al., 2016). Samengevat zou de verhouding tussen spraak en ruis dus variëren van -4 tot +14 dB SNR. Algemeen werd een grotere hoeveelheid luisterinspanning opgemeten tijdens uitdagende luistersituaties, met name bij negatieve SNR's. Bij heel negatieve SNR's echter, wordt het spraakverstaan vermoedelijk te lastig, waardoor de aandacht van de luisteraar afneemt en er geen bijkomende inspanning meer geleverd wordt (Gagné et al., 2017; Peng, & Jiang, 2018; McGarrigle et al., 2019; Guijo, Horiuti, & Cardoso, 2019).

Dit onderzoek heeft als doel een bestaand DTP (Degeest et al., 2015) te optimaliseren zodanig dit de luisterinspanning in alledaagse luistersituaties nauwkeuriger in kaart brengt. Er wordt hierbij onderzocht welk type spraakmateriaal (woorden versus cijfers) en ruis (spraakruis versus spectraalgevormde stationaire ruis) het best gecombineerd worden in diverse luistercondities (SNR's) om de luisterinspanning op te meten. Er kan vermoed worden dat luisterinspanning groter zal zijn bij woorden in spraakruis ten opzichte van cijfers in spectraalgevormde stationaire ruis. Spraakruis maskeert namelijk het spraakmateriaal niet alleen energetisch, maar ook informatief. Daarnaast is het aantal responsmogelijkheden bij woorden veel groter dan bij de gesloten set cijfers (nul tot twaalf). Verder zal de luisterinspanning vermoedelijk toenemen in minder gunstige luistercondities doordat meer expliciete cognitieve processen aangesproken worden om de mismatch in het semantisch langetermijngeheugen bij een verstoord auditief signaal op te lossen. Het effect van het type spraakmateriaal en ruis op de subjectieve luisterinspanning voor de meest ongunstige luisterconditie wordt eveneens onderzocht. Daarnaast wordt de subjectieve luisterinspanning, ervaren tijdens dagelijkse communicatie afgetoetst aan de hand van een stelling. Tot slot worden correlaties bestudeerd tussen de subjectieve en gedragsmatige luisterinspanning en beide subjectieve maten voor luisterinspanning.

Methode

Proefpersonen

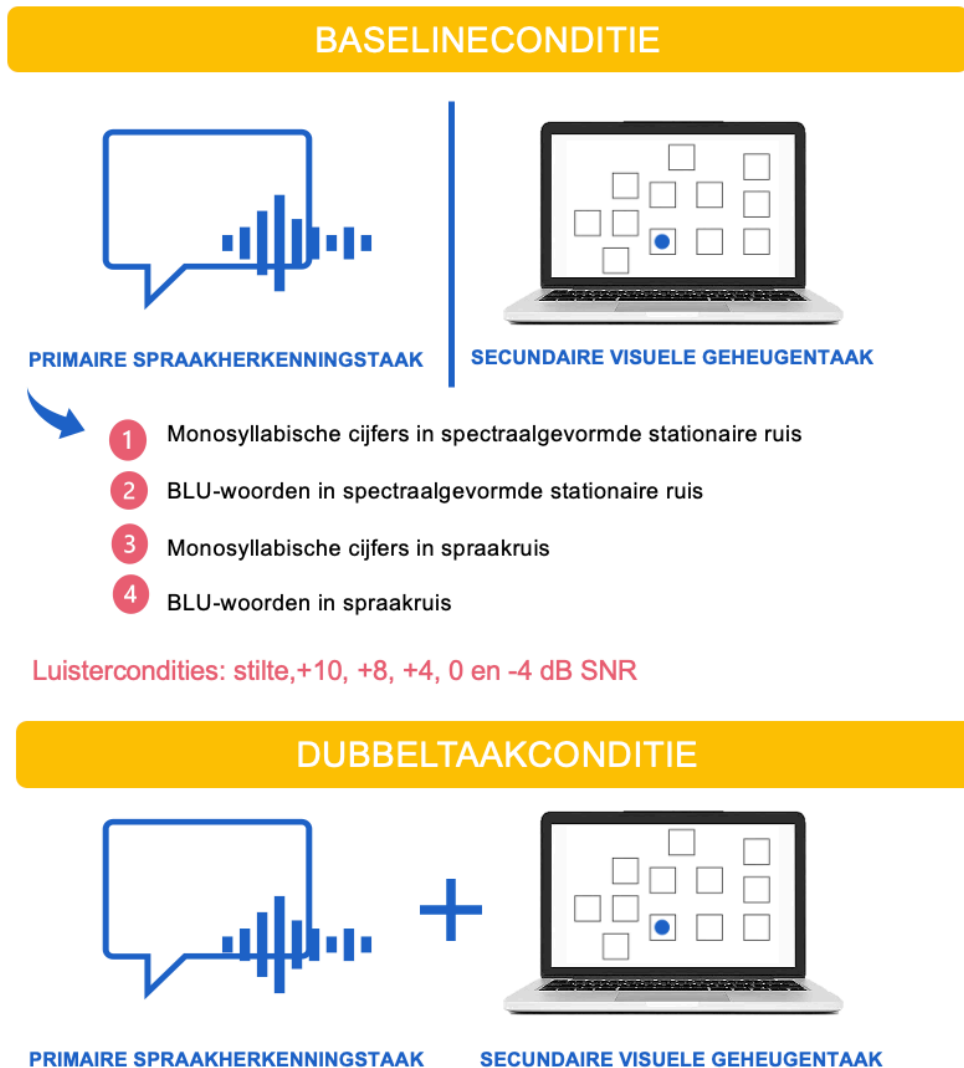
Normaalhorende proefpersonen tussen 18 en 69 jaar werden via convenience sampling gerekruteerd in West- en Oost-Vlaanderen. Alle deelnemers hadden Nederlands als moedertaal. Proefpersonen werden geëxcludeerd op basis van volgende criteria: aanwezigheid van een zelfgerapporteerde medisch-otologische voorgeschiedenis, aandachts-, leer-, taal-, psychiatrische of neurologische stoornissen. Een normale of gecorrigeerd tot normale gezichtsscherpte op basis van de Snellen test was vereist (Chen, Norazman, & Buari, 2012). Proefpersonen vanaf 60 jaar werden gescreend op cognitieve achteruitgang aan de hand van de Montréal Cognitive Assessment (MoCA) en werden geëxcludeerd bij een score lager dan 26 op 30 (Nasreddine et al., 2005).

Aan de hand van otoscopie kon een normale status van de uitwendige gehoorgang en het trommelvlies worden weerhouden. Bilateraal diende 226 Hz-tympanometrie (AA222 Audio Traveller, Interacoustics, Assens, Denemarken) een type A tympanogram aan te tonen. Enkel proefpersonen die voldeden aan het vijfde percentiel van de ISO 7029-richtlijn (ISO, 2017), voor normaal gehoor op basis van leeftijd en geslacht, werden geïnccludeerd. Hiervoor werd tonale liminaire audiometrie (AA222 Audio Traveller audiometer van Interacoustic) met een supra-aurale hoofdtelefoon uitgevoerd. De tonale drempels voor luchtgeleiding werden met de gemodificeerde Hughson-Westlake methode bepaald op octaaffrequenties tussen 250 Hz tot 8000 Hz, inclusief op de halfoctaaffrequenties 3000 Hz en 6000 Hz. Alle audiometrische testen werden afgenomen in een stille ruimte in het UZ Gent.

Deze studie werd goedgekeurd door de Commissie voor Medische Ethiek van het UZ Gent. De proefpersonen ondertekenden voor aanvang van het onderzoek een informed consent.

Gedragsmatige luisterinspanning

De mate van luisterinspanning werd gedragsmatig bepaald aan de hand van een DTP, gebaseerd op dat van Degeest et al. (2015). Dit oorspronkelijk DTP bestaat uit een primaire spraakherkenningstaak met cijfers in spectraalgevormde stationaire ruis en een secundaire visuele geheugentaak. Voor deze studie werden in totaal vier variaties samengesteld op basis van het DTP van Degeest et al. (2015). Hierbij werden combinaties gecreëerd met twee verschillende types spraakmateriaal: monosyllabische cijfers of bisyllabische woorden en twee verschillende types maskeerruis: spectraalgevormde stationaire ruis of spraakruis (Figuur 2).



Figuur 2. Schema voor de afname van vier variaties op het dubbeltaakparadigma van Degeest et al. (2015).

De afname van elke variatie op het DTP verliep telkens identiek. De primaire spraakherkenningstaak en de secundaire visuele geheugentaak werden eerst afzonderlijk afgenomen (de baselineconditie) en daarna simultaan (de dubbeltaakconditie). Zowel in de baseline- als in de dubbeltaakconditie werd initieel een oefenreeks aangeboden om de proefpersonen vertrouwd te maken met het experiment. Enkel proefpersonen die 50% behaalden op de secundaire taak in de baselineconditie werden geïnccludeerd. Het volledig DTP werd steeds in een stille ruimte met daglicht in het UZ Gent afgenomen. Per proefpersoon vonden twee testmomenten plaats met minstens één uur en maximum twee weken tijd tussen beide testmomenten. Tijdens beide testmomenten werden telkens twee variaties op het DTP afgenomen volgens een randomisatie zoals weergegeven in Tabel 1, Appendix 1 als controle op een mogelijk leereffect. In dit within-subjects experiment werden de vier variaties op het DTP (Degeest et al., 2015) afgenomen bij alle proefpersonen.

Baseline conditie: primaire taak

De primaire spraakherkenningstaak werd zowel met woorden als met cijfers afgenomen. Tweeënzestig bisyllabische woorden werden at random geselecteerd uit de BLU-woordenlijst. Dezelfde woorden kwamen bijgevolg meermaals voor, maar niet in eenzelfde luisterconditie. De cijfers waren monosyllabisch van nul tot en met twaalf, met uitzondering van acht wegens grotere kans op peak clipping bij opname. Zowel de woorden als cijfers werden ingesproken door een Vlaamse vrouwelijke spreker, zonder coarticulatie en er werd een interstimulusinterval van één seconde ingevoegd via het programma 'Praat'. Elke luisterconditie bestond uit drie reeksen van vijf woorden of vijf cijfers in aanwezigheid van maskeerruis, met uitzondering van de stilteconditie. Zowel het voorkomen als de volgorde van de woorden en cijfers werden gerandomiseerd. Er werden twee types maskeerruis gehanteerd. De stationaire ruis bevatte alle frequenties van het spraakspectrum. In Degeest et al. (2015) kan de werkwijze om tot deze spectraalgevormde stationaire ruis te komen, teruggevonden worden. De spraakruis daarentegen was een internationaal spraaktestsignaal, dewelke de meeste relevante eigenschappen van natuurlijke spraak vertoont, zoals het modulatiespectrum en de grondfrequentie met haar harmonischen (Holube, I, et al., 2010). De intensiteit van de maskeerruis lag vast op 65 dB SPL, terwijl de intensiteit van het spraakmateriaal werd gevarieerd om in totaal zes verschillende luistercondities te bekomen. Spraakmateriaal werd eerst in stilte aangeboden als referentieconditie, en daarna op +10, +8, +4, 0 en -4 dB SNR. Deze laatste vijf luistercondities zouden de verhouding tussen spraak- en achtergrondlawaai in het dagelijks leven representeren (Gagné et al., 2017; Peng, & Jiang, 2018; McGarrigle et al., 2019; Guijo, Horiuti, & Cardoso, 2019). Tien seconden prestimulusmaskeerruis werd steeds aangeboden om proefpersonen te laten wennen aan het type maskeerruis. Een aandachtstoon, zijnde een zuivere toon, werd vervolgens aangeboden, gevolgd door het spraakmateriaal in maskeerruis. Zowel het spraakmateriaal als de maskeerruis werden via twee luidsprekers, één op 45° en één op 315° ten opzichte van de proefpersoon, gepresenteerd. De direct-to-reverberant verhouding werd gemaximaliseerd door de proefpersoon op 90 cm van beide boxen te plaatsen (Culling, Zhao, & Stephens, 2005).

Bij aanvang werden drie oefenreeksen op +6 dB SNR aangeboden. Daarna volgden de eigenlijke testitems in de zes verschillende luistercondities met dalende SNR's. De proefpersoon werd geïnstrueerd om na elke reeks van vijf woorden of vijf cijfers, het spraakmateriaal te herhalen in de volgorde waarin het werd waargenomen. Er werd een woordscore gehanteerd: per correct herhaald woord of cijfer werd één punt toegekend. De maximale score per luisterconditie bedroeg dus vijftien punten.

Baseline conditie: secundaire taak

Als secundaire taak werd de originele visuele geheugentaak gebruikt (Degeest et al., 2015). Hiervoor werd via een computerscherm op 70 cm van de proefpersoon een raster getoond (Figuur 2) waarin vijf vlekken sequentieel verschenen, met per vlek een stimulusduur van één seconde. Nadat alle vlekken waren verschenen, vulde de proefpersoon een scoreformulier schriftelijk in. Per correct aangeduide vlek

in het gegeven raster, werd één punt toegekend. Opnieuw werd eerst een oefenreeks (één raster) aangeboden. Nadien werden vijf rasters met vlekken gepresenteerd. Om leereffecten en concentratieafname te controleren, werden enkel de scores op de laatste twee rasters meegeteld. Deze score op tien werd dan vermenigvuldigd met 1,5 zodat een totaalscore op vijftien kon worden genoteerd.

Dubbeltaakconditie

In de dubbeltaakconditie werden de primaire en secundaire taak simultaan uitgevoerd. De vlek verscheen niet exact simultaan met de presentatie van het woord of cijfer om conditioneringseffecten te vermijden (Degeest et al., 2015). Spraakmateriaal werd in identieke luistercondities als in de primaire baselinetaak gepresenteerd. Ook de scoringswijze in de dubbeltaakconditie was identiek als voor de primaire en secundaire taak in de baselineconditie. De proefpersoon werd zowel mondeling als schriftelijk geïnstrueerd: “Op volgende schermen zal u verschillende malen vijf tweelettergrepige woorden/cijfers tussen nul en twaalf in stilte en in stoorruis horen. De moeilijkheid varieert. Tegelijkertijd verschijnen vijf blauwe vlekken in het raster. Onthoud goed in welke vakken de vlekken belanden. Herhaal de vijf woorden/cijfers nadat ze werden aangeboden. Zeg telkens vijf woorden/cijfers, ook al moet u raden. Duid daarna aan in welke vakken je de vlekken gezien hebt. Duid altijd vijf vakken aan, ook al moet je gokken. Het herhalen van de woorden/cijfers is het belangrijkste.”

Het verschil in de scores op de secundaire taak in de baseline- en dubbeltaakconditie weerspiegelt de luisterinspanning. Dit werd berekend aan de hand van de formule van Kemper et al. (2009): $\text{luisterinspanning} = 100 \times [\text{score op de secundaire taak in baselineconditie} - \text{score op de secundaire taak in dubbeltaakconditie}] / \text{score op de secundaire taak in baselineconditie}$. Een voorwaarde bij het opmeten van een DTP was dat de performantie op de primaire taak statistisch niet significant verschillend was in de baseline- en dubbeltaakconditie.

Subjectieve luisterinspanning

De mate van subjectieve luisterinspanning werd op basis van twee methoden in kaart gebracht. Ten eerste werd de mate van subjectieve luisterinspanning tijdens het DTP bepaald. Hiervoor werd bij elke variatie op het DTP, enkel voor de luisterconditie op -4 dB SNR tijdens de dubbeltaakconditie, de luisterinspanning mondeling afgetoetst met behulp van een VAS van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk). Ten tweede, werd aan de hand van de hearing-related quality of life questionnaire for Auditory-Visual, COgnitive and Psychosocial functioning (hAVICOP) de mate van subjectieve luisterinspanning in het dagelijks leven geregistreerd (Ceuleers et al., 2021). Zevenentwintig stellingen werden via REDCap elektronisch aangeboden. Per stelling werd een score van 0 (zelden tot nooit) tot 100 (bijna altijd) aangeduid op een visueel analoge schaal (VAS). Naast de subjectieve luisterinspanning, werden ook het auditief-visueel, cognitief en psychosociaal functioneren beoordeeld. Zowel een totaalscore als deelscore per domein, met name het (1) auditief-visueel, (2) cognitief en (3) psychosociaal domein, als de specifieke score voor de stelling met betrekking tot luisterinspanning zullen berekend worden.

Data-analyse

Het softwareprogramma 'Statistical Package for the Social Science' (IBM SPSS, versie 28) werd gehanteerd voor de analyse van de onderzoeksgegevens. De grafische voorstellingen werden in SPSS en in Microsoft Office Excel gecreëerd (Microsoft Corporation, Washington, United States, versie 16.46).

Gedragmatige luisterinspanning

In eerste instantie werden descriptieve variabelen met betrekking tot de primaire en secundaire taak bepaald voor de baseline- en dubbeltaakconditie bij elke variatie op het DTP. Twee voorwaarden werden gecontroleerd alvorens de gedragmatige luisterinspanning verder te analyseren. De performantie op de secundaire taak in de baselineconditie diende minimaal 50% te bedragen. Daarnaast mocht de performantie op de primaire taak niet significant afwijken tussen de baseline- en dubbeltaakconditie (i.e. de verschilscore). Om deze voorwaarde na te gaan werd de distributie van de verschilcores eerst gecontroleerd. De Shapiro-Wilk normaliteitstest ($p < 0.05$), boxplots, histogrammen en Kolmogorov-Smirnovtest ($p < 0.05$) indiceerden hierbij een non-parametrische distributie van de verschilcores. Bijgevolg werd de non-parametrische Wilcoxon Matched Pairs Signed Ranks Test voor gepaarde data uitgevoerd. Vervolgens werd de gedragmatige luisterinspanning berekend. De normaalverdeling van de gedragmatige luisterinspanning werd eveneens aan de hand van de Shapiro-Wilk normaliteitstest ($p < 0.05$), boxplots, histogrammen en Kolmogorov-Smirnovtest ($p < 0.05$) geïnterpreteerd als non-parametrisch. Het effect van het spraakmateriaal (woorden versus cijfers) en type ruis (spraakruis versus spectraalgevormde stationaire ruis) op de gedragmatige luisterinspanning werd bijgevolg geanalyseerd met behulp van een Friedman test. De Friedman test is de non-parametrische tegenhanger van de repeated measures ANOVA waardoor statistisch significante verschillen in gedragmatige luisterinspanning (afhankelijke variabele) kunnen opgespoord worden bij het aanbieden van twee types spraakstimuli en twee types maskeerruis (onafhankelijke variabelen) tijdens een DTP. De Friedman test werd eveneens uitgevoerd om het effect van de zes luistercondities (onafhankelijke variabele) op de gedragmatige luisterinspanning (afhankelijke variabele) te onderzoeken. Significante resultaten ($p < 0.05$) werden post-hoc geanalyseerd met behulp van de Wilcoxon Matched Pairs Signed Ranks Test na Bonferronicorrectie voor meervoudige vergelijkingen.

Subjectieve luisterinspanning

De subjectieve luisterinspanning, aangeduid op een VAS gaande van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) werd bevraagd bij elke variatie op het DTP voor de luisterconditie -4 dB SNR. Het effect van beide types spraakstimuli en ruis (onafhankelijke variabelen) op de subjectieve luisterinspanning (afhankelijke variabele) werd geanalyseerd met behulp van de parametrische one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA). Mauchly's test voor sfericiteit werd vervolgens beoordeeld, waarbij de Greenhouse-Geissercorrectie werd toegepast indien aan deze voorwaarde niet werd voldaan ($p < 0.05$). Post-hoc analyses met Bonferronicorrectie werden geïnterpreteerd in geval de one-way repeated

measures ANOVA een significant resultaat aangaf ($p < 0.05$). De subjectieve luisterinspanning op basis van de hAVICOP werd daarentegen enkel descriptief onderzocht.

Relatie subjectieve en gedragsmatige luisterinspanning

Spearmancorrelatie-analyses werden uitgevoerd om de relatie tussen de subjectieve luisterinspanning (op basis van de VAS en de hAVICOP) en de gedragsmatige luisterinspanning te bestuderen. De Spearmancorrelatie-analyse is namelijk geschikt om verbanden tussen continue, gepaarde data aan te tonen wanneer één van beide variabelen – hier de gedragsmatige luisterinspanning – een non-parametrische distributie vertoont. In geval van significante correlaties ($p < 0.05$), werd de Spearmancorrelatiecoëfficiënt (r_s) geïnterpreteerd volgens Cohen et al. (2013) waarbij correlaties tussen 0,00 en 0,29, tussen 0,30 en 0,49 en correlaties groter dan 0,50 respectievelijk als zwak, matig en sterk worden beschouwd.

Relatie beide subjectieve maten voor luisterinspanning

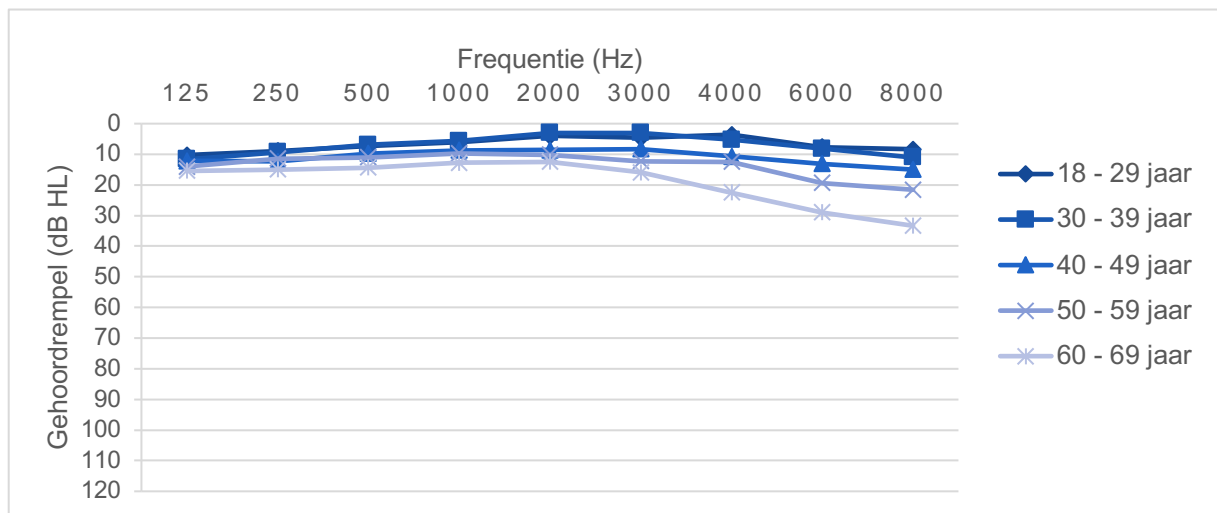
Tot slot werd de relatie tussen de resultaten van beide subjectieve maten voor luisterinspanning (op basis van de VAS en de hAVICOP) geanalyseerd. Hiervoor werden eveneens Spearmancorrelatie-analyses uitgevoerd waarbij de Spearmancorrelatiecoëfficiënt (r_s) bij significante resultaten werd geïnterpreteerd ($p < 0.05$) (Cohen et al., 2013).

Resultaten

Proefpersonen

Zesennegentig proefpersonen voldeden aan alle vooropgestelde inclusiecriteria. Twee proefpersonen werden geëxcludeerd omdat het onderzoek met niet-gecalibreerde testapparatuur werd afgenomen. Daarnaast werd één proefpersoon geëxcludeerd wegens een medische voorgeschiedenis met een cerebrovasculair accident. Verder werd één proefpersoon geëxcludeerd omwille van vroegtijdig stopzetten van de deelname aan het onderzoek.

Figuur 3 stelt de gemiddelde gehoordrempels van beide oren voor per levensdecade. In Tabel 1 worden de sociaal-demografische gegevens van de geïncludeerde proefpersonen eveneens per levensdecade weergegeven. Uit deze tabel blijkt aldus de representativiteit van de steekproef voor een normaalhorende volwassen populatie op basis van geslacht en leeftijd.



Figuur 3. Gemiddelde gehoordrempels voor beide oren, geclusterd per levensdecade (n=192).

De resultaten van de hAVICOP worden eveneens gepresenteerd in Tabel 1. In totaal vulden 78 proefpersonen de online vragenlijst volledig in. Algemeen werd gezien dat de totaalscore, scores per domein en de score op de stelling omtrent luisterinspanning hoog waren voor elke levensdecade. Volgens de hAVICOP werd besloten dat het auditief-visueel, psychosociaal en cognitief functioneren algemeen goed waren.

Tabel 1. Sociaal-demografische gegevens van de geïncludeerde proefpersonen (n=96) per levensdecade en descriptieve numerieke data over de resultaten op de hAVICOP (n= 78). De 27 stellingen uit de hAVICOP werden gequoteerd met een score op 100.

KENMERK	18 – 29 jaar (n= 20)	30 – 39 jaar (n=18)	40 – 49 jaar (n=21)	50 – 59 jaar (n=19)	60 – 69 jaar (n=18)
LEEFTIJD (jaar)					
Gemiddelde (SD)^o	24 (2,6)	33 (2,7)	45 (2,9)	54 (2,4)	63 (3,0)
Mediaan	23	33	45	54	63
Min.- max.^s	22 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 58	60 - 69
GESLACHT (n)					
Man	9	9	11	9	9
Vrouw	11	9	10	10	9
HOOGST BEHAALDE DIPLOMA (n)					
Geen diploma, lager onderwijs niet afgewerkt					1
Lager primair onderwijs				2	1
Lager secundair onderwijs		1	1	1	1
Hoger secundair onderwijs: beroeps-, technisch of algemeen onderwijs, of specialisatieopleiding na secundair onderwijs (1 of 2 jaar)	7	1	6	6	7
Hoger niet-universitair onderwijs korte type (3 jaar) of hoger niet-universitair onderwijs lange type (4 jaar)	8	8	9	8	7
(Post-) universitair onderwijs	5	8	5	2	1
WERKSITUATIE (n)					
Student	9	1			
Werkend	11	17	20	19	8
Werkloos					
Gepensioneerd					10

Tabel 1. Vervolg

hAVICOP	18 – 29 JAAR (n= 15)	30 – 39 JAAR (n=14)	40 – 49 JAAR (n=20)	50 – 59 JAAR (n=16)	60 – 69 JAAR (n=13)
TOTAALSCORE					
GEMIDDELDE	91,5	92,7	87,8	84,4	86,2
(SD°)	(5,49)	(5,75)	(11,40)	(11,5)	(10,84)
MEDIAAN	92,7	92,6	91,1	88,2	88,1
(IQR*)	(89,8 – 95,0)	(90,9 – 97,6)	(80,3 – 95,7)	(81,3 – 91,1)	(78,6 – 96,2)
MIN.-MAX.‡	74,8 – 97,2	80,0 – 100,0	55,9 – 100,0	48,1– 97,0	64,7 – 99,3
TOTAAL DOMEIN					
AUDIO-VISUEEL					
GEMIDDELDE	90,9	92,3	87,5	84,5	86,8
(SD°)	(5,67)	(6,75)	(10,70)	(7,95)	(9,13)
MEDIAAN	92,2	92,9	90,0	85,6	85,8
(IQR*)	(88,6 – 95,0)	(89,7 – 97,4)	(81,9 – 95,8)	(80,3 – 90,3)	(78,3 – 94,6)
MIN.-MAX.‡	74,4 – 96,3	77,8 – 100,0	55,4 – 100,0	65,0 – 95,3	70,42 – 98,4
TOTAAL DOMEIN					
COGNITIEF					
GEMIDDELDE	86,1	85,6	81,9	76,8	79,8
(SD°)	(13,52)	(12,0)	(19,67)	(16,23)	(18,20)
MEDIAAN	89,17	86,3	89,4	78,1	85,3
(IQR*)	(82,5 – 95,8)	(76,9 – 97,4)	(71,3 – 96,7)	(70,1 – 89,2)	(67,9 – 94,8)
MIN.-MAX.‡	46,8 – 100,0	62,8 – 100,0	36,7 – 100,0	30,3 – 97,7	43,3 – 100,0
TOTAAL DOMEIN					
PSYCHOSOCIAAL					
GEMIDDELDE	96,0	98,1	92,2	89,4	89,6
(SD°)	(7,48)	(3,09)	(12,61)	(17,80)	(15,47)
MEDIAAN	98,3	99,8	98,9	97,1	97,8
(IQR*)	(95,2 – 98,9)	(97,6 – 100,0)	(88,4 – 100,0)	(85,1 – 99,8)	(86,1 – 99,4)
MIN.-MAX.‡	70,0 – 100,0	90,3 – 100,0	57,9 -100,0	29,3 – 100,0	53,0 – 99,4

°Standaarddeviatie

*Interkwartielrange (Q1 – Q3)

‡Minimum – maximum

Gedragmatige luisterinspanning

Voorwaarden

Twee voorwaarden werden eerst gecontroleerd opdat de gedragmatige luisterinspanning mocht berekend worden. Alle proefpersonen behaalden meer dan 50% op de secundaire taak in de baselineconditie. De gemiddelde score bedroeg 70% ($SD= 7,8\%$, range 70% - 100%), waardoor aan de eerste voorwaarde werd voldaan. Ten tweede diende de performantie op de primaire taak niet significant verschillend te zijn tussen de baseline- en dubbeltaakconditie (i.e. de verschillscores). Op basis van de Wilcoxon Matched Pairs Signed Ranks Test werd niet aan de tweede voorwaarde voldaan voor de vier variaties op het DTP in alle luistercondities ($p<0.05$). Echter, na analyse van de descriptieve data, zoals voorgesteld in Tabel 1, Appendix 2 werd vastgesteld dat het maximaal gemiddeld verschil in spraakherkenningscore slechts 0,6 punten op 15 (4%) bedroeg. Bijgevolg werd besloten de gedragmatige luisterinspanning te berekenen.

Uit Tabel 1, Appendix 2 kon afgeleid worden dat de spraakherkenningscore algemeen hoger lag voor cijfers ten opzichte van woorden. De gemiddelde spraakherkenningscore (%) over de zes

luistercondities heen bedroeg in de baselineconditie voor woorden in spraakruis 84,6 ($SD= 11,07$), voor woorden in stationaire ruis 86,0 ($SD=10,95$), cijfers in spraakruis 98,8 ($SD= 3,57$) en cijfers in stationaire ruis 98,4 ($SD=4,62$). Voor de spraakherkenningscores (%) in de dubbeltaakconditie over de zes luistercondities heen, bedroeg dit respectievelijk 97,7 ($SD=1,57$), 97,6 ($SD=4,99$), 84,0 ($SD=11,06$) en 74,9 ($SD=26,92$). Spraakherkenningscores lagen bijgevolg 12 tot 14% lager voor woorden in vergelijking met cijfers in de baselineconditie en 14 tot 23% lager voor woorden ten opzichte van cijfers in de dubbeltaakconditie. Algemeen was de gemiddelde spraakherkenningscore bij een DTP met woorden in spraakruis het laagst in stilte voor beide testcondities, het hoogst op -4 dB SNR voor de baselineconditie en op +4 dB SNR voor de dubbeltaakconditie. Bij woorden in stationaire ruis waren deze scores eveneens het laagst in stilte voor beide testcondities, het hoogst op +10 dB SNR voor de baselineconditie en op +4 dB SNR voor de dubbeltaakconditie. Bij cijfers in spraakruis werden de laagste gemiddelde spraakherkenningscores genoteerd bij -4 dB SNR voor de baselineconditie en in stilte tijdens de dubbeltaakconditie. De hoogste gemiddelde spraakherkenningscores werden behaald op +10 dB SNR voor beide testcondities. De gemiddelde spraakherkenningscore voor cijfers in stationaire ruis was het laagst op -4 dB SNR en het hoogst op +10 dB SNR voor beide testcondities. Voor de exacte waarden per luisterconditie kan Tabel 1 uit Appendix 2 geraadpleegd worden.

Tabel 2 geeft een overzicht van de hoeveelheid gedragsmatige luisterinspanning, opgemeten in zes verschillende luistercondities. In de volgende rubrieken worden achtereenvolgens de invloed van het spraakmateriaal, de maskeerruis en de luisterconditie op de gedragsmatige luisterinspanning bestudeerd aan de hand van de Friedman test.

Tabel 2. De gedragsmatige luisterinspanning (%) opgemeten in verschillende luistercondities.

GEDRAGSMATIGE LUISTERINSPANNING (%)						
WOORDEN IN SPRAAKRUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE	11,7	14,2	14,9	16,4	10,2	6,6
(SD°)	(14,44)	(17,76)	(16,31)	(16,53)	(17,16)	(15,02)
MEDIAAN	8,9	8,9	13,3	13,3	6,7	0,0
(IQR*)	(0,9 – 20,0)	(0,0-23,8)	(0,0 – 26,7)	(5,2 – 26,7)	(0,0- 18,5)	(0,0 – 13,3)
WOORDEN IN STATIONAIRE RUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE	9,4	12,2	12,7	11,9	7,2	5,6
(SD°)	(16,04)	(17,32)	(15,41)	(18,35)	(16,78)	(15,70)
MEDIAAN	6,7	6,7	13,3	6,7	6,7	1,9
(IQR*)	(0,0- 20,0)	(0,0 – 20,0)	(6,7 – 20,0)	(0,0 -23,8)	(0,0 -13,3)	(0,0 – 13,3)
CIJFERS IN SPRAAKRUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE	5,0	8,5	7,1	8,3	3,6	3,7
(SD°)	(12,57)	(13,70)	(12,84)	(14,44)	(12,87)	(13,94)
MEDIAAN	3,7	6,7	6,7	6,7	0,0	1,9
(IQR*)	(0,0-6,7)	(0,0-13,3)	(0,0-13,3)	(0,0-13,3)	(0,0-6,7)	(0,0-6,7)
CIJFERS IN STATIONAIRE RUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE	3,3	4,4	6,0	7,5	3,3	5,0
(SD°)	(13,29)	(15,08)	(14,27)	(15,76)	(14,53)	(14,60)
MEDIAAN	0,0	0,0	6,7	6,7	0,0	0,0
(IQR*)	(0,0-12,8)	(0,0-12,8)	(0,0-13,3)	(0,0-13,3)	(0,0-6,7)	(0,0-6,7)

°Standaarddeviatie

*Interkwartielrange (Q1 – Q3)

Invloed van spraakmateriaal en maskeerruis

De Friedman test toonde een statistisch significant verschil aan in gedragsmatige luisterinspanning tussen de vier variaties op het DTP voor de luistercondities 'stilte' ($\chi^2(3)= 41,302$, $p<0.001$), +10 dB SNR ($\chi^2(3)=40,508$, $p<0.001$), +8 dB SNR ($\chi^2(3)= 46,758$, $p<0.001$), +4 dB SNR ($\chi^2(3)= 41,453$, $p<0.001$) en 0 dB SNR ($\chi^2(3)=24,147$, $p<0.001$). Voor de luisterconditie -4 dB SNR werd geen statistisch significant verschil gevonden op basis van spraakmateriaal of maskeerruis ($\chi^2(3)= 0,930$, $p=0.818$). Paarsgewijze vergelijking volgens de Wilcoxon Matched Pairs Signed Ranks Test na Bonferronicorrectie voor meervoudige vergelijkingen werd uitgevoerd per luisterconditie.

In stilte was de gedragsmatige luisterinspanning statistisch significant hoger bij woorden in spraakruis (mediaan=8,89, $p<0.001$) en woorden in stationaire ruis (mediaan=6,67, $p=0.002$) in vergelijking met cijfers in stationaire ruis (mediaan=0,00). Daarnaast werd een statistisch significant hogere gedragsmatige luisterinspanning opgemeten bij woorden in spraakruis (mediaan=8,89, $p=0.001$) ten opzichte van cijfers in spraakruis (mediaan=3,70).

In luisterconditie +10 dB SNR werd dezelfde trend teruggevonden als voor de stilteconditie. De gedragsmatige luisterinspanning lag statistisch significant hoger bij woorden in spraakruis (mediaan=8,89, $p<0.001$) en woorden in stationaire ruis (mediaan=6,67, $p<0.001$) dan bij cijfers in stationaire ruis (mediaan=0,00). De luisterinspanning was ook statistisch significant hoger bij woorden in spraakruis (mediaan=8,89, $p=0.029$) ten opzichte van cijfers in spraakruis (mediaan=6,67).

In luisterconditie +8 dB SNR werd opnieuw een statistisch significant hogere gedragsmatige luisterinspanning geobserveerd tussen woorden in spraakruis (mediaan=13,33, $p<0.001$) en cijfers in spraakruis (mediaan=6,67) en tussen woorden in stationaire ruis (mediaan=13,33, $p=0.001$) en cijfers in spraakruis (mediaan= 6,67). Een statistisch significant hogere gedragsmatige luisterinspanning werd eveneens genoteerd bij woorden in stationaire ruis (mediaan=13,33, $p<0.001$) in vergelijking met cijfers in stationaire ruis (mediaan=6,67).

Zowel voor luisterconditie +4 dB SNR als voor 0 dB SNR werd een statistisch significant hogere gedragsmatige luisterinspanning vastgesteld bij woorden in spraakruis (+4 dB SNR: mediaan=13,33, $p<0.001$; 0 dB SNR: mediaan=0,00, $p=0.004$) ten opzichte van cijfers in stationaire ruis (+4 dB SNR: mediaan=6,67; 0 dB SNR: mediaan=0,00). Ook bij woorden in spraakruis (+4 dB SNR: mediaan= 6,67, $p<0.001$; 0 dB SNR: mediaan=0,00, $p=0.005$) werd een statistisch significant hogere luisterinspanning gemeten dan bij cijfers in spraakruis (+4 dB SNR: mediaan=6,67; 0 dB SNR: mediaan=0,00).

Op basis van bovenstaande resultaten kon besloten worden dat voor luisterconditie -4 dB SNR geen statistisch significant verschil in gedragsmatige luisterinspanning werd opgemeten tussen de vier variaties op het DTP. Daarnaast kon voor de overige vijf luistercondities besloten worden dat een DTP met woorden in spraakruis een hogere gedragsmatige luisterinspanning opmat in vergelijking met een DTP met cijfers in dezelfde maskeerruis. Bovendien werd in luistercondities 'stilte', +10 dB SNR en +8

dB SNR een statistisch significant hogere luisterinspanning gevonden bij woorden in stationaire ruis ten opzichte van cijfers in dezelfde maskeerruis. Tot slot werd geen statistisch significante invloed op de gedragsmatige luisterinspanning gevonden op basis van maskeerruis bij hetzelfde stimulustype voor alle luistercondities.

Invloed van de luisterconditie

De Friedman test toonde een statistisch significant verschil in gedragsmatige luisterinspanning aan tussen de zes luistercondities voor de vier variaties op het DTP: woorden in spraakruis ($\chi^2(5)=89,671$, $p<0.001$), woorden in stationaire ruis ($\chi^2(5)= 55,073$, $p<0.001$), cijfers in spraakruis ($\chi^2(5)= 34,591$, $p<0.001$) en cijfers in stationaire ruis ($\chi^2(5)= 26,203$, $p<0.001$). Paarsgewijze vergelijking volgens de Wilcoxon Matched Pairs Signed Ranks Test na Bonferronicorrectie voor meervoudige vergelijkingen werd uitgevoerd per variatie op het DTP.

Bij presentatie van woorden in spraakruis werd een statistisch significant hogere luisterinspanning opgemeten bij de vier meest gunstige luistercondities, namelijk stilte (mediaan=8,89, $p<0.001$), +10 dB SNR (mediaan=8,89, $p<0.001$), +8 dB SNR (mediaan=13,33, $p<0.001$) en +4 dB SNR (mediaan=13,33, $p<0.001$) ten opzichte van de meest ongunstige luisterconditie op -4 dB SNR (mediaan= 0,00). Ook bij gunstige luistercondities +10 dB SNR (mediaan=8,89, $p=0.014$), +8 dB SNR (mediaan=13,33, $p=0.004$) en +4 dB SNR (mediaan=13,33, $p<0.001$) werd een statistisch significant hogere luisterinspanning opgemeten in vergelijking met luisterconditie 0 dB SNR (mediaan=0,00). Tot slot werd bij deze variatie op het DTP ook een randsignificant grotere luisterinspanning bij +4 dB SNR (mediaan=13,33, $p=0.045$) vastgesteld ten opzichte van de stilteconditie (mediaan=8,89).

Het gebruik van woorden in stationaire ruis vertoonde gelijkaardige resultaten. Opnieuw werd een statistisch significant grotere hoeveelheid luisterinspanning opgemeten bij gunstigere luistercondities +10 dB SNR (mediaan=6,67, $p<0.001$), +8 dB SNR (mediaan=13,33, $p>0.001$) en +4 dB SNR (mediaan=6,67, $p<0.001$) ten opzichte van -4 dB SNR (mediaan=1,85), alsook bij +10 dB SNR (mediaan=6,67, $p=0.016$) en +4 dB SNR (mediaan=6,67, $p=0.011$) ten opzichte van 0 dB SNR (mediaan=6,67).

De luisterinspanning bij een DTP met cijfers in spraakruis lag statistisch significant hoger bij een SNR van +10 dB (mediaan=6,67) ten opzichte van ongunstige luistercondities 0 dB SNR (mediaan=0,00, $p<0.005$) en -4 dB SNR (mediaan=1,85, $p=0.008$). De gedragsmatige luisterinspanning lag eveneens statistisch significant hoger bij een SNR van +4 dB ten opzichte van ongunstige luistercondities 0 dB SNR (mediaan=0,00, $p=0.003$) en -4 dB SNR (mediaan=1,85, $p=0.005$).

Bij een DTP met cijfers in stationaire ruis werd een statistisch significant hogere luisterinspanning opgemeten in +4 dB SNR (mediaan=6,67) in vergelijking met respectievelijk 0 dB SNR (mediaan=0,00, $p=0.007$) en de stilteconditie (mediaan=0,00, $p=0.023$).

Bovenstaande resultaten suggereren algemeen voor de DTP's met woorden een statistisch significant grotere luisterinspanning bij gunstigere luistercondities (stille, +10, +8 en +4 dB SNR) ten opzichte van ongunstige luistercondities (0 en -4 dB SNR). De DTP's met cijfers tonen algemeen enkel een statistisch significant grotere luisterinspanning bij de gunstige luisterconditie +4 dB SNR ten opzichte van de ongunstige luisterconditie 0 dB SNR. Ten slotte werden voor geen enkele variatie op het DTP statistisch significante verschillen opgemerkt tussen gunstige (stille, +10, +8 en +4 dB SNR) en ongunstige luistercondities (0 en -4 dB SNR) onderling.

Subjectieve luisterinspanning

Beoordeling van subjectieve luisterinspanning met behulp van een VAS (0 – 10)

De subjectieve luisterinspanning werd voor elke variatie op het DTP bevraagd aan de hand van een VAS (0, gemakkelijk – 10, moeilijk) bij de meest ongunstige luisterconditie (-4 dB SNR). De descriptieve numerieke data worden in Tabel 3 voorgesteld.

Om na te gaan of deze descriptieve resultaten ook statistisch significant waren, werd de one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) uitgevoerd. Hoewel de Shapiro-Wilktest geen normaalverdeling aangaf ($p < 0.05$), werd toch op basis van het QQ-plot, boxplot, histogram en een voldoende grote steekproef ($n > 30$) voor de parametrische ANOVA-test gekozen. Mauchly's test voor sfericiteit werd hierbij eerst beoordeeld, echter werd aan deze voorwaarde niet voldaan $\chi^2(5) = 50.071$, $p < 0.001$. Bijgevolg werd een Greenhouse-Geissercorrectie toegepast ($\epsilon = 0,720$). Er werd een statistisch significant verschil in subjectieve luisterinspanning gevonden voor de verschillende variaties op het DTP, $F(2,161;205,249) = 86,133$, $p < 0.001$. Na Bonferroni-correctie voor meervoudige vergelijkingen volgens de gepaarde Student's T-test, konden deze statistisch significante verschillen geïnterpreteerd worden. De VAS-score bij een DTP met woorden in spraakruis lag gemiddeld 1,81 punten ($SD = 0,173$) hoger ten opzichte van een DTP met cijfers in spraakruis ($p < 0.001$) en gemiddeld 1,78 punten ($SD = 0,161$) hoger ten opzichte van een DTP met cijfers in stationaire ruis ($p < 0.001$). Bij een DTP met woorden in stationaire ruis lag de gemiddelde VAS-score 1,58 punten ($SD = 0,164$) hoger ten opzichte van een DTP met cijfers in spraakruis ($p < 0.001$) en 1,55 punten ($SD = 0,158$) hoger ten opzichte van een DTP met cijfers in stationaire ruis ($p < 0.001$). Er werd geen statistisch significant verschil gevonden voor subjectieve luisterinspanning tussen respectievelijk beide DTP's met woorden ($p = 0.275$) en beide DTP's met cijfers ($p = 1.000$). Deze resultaten suggereren dat het type maskeerruis geen statistisch significante invloed heeft op de subjectieve luisterinspanning.

Uit deze statistische analyse kon enkel geconcludeerd worden dat woorden als stimulustype de meeste subjectieve luisterinspanning opmaten bij de luisterconditie op -4 dB SNR. Tot slot toonde de repeated measures ANOVA aan dat er geen statistisch significant verschil in subjectieve luisterinspanning werd opgemeten tussen beide types ruis.

Tabel 3. Beschrijvende numerieke gegevens over de subjectieve luisterinspanning bevroegd met behulp van een VAS van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) voor de vier variaties op het dubbeltaakparadigma op luisterconditie -4 dB SNR.

Subjectieve luisterinspanning (score op 10)

	WOORDEN IN SPRAAKRUIS	WOORDEN IN STATIONAIRE RUIS	CIJFERS IN SPRAAKRUIS	CIJFERS IN STATIONAIRE RUIS
GEMIDDELDE (SD°)	7,3 (1,58)	7,1 (1,77)	5,5 (1,69)	5,5 (1,80)
MEDIAAN (IQR*)	7,0 (7,0 – 7,0)	7,0 (6,0 – 8,0)	6,0 (4,0 – 6,0)	6,0 (3,3 – 6,0)
MIN.- MAX.‡	0,0 – 10,0	2,0 – 10,0	0,0 – 9,0	1,0 – 10,0

°Standaarddeviatie
 *Interkwartielrange
 ‡Minimum – maximum

Hearing-related quality of life questionnaire for Auditory-Visual, COgnitive and Psychosocial functioning (hAVICOP)

Één stelling uit de ‘Hearing-related quality of life questionnaire for Auditory-Visual, COgnitive and Psychosocial functioning’ (hAVICOP) informeerde naar de subjectieve luisterinspanning, ervaren tijdens dagelijkse communicatie. De stelling luidde: “Het gebeurt dat ik afhaak tijdens een gesprek omdat het me te veel inspanning kost om alles te verstaan”. Hierbij duidde een score op een beoordelingsschaal gaande van 0 (zelden tot nooit) tot 100 (bijna altijd) met intervallen van 1 de subjectieve luisterinspanning aan. De descriptieve data voor deze stelling werden in Tabel 4 weergegeven per levensdecade. De gemiddelde subjectieve luisterinspanning volgens de hAVICOP lag opmerkelijk lager bij de jongste proefpersonen (gemiddelde=7,4, SD=11,17) ten opzichte van alle oudere leeftijdsgroepen (gemiddelde=14,2, SD=21,59).

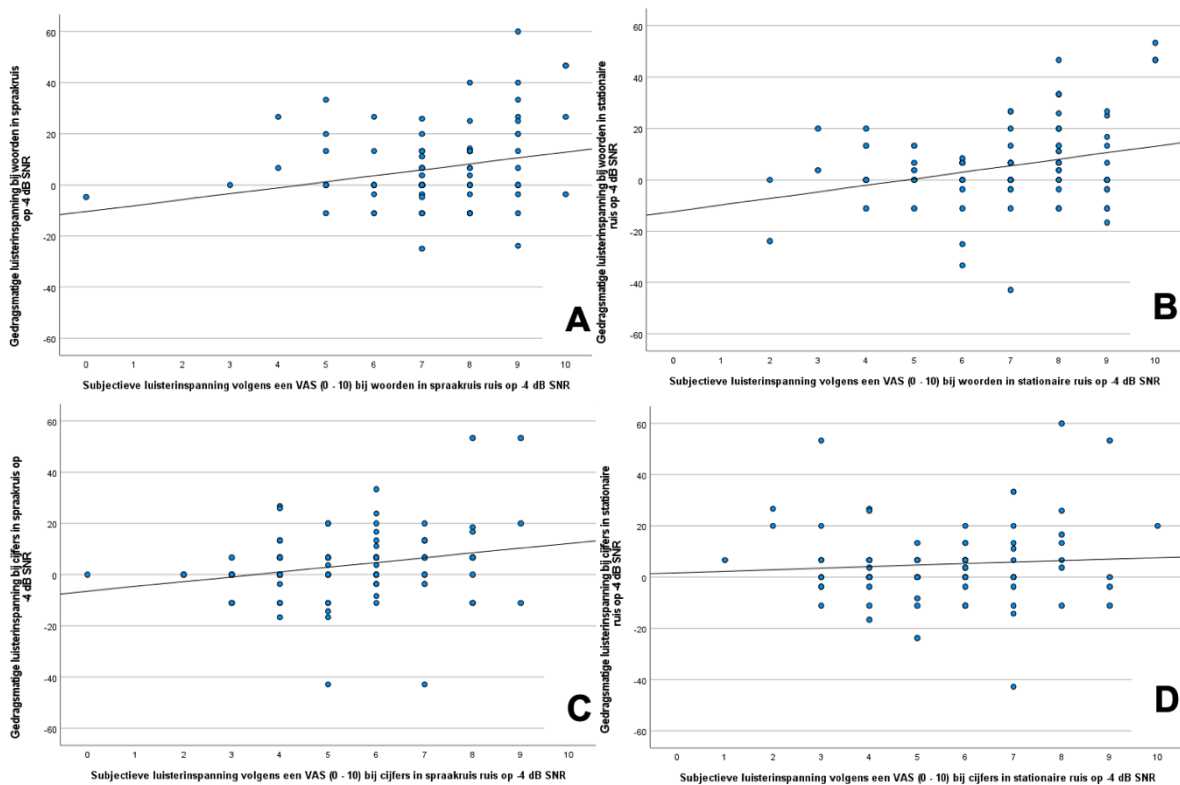
Tabel 4. Descriptieve numerieke data over de resultaten op de stelling over luisterinspanning van de hAVICOP (n= 78).

HAVICOP	18 – 29 jaar (n= 15)	30 – 39 jaar (n=14)	40 – 49 jaar (n=20)	50 – 59 jaar (n=16)	60 – 69 jaar (n=13)
STELLING LUISTERINSPANNING					
GEMIDDELDE (SD°)	7,4 (11,17)	13,9 (22,53)	11,9 (18,91)	15,8 (23,86)	15,9 (23,80)
MEDIAAN (IQR*)	0,0 (0,0 – 17,0)	4,5 (0,0 – 17,8)	3,0 (0,0 – 13,8)	4,5 (0,0 – 23,75)	7,0 (0,0 – 30,5)
MIN.-MAX.‡	0 – 35	0 – 81	0 – 61	0 – 24	0 – 80

°Standaarddeviatie
 *Interkwartielrange (Q1 – Q3)
 ‡Minimum - maximum

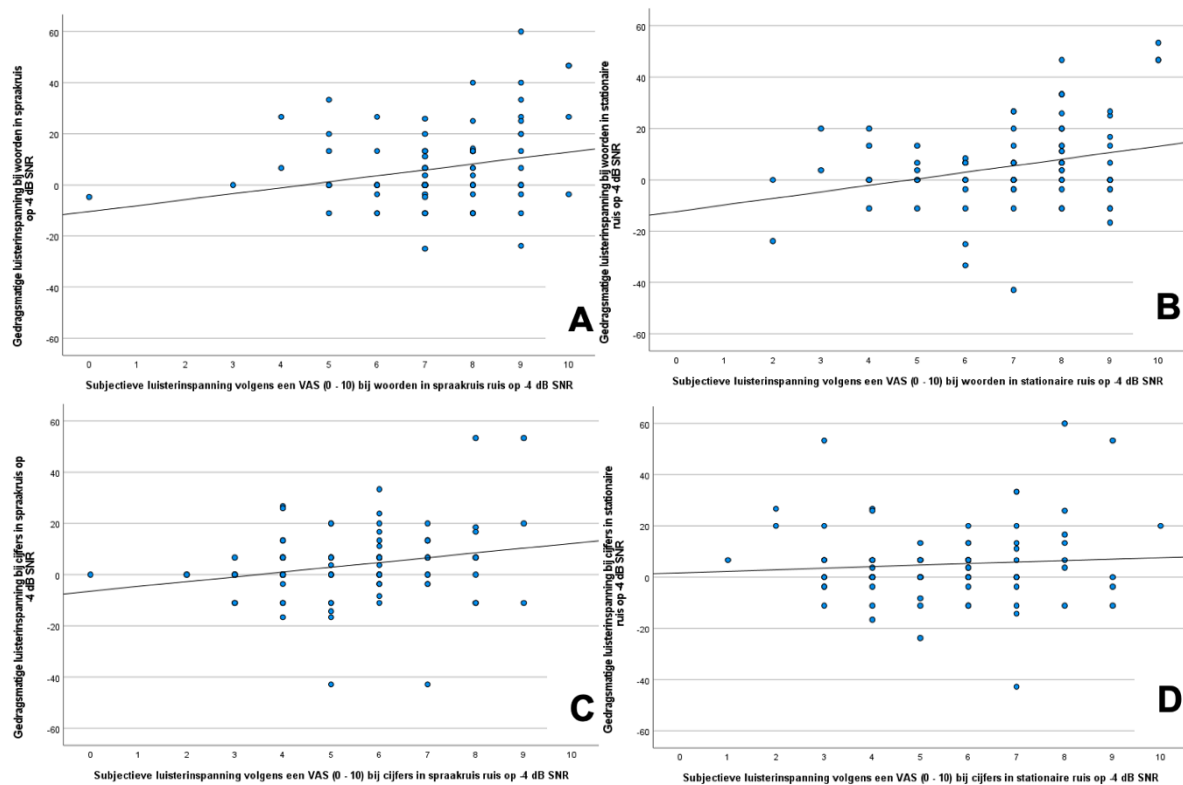
Gedragmatige versus subjectieve luisterinspanning

Voor het nagaan van een lineair verband tussen de gedragmatige en subjectieve luisterinspanning (bevraagd via een VAS) voor luisterconditie -4 dB SNR, werd de Spearmancoëfficiënt berekend. Er werden statistisch significante, zwakke correlaties tussen de gedragmatige en subjectieve luisterinspanning op -4 dB SNR gevonden bij de DTP's met woorden in spraakruis (Figuur 4A) ($r_s=0.246$, $p=0.016$), woorden in stationaire ruis (Figuur 4B) ($r_s= 0.287$, $p=0.005$) en cijfers in spraakruis (Figuur 4C) ($r_s=0.227$, $p=0.026$) (Cohen et al., 2013). Er werd geen statistisch significant verband teruggevonden bij een DTP met cijfers in stationaire ruis ($p=0.482$) (Figuur 4D).



Figuur 4. Scatterplot voor de gedragmatige (%) en subjectieve luisterinspanning volgens een VAS gaande van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) bij woorden in spraakruis (A), woorden in stationaire ruis (B), cijfers in spraakruis (C) en cijfers in stationaire ruis (D) op -4 dB SNR (n=96).

Het linear verband tussen de gedragsmatige luisterinspanning gemeten volgens de vier variaties op het DTP bij luisterconditie -4 dB SNR en de stelling van de hAVICOP betreffende luisterinspanning werd eveneens volgens de Spearmancorrelatie-analyse bepaald. Hierbij werd enkel een randsignificante, zwakke correlatie gevonden bij het DTP met woorden in stationaire ruis (Figuur 5B) ($r_s=0.228$, $p=0.045$) (Cohen et al., 2013). Voor de andere DTP's met woorden in spraakruis (Figuur 5A) ($p=0.120$), cijfers in spraakruis (Figuur 5C) ($p=0.366$) en cijfers in stationaire ruis (Figuur 5D) ($p=0.459$) werd geen statistisch significant verband met de stelling over luisterinspanning (hAVICOP) teruggevonden.



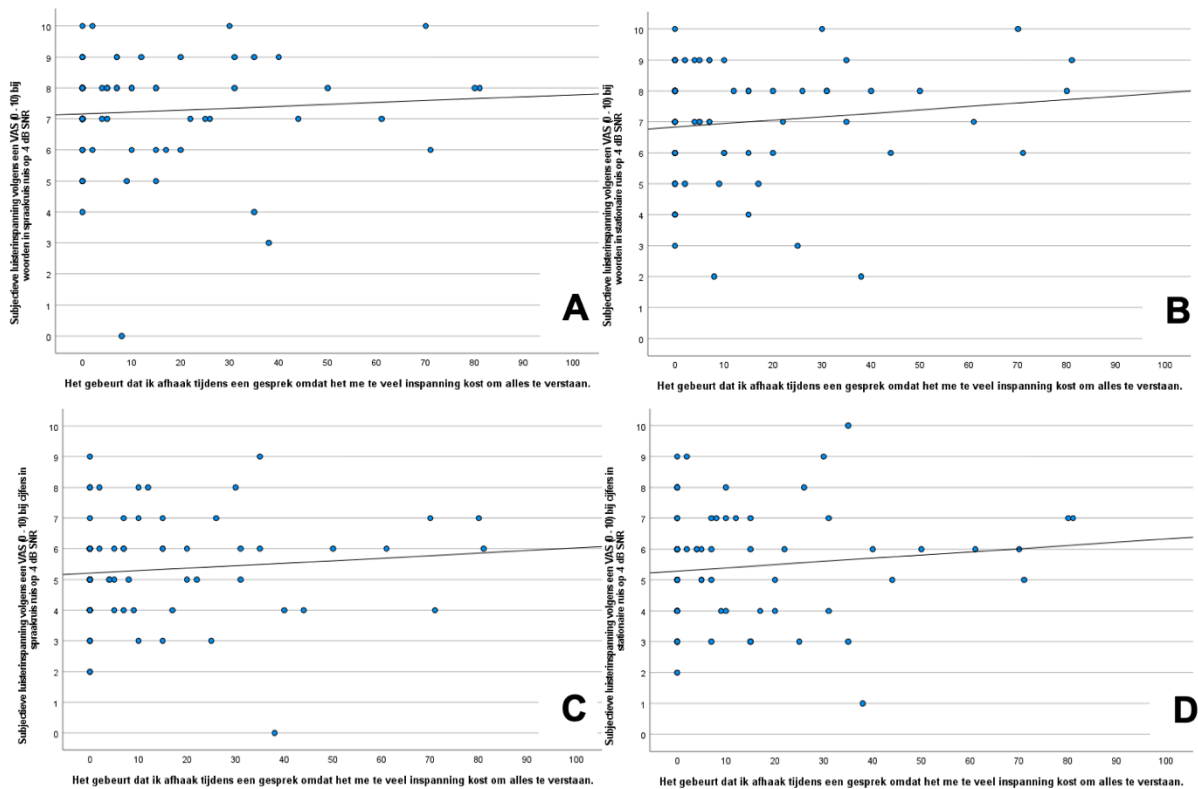
Figuur 5. Scatterplot voor gedragsmatige (%) en subjectieve luisterinspanning volgens de hAVICOP bij woorden in spraakruis (A), woorden in stationaire ruis (B), cijfers in spraakruis (C) en cijfers in stationaire ruis (D) op -4 dB SNR (n=78)

Er kan besloten worden dat Spearmancorrelatie-analyse statistisch significante, zwakke correlaties tussen de gedragsmatige en subjectieve luisterinspanning op -4 dB SNR vond bij de DTP's met woorden in spraakruis, woorden in stationaire ruis en cijfers in spraakruis. Ten slotte werd enkel een randsignificante, zwakke correlatie gevonden tussen de gedragsmatige luisterinspanning, gemeten met woorden in stationaire ruis en de hAVICOP.

Subjectieve luisterinspanning (VAS versus hAVICOP)

Het linear verband tussen de subjectieve luisterinspanning, bevraagd aan de hand van een VAS gaande van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) na afname van de vier variaties op het DTP bij luisterconditie -4 dB SNR, en de stelling van de hAVICOP betreffende luisterinspanning werd eveneens volgens de Spearmancorrelatie-analyse bepaald. Er werden geen statistisch significante relaties teruggevonden tussen de VAS na een DTP met woorden in spraakruis (Figuur 6A) ($p=0.074$), de VAS na een DTP met woorden in stationaire ruis (Figuur 6B) ($p=0.121$), de VAS na een DTP met cijfers in spraakruis (Figuur 6C) ($p=0.099$), noch voor de VAS na een DTP met cijfers in stationaire ruis (Figuur 6D) ($p=0.113$) en de stelling betreffende luisterinspanning van de hAVICOP (Figuur 6).

Er kan besloten worden dat Spearmancorrelatie-analyse geen statistisch significante correlaties kon aantonen tussen beide subjectieve meetmethoden van luisterinspanning (op basis van de VAS en de hAVICOP).



Figuur 6. Scatterplot voor de subjectieve luisterinspanning volgens een VAS gaande van 0 (gemakkelijk) tot 10 (moeilijk) op -4 dB SNR en op basis van de hAVICOP bij woorden in spraakruis (A), woorden in stationaire ruis (B), cijfers in spraakruis (C) en cijfers in stationaire ruis (D) ($n=78$).

Discussie

Deze studie beoogde een optimalisatie van het DTP ontwikkeld door Degeest et al. (2015) opdat dit de luisterinspanning in dagelijkse luistersituaties nauwkeuriger in kaart kan brengen. Het DTP is gebaseerd op de gelimiteerde capaciteitstheorie van Kahneman, D. (1973) waarbij wordt gesteld dat de individuele cognitieve capaciteit beperkt is en verdeeld wordt over beide taken van het DTP. In totaal werden vier variaties op het DTP afgenomen in luistercondities die de dagelijkse luistersituaties pogen te representeren. De gedragsmatige luisterinspanning werd in een stilteconditie, op +10, +8, +4, 0 en -4 dB SNR onderzocht. Naast de oorspronkelijke monosyllabische cijfers en spectraalgevormde stationaire ruis, werden nu ook bisyllabische BLU-woorden en internationaal multitalker spraakruis gepresenteerd. Ter controle werd de subjectieve luisterinspanning, ervaren tijdens het dagelijks leven (hAVICOP) en na afname van het DTP op -4 dB SNR bevraagd (VAS). Tot slot werd de relatie tussen de subjectieve maten voor luisterinspanning onderling en ten opzichte van de gedragsmatige luisterinspanning gecorreleerd.

Gedragsmatige luisterinspanning - invloed van spraakmateriaal en maskeerruis

De resultaten uit deze studie bevestigen de vooropgestelde hypothese voor de luistercondities 'stilte', +10 en +8 dB SNR, waarbij een statistisch significant hogere gedragsmatige luisterinspanning werd opgemeten bij de DTP's met woorden ten opzichte van de DTP's met cijfers. Het type spraakstimulus toonde echter geen statistisch significant effect op de gedragsmatige luisterinspanning aan in de meest ongunstige luisterconditie, -4 dB SNR. Mogelijks was de luisterinspanning in deze luisterconditie te laag om een effect van spraakmateriaal te kunnen analyseren. Uit de wetenschappelijke literatuur bleek dat voornamelijk monosyllabische woorden en zinnen gepresenteerd werden tijdens DTP's, hetgeen een vergelijking met de huidige resultaten bemoeilijkt. Bovendien opteerden de meeste onderzoekers voor een vaste spraakherkenningscore (50 – 95%), bepaald aan de hand van adaptieve SNR's omdat de primaire taak dan voor alle proefpersonen eenzelfde moeilijkheidsgraad had (Alhanbali et al., 2019; Bräcker et al., 2019; Degeest et al., 2015; Desjardins et al., 2013; Gagné et al., 2017; Gordon-Salant & Cole, 2016; Koelewijn et al., 2012; Picou et al., 2013, 2016; Wendt et al., 2018; Wong et al., 2012; en Wu et al., 2016). De moeilijkheidsgraad van een spraakherkenningsstaak kan enerzijds afgeleid worden uit de spraakherkenningscore, en wordt anderzijds ook weerspiegeld door de bijhorende luisterinspanning tijdens de spraakherkenningsstaak (Sarampalis et al., 2009 en Picou et al., 2013).

Tot zo ver wij weten vergeleken McArdle et al. (2005) en Wilson et al. (2006) als enigen de spraakherkenning tussen monosyllabische woorden (afkomstig uit de Northwestern University Auditory Test No. 6) en cijfers (één tot en met tien, met uitzondering van cijfer zeven) in aanwezigheid van spraakruis. Beide onderzoeken stelden vast dat voor een gelijke spraakherkenningscore, een 16 tot 17 dB gunstigere SNR vereist was voor woorden ten opzichte van cijfers. Dit verschil in spraakherkenning tussen monosyllabische woorden en cijfers werd toegeschreven aan verschillen in setgrootte, waarbij het aantal antwoordalternatieven voor woorden (= open set) veel groter was dan

voor cijfers (=gesloten set). De resultaten van de huidige studie sluiten aan bij deze bevindingen, gezien de spraakherkenningscores in de baselineconditie ook lager waren voor woorden (12 tot 14%) ten opzichte van cijfers. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat de cognitieve belasting van de spraakherkenningstaak in de huidige studie hoger lag dan bij de onderzoeken van McArdle et al. (2005), Wilson et al. (2006) en studies die woorden tijdens een DTP hanteerden (Amlani & Russo, 2016; Gagné et al., 2017; Howard et al., 2010; McGarrigle et al., 2019; en Picou et al., 2013, 2016). Zo dienden in de huidige studie reeksen met vijf woorden of vijf cijfers herhaald te worden in de exacte volgorde waarin ze werden aangeboden in plaats van per woord of reeks van drie cijfers. Daarnaast is elk BLU-woord opgebouwd uit twee syllaben dewelke beide apart bestaande woorden representeren (Hammer et al., 2013). Doordat eenzelfde syllabe met meerdere woorden werd gecombineerd (bijvoorbeeld bloembak, bloempot, bloemkool, bloemstuk en bakmeel of bakplaat, bakvorm en bloembak, etc.) kon verwarring ontstaan, waardoor de moeilijkheidsgraad van de primaire taak eveneens toenam en bijgevolg de huidige DTP's met woorden sensitiever maakte voor luisterinspanning.

Volgens de huidige studie heeft het type maskeerruis – spectraalgevormde stationaire ruis en spraakruis, namelijk een internationaal spraaktestsignaal (Holube, I, et al., 2010) – geen statistisch significante invloed op de gedragsmatige luisterinspanning. Er werd echter verwacht dat de spraakruis een significant hogere luisterinspanning zou opmeten omdat dit type ruis spraakmateriaal niet alleen energetisch, maar ook informatief maskeert (Le Prell, C. G., & Clavier, O. H., 2017, en Rennie et al., 2019). De spraakruis gehanteerd in deze studie was een internationaal spraaktestsignaal, representatief voor de meest relevante eigenschappen van natuurlijke spraak, zoals het modulatiespectrum en de grondfrequentie met haar harmonischen (Holube, I, et al., 2010). Deze ruis omvatte tekstfragmenten in het Amerikaans Engels, Arabisch, Chinees, Frans, Duits en Spaans. Vermoedelijk was het verwachte effect van informatieve maskering niet groot genoeg door gebrek aan een Nederlandstalig tekstfragment. De types ruis die werden gepresenteerd in de huidige studie, kwamen ook het meest voor bij onderzoeken naar gedragsmatige luisterinspanning. Spraakruis is vermoedelijk het meest voorkomende achtergrondgeluid dat interfereert met dagelijkse communicatie (Desjardins & Doherty, 2013; Sarampalis et al.; 2009; McArdle et al. 2005 en Ohlenforst et al., 2017). Daarnaast werd spectraalgevormde stationaire ruis ook vaak gehanteerd, waarbij dit type ruis stationaire geluiden, afkomstig van auto's, bouwwerven, stoorryuis van elektronische apparaten en groepsgesprekken representeren (Bräcker et al., 2019; Kuk et al., 2020; Picou et al., 2013, 2017, en Ohlenforst et al. 2017). Feedback van proefpersonen na afloop van het onderzoek wees uit dat beide types ruis even vaak voorkomen en diverse stoorbronnen uit het dagelijks leven representeren. De bekomen resultaten uit de huidige studie zijn in overeenstemming met de studie van Barabara et al. (2017). Desjardins & Doherty (2013) en Kuk et al. (2020) vergeleken het effect van beide types ruis op de gedragsmatige luisterinspanning aan de hand van een DTP, maar kwamen daarbij contradictorische resultaten uit. Daar waar de jonge, normaalhorende proefpersonen meer luisterinspanning ervaarden in spraakruis van zes sprekers ten opzichte van spectraal gevormde ruis in het onderzoek van Desjardins & Doherty (2013), scoorden normaalhorende proefpersonen in het onderzoek van Kuk et al. (2020) beter in de spectraal gevormde ruis dan in de spraakruis met eveneens zes sprekers. Dit gegeven sluit opnieuw

aan bij de resultaten van het huidige onderzoek, namelijk dat er geen specifieke voorkeur is voor type maskeerruis.

Gedragmatige luisterinspanning - invloed van de luisterconditie

De statistisch significant hogere luisterinspanning opgemeten bij gunstige luistercondities (i.e. de stilteconditie en positieve SNR's) ten opzichte van ongunstige luistercondities (i.e. 0 en -4 dB SNR) is contradictief met de vooropgestelde hypothese die stelde dat de luisterinspanning lineair zou stijgen met afnemende (meer ongunstige) SNR's. Hoewel de meeste onderzoeken gebruikmaakten van adaptieve SNR's om een vast percentage spraakherkenning te bekomen (50 – 95%), vertoonde het beperkt aantal studies met gelijkaardige vaste SNR's als in de huidige studie, de voorspelde trend wel, waarbij luisterinspanning toeneemt met dalende SNR (Lau et al., 2019; Ohlenforst et al. 2017; en Perreau et al. 2017). Deze resultaten sloten vervolgens aan bij het ELU-model (Ronnberg et al.; 2013) waarbij meer top-downprocessen worden aangesproken om een verstoord inkomend auditief signaal te decoderen. In Barabara et al. (2017) vertoonde de luisterinspanning, opgemeten via pupillometrie, een piekvormige curve met maximale luisterinspanning voor de middenrange van SNR's. Dit resultaat werd verklaard doordat de secundaire taak vermoedelijk te moeilijk was of juist te gemakkelijk en minder aandacht opeiste. Een gelijkaardige piekvorm bij luisterinspanning, opgemeten met een DTP, werd bekomen bij Wu et al. (2016) en zou te wijten zijn aan een aandachtsshift naar de secundaire taak, omdat de spraakherkenningscore (primaire taak) opvallend afnam in deze middenrange van SNR's. Aangezien de spraakherkenningscores tijdens de dubbeltaakconditie hoog waren (gemiddeld >80%), kan de significant lagere luisterinspanning voor de meest ongunstige luistercondities in de huidige studie niet te wijten zijn aan een aandachtsshift. Smeds et al. (2015) wees reeds op een mogelijk plafondeffect bij realistische en dus eerder positieve SNR's en raadde daarom aan minder redundant spraakmateriaal te hanteren, hetgeen in tegenstrijd had geweest met een doelstelling van dit onderzoek, zijnde het onderzoeken van het effect van representatief spraakmateriaal voor dagelijkse communicatie op de luisterinspanning, dat eerder redundant is. Een mogelijke verklaring voor de hogere luisterinspanning in gunstige luistercondities zou een leereffect kunnen zijn, ondanks het aanbieden van de oefenreeks. Iedere variatie op het DTP werd telkens in dezelfde volgorde afgenomen, zijnde eerst in stilte, daarna in +10, +8, +4, 0 en -4 dB SNR. Bijgevolg zouden proefpersonen meer getraind of vertrouwd zijn met de opdracht naar het einde van de test en daardoor minder luisterinspanning vertonen op 0 en -4 dB SNR. Proefpersonen gaven aan initieel te zoeken naar een strategie om de spraakstimuli eenvoudiger te memoriseren, zoals het maken van mentale representaties of op basis van semantiek woorden aan elkaar te linken. Dergelijke strategieën zouden de moeilijkheidsgraad van de primaire taak kunnen reduceren aangezien naar het einde van de test enkele woorden uit voorgaande reeksen terug voorkwamen. Volgens het model van Kahneman (1973) resulteert dit vervolgens in extra reservecapaciteit om de secundaire taak succesvol op te lossen. Volgens het ELU-model (Rönnerberg et al., 2013) kan verondersteld worden dat herhaalde woorden zich nog in het kortetermijngeheugen bevinden en sneller gematcht kunnen worden. Aangezien alle proefpersonen normaalhorend waren, kan ook verondersteld worden dat luistercondities 0 en -4 dB SNR auditief niet uitdagend genoeg waren. Bij BLU-lijsten ligt de norm voor 50% spraakherkenning bij een SNR van -7 dB in stationaire ruis (Vinck,

B. en Degeest, S., 2017-2018), hetgeen aldus moeilijker is dan in deze studie. Bovendien kunnen proefpersonen extra aandachtig worden wanneer ze merken dat de taak moeilijker wordt door de dalende SNR en resulteerde de extra aandacht niet in een toename van de luisterinspanning omdat de limiet van de cognitieve capaciteit niet werd bereikt. Daarnaast gaven enkele proefpersonen aan dat het visueel patroon van de secundaire taak in de meest ongunstige luistercondities eenvoudiger te onthouden was doordat de vlekken toevallig in naast elkaar liggende vakken op het raster verschenen. Tot slot was de luisterinspanning wellicht groter geweest bij meer negatieve (ongunstigere) SNR's dan deze uit de huidige studie. Opnieuw zou deze aanpassing in tegenstrijd zijn met een doelstelling van dit onderzoek, zijnde het onderzoeken van het effect van representatieve luistercondities tijdens dagelijkse communicatie. De geselecteerde SNR's werden voornamelijk gebaseerd op twee studies die dagelijkse luistersituaties opnamen en van daaruit een schatting maakten voor reële SNR's (Smeds et al. 2015 en Mansour et al., 2021a). Gemiddelde en meest voorkomende SNR's werden genoteerd in een range van -4 tot +12 dB SNR. Aangezien deze range werd bepaald na opnames in stille omgevingen, muziek, buitenomgevingen, radio en tv, winkels, transport, keukens en achtergrondgebabbel, werden deze als betrouwbaar gezien. Bovendien zouden gespreksituaties in zeer ongunstige luistercondities (negatieve SNR's) vaak vermeden, of in de mate van fysieke en sociaal wenselijke mogelijkheden gecompenseerd worden; door dicht bij de spreker te staan, het hoofd richting de spreker te richten en de stem te verheffen, etc. (Weisser et al., 2019). Tot slot werden in deze studie voor geen enkele variatie op het DTP statistisch significante verschillen opgemerkt tussen gunstige (stille, +10, +8 en +4 dB SNR) en ongunstige luistercondities (0 en -4 dB SNR) onderling. Howard et al. (2010) mat de luisterinspanning aan de hand van een DTP met monosyllabische woorden en spraakruis in een klaslokaal bij normaalhorende kinderen tussen 9 en 12 jaar. Ook in deze studie werden realistische SNR's gehanteerd (stille, +4, 0 en -4 dB) en werd tussen de gunstige (stille en +4 dB SNR) en ongunstige (0 en -4 dB SNR) luistercondities onderling geen statistisch significante verschillen in luisterinspanning opgemerkt. Er werd hiervoor tot op heden geen verklaring beschreven. Zowel Howard et al. (2010) als de huidige studie hanteerden stappen van 4 dB (met uitzondering van +10 en +8 dB in de huidige studie). Mogelijks hebben de gunstige en ongunstige luistercondities onderling een (nagenoeg) zelfde moeilijkheidsgraad en wordt daardoor geen significant verschil teruggevonden.

Subjectieve luisterinspanning - Beoordeling van subjectieve luisterinspanning met behulp van een VAS (0 – 10)

De subjectieve luisterinspanning bij een DTP met woorden was statistisch significant hoger ten opzichte van een DTP met cijfers voor luisterconditie -4 dB SNR. Lau et al. (2019) evalueerde de moeilijkheidsgraad van de objectieve luisterinspanning op basis van pupillometrie eveneens aan de hand van een subjectieve bevraging op een schaal van 0 (weinig luisterinspanning) tot 500 (maximale luisterinspanning). Hieruit bleek dat de luisterinspanning significant hoger werd beoordeeld voor zinnen ten opzichte van monosyllabische woorden in luistercondities stille, +6 en 0 dB SNR. Vermoedelijk was de cognitieve load hoger voor zinnen omdat dit type spraakmateriaal meer elementen omvat die dienden verwerkt te worden. Deze bevindingen liggen daarom in lijn met de resultaten uit de huidige studie

waarbij bisyllabische woorden subjectief meer luisterinspanning vereisten dan monosyllabische cijfers. Naast het groter aantal te onthouden elementen bij het gebruik van bisyllabische woorden, is ook het aantal antwoordalternatieven groter (=open set) ten opzichte van cijfers (=gesloten set). De huidige studie toonde geen statistisch significant verschil aan in subjectieve luisterinspanning tussen beide types ruis bij de afname van de DTP's. Subjectief werd aldus geen verschil in luisterinspanning opgemerkt tussen beide types maskeerruis. Dit kan opnieuw te wijten zijn aan de primaire taak die auditief niet uitdagend genoeg was voor normaalhorenden. Ook in Desjardins en Doherty et al. (2013) werd de moeilijkheidsgraad van een DTP met zinnen in spectraalgevormde stationaire ruis en spraakruis met twee sprekers geëvalueerd aan de hand van een beoordelingsschaal van 0 tot 100. Er werd hierbij een adaptieve SNR gehanteerd opdat een spraakherkenningscore van 76% werd bereikt. Een statistisch significant hogere subjectieve luisterinspanning werd daarentegen vastgesteld bij zinnen in spraakruis met twee sprekers ten opzichte van spectraalgevormde stationaire ruis. Dit verschil werd toegeschreven aan de informatieve maskering bij spraakruis die de proefpersonen meer afleidde tijdens de test.

Subjectieve luisterinspanning - hAVICOP

De hAVICOP (Ceuleers et al. 2021) die onder andere de subjectieve luisterinspanning tijdens dagelijkse communicatie in kaart brengt, werd volledig ingevuld door 78 proefpersonen. Uit deze vragenlijst bleek dat de jongste proefpersonen subjectief minder luisterinspanning ervaren ten opzichte van de oudere leeftijdsgroepen. Deze bevinding kan mogelijks verklaard worden door een beter auditief-visueel en cognitief functioneren bij de jongste proefpersonen in vergelijking met de oudste proefpersonen. Aangezien per leeftijdsgroep quasi evenveel deelnemers, evenredig verdeeld volgens geslacht, de vragenlijst invulden, zijn deze resultaten generaliseerbaar voor de normaalhorende volwassen populatie. Bijgevolg kan geconcludeerd worden dat deze volledige studiebevolking algemeen weinig subjectieve luisterinspanning ervaart.

Gedragsmatige versus subjectieve luisterinspanning

Spearmancorrelaties tussen de gedragsmatige en subjectieve luisterinspanning leverden in voorgaande onderzoeken vaak inconsistente resultaten op. In de huidige studie waren de correlaties statistisch significant, maar zwak bij de DTP's met woorden in spraakruis, woorden in stationaire ruis en cijfers in spraakruis. Er kan besloten worden dat de subjectieve luisterinspanning van proefpersonen overeenkomt met de gedragsmatige luisterinspanning bepaald via een DTP voor woorden in spraakruis, woorden in stationaire ruis en cijfers in spraakruis, doch is dit verband niet sterk. De correlatie tussen een DTP met cijfers in stationaire ruis en de bijhorende subjectieve beoordeling was niet statistisch significant. Zwakke significante en niet-significante correlaties zouden volgens Alhanbali et al. (2019), Kuk et al. (2020) en Lau et al. (2019) te wijten zijn aan de meetmethode. Gedragsmatige en subjectieve meetmethoden brengen mogelijks verschillende aspecten van luisterinspanning in kaart.

De Spearmancorrelatie-analyses toonden statistisch significante, maar zwakke correlaties aan tussen de stelling met betrekking tot luisterinspanning van de hAVICOP en de vier variaties op het DTP in luisterconditie -4 dB SNR. In Perreau et al. (2017) werd de subjectieve luisterinspanning tijdens het dagelijks leven geëvalueerd aan de hand van de drie vragen uit de 'The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale' (Gatehouse, S., 2004). De bekomen subjectieve luisterinspanning vertoonde eveneens een zwakke correlatie met de gedragsmatige luisterinspanning. Doordat de correlatie tussen de gedragsmatige en subjectieve meting in de huidige studie significant is, kan gesteld worden dat de vier variaties op het DTP enigszins de subjectief ervaren luisterinspanning tijdens dagelijkse communicatie in kaart brengt. Echter is deze correlatie slechts zwak hetgeen door Alhanbali et al. (2019), Guiliani et al. (2021), Lau et al. (2019), Perreau et al. (2017), Picou et al. (2017) en Simantiraki et al. (2009) wordt beargumenteerd door het feit dat beide meetmethoden een ander aspect van luisterinspanning in kaart brengen. Zo kan de gedragsmatige test eerder de cognitieve load weerspiegelen en de subjectieve luisterinspanning eerder gerelateerd zijn aan motivatie, aandacht, stress en vermoeidheid. Niettegenstaande kunnen hierdoor beide meetmethoden complementaire informatie over de luisterinspanning verschaffen en een holistische kijk bieden.

Als laatste was de relatie tussen beide subjectieve maten voor luisterinspanning (VAS en hAVICOP) statistisch niet significant. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat de ene subjectieve maat (VAS) een beoordeling gaf over de ervaren luisterinspanning tijdens de testconditie en de andere subjectieve maat een beoordeling gaf over de ervaren luisterinspanning tijdens dagelijkse communicatie. Daarbovenop werd de subjectieve luisterinspanning met behulp van de hAVICOP slechts op basis van één stelling bepaald hetgeen de betrouwbaarheid van deze subjectieve maat voor luisterinspanning reduceert.

Sterktes, limitaties en suggesties voor verder onderzoek

Met oog op het verbeteren en verder exploreren van de variaties op het DTP, worden enkele limitaties en bijhorende suggesties voorgesteld. Algemeen werden bij het opstellen van deze studie en steekproef met tal van aspecten rekening gehouden zodoende de betrouwbaarheid te maximaliseren. Zo werd de volgorde waarin de vier variaties op het DTP werden aangeboden gerandomiseerd. Daarnaast werden vele in- en exclusiecriteria opgesteld om beïnvloedende factoren uit te sluiten. Bovendien werd bij de rekrutering van de proefpersonen rekening gehouden met geslachts- en leeftijdsvariabelen opdat de resultaten generaliseerbaar zouden zijn voor een normaalhorende volwassen populatie. Bij het opstellen van de onderzoeksmethode konden leer- en vermoeidheidseffecten nog meer in rekening gebracht worden door naast het presenteren van een oefenreeks en randomiseren van de DTP's ook de taken binnen iedere variatie op het DTP te randomiseren. Met name kan verwacht worden dat proefpersonen steeds minder alert zijn na afname van de beide taken in de baselineconditie alvorens de dubbeltaakconditie aan te vatten. Tot slot werd enkel descriptief aan de tweede voorwaarde (niet-significante verschilcores) voldaan om de gedragsmatige luisterinspanning te berekenen. In deze studie werd de non-parametrische Friedmantest uitgevoerd, hetgeen een lager onderscheidingsvermogen biedt ten opzichte van een parametrische ANOVA-test.

Wat het spraakmateriaal betreft, werd geopteerd voor bisyllabische woorden afkomstig uit de BLU-woordenlijsten en monosyllabische cijfers tussen nul tot twaalf (met uitzondering van cijfer acht wegens peak clipping). Het voordeel van het gebruik van BLU-woorden is dat deze woordenlijsten reeds genormeerd zijn voor spraakaudiometrie in de klinische praktijk en voorgaand onderzoek in verband met luisterinspanning (Kestens K., 2022) hetgeen vergelijking gemakkelijker toelaat. In totaal werden tweeënzestig woorden random geselecteerd uit een totaal van 150 woorden. Hierdoor werd eenzelfde woord soms meermaals gepresenteerd tijdens de test. Dit leidde mogelijks tot een leereffect. Bijkomend werd voor elk type spraakstimulus met bijhorende ruis dezelfde randomisatie gehanteerd teneinde de moeilijkheidsgraad identiek te houden en zo een vergelijking tussen de luistercondities mogelijk te maken. Een aantal geselecteerde BLU-woorden komen echter tijdens dagelijkse communicatie minder voor, zoals de woorden 'melkboer', 'briefkaart' en 'boenwas'. Eventueel kunnen voor toekomstig onderzoek meer hedendaagse, modernere alternatieven gezocht worden, zoals 'carwash', 'poetsvrouw', 'parttime', 'eetzaal' en 'barman'. De luisterinspanning was het laagst bij de DTP's met cijfers als spraakmateriaal ten opzichte van de DTP's met woorden. Aangezien werd geopteerd voor monosyllabische cijfers, was het aantal antwoordalternatieven beperkt tot tien mogelijkheden. Bovendien vereist het onthouden van monosyllabische cijfers minder cognitieve capaciteit ten opzichte van bisyllabische cijfers of BLU-woorden. Toekomstig onderzoek zou de luisterinspanning kunnen vergelijken tussen bisyllabische cijfers en BLU-woorden om zo een meer gelijkaardige moeilijkheidsgraad te bekomen. Een ander alternatief hiervoor is het hanteren van monosyllabische NVA-woorden in plaats van BLU-woorden, wat een meer gelijkwaardige vergelijking mogelijk maakt, doch minder de dagelijkse communicatie representeert. Tot slot werden drie reeksen spraakstimuli per luisterconditie gepresenteerd, hetgeen de accuraatheid verhoogt, maar anderzijds ook de testduur, wat de implementatie in de klinische praktijk bemoeilijkt.

De geselecteerde spraakruis en stationaire spectraalgevormde ruis waren goede maskeersignalen omdat ze beiden een grote verscheidenheid aan dagelijkse stoorbronnen representeren. In deze studie kon noch op basis van de gedragsmatige, noch volgens de subjectieve luisterinspanning een significant verschil tussen beide types maskeerruis vastgesteld worden. Spraakruis wordt verwacht een grotere interferentie van spraakstimuli te veroorzaken ten opzichte van spectraalgevormde stationaire ruis omwille van de informatieve maskering bij spraakruis. Mogelijke suggesties om de informatieve maskeercomponent te vergroten én de spraakruis nog meer representatief te maken is het hanteren van Nederlandstalige spraak van meerdere sprekers. Bij voorkeur nemen zowel mannen als vrouwen deel aan een gesprek. Het aantal sprekers dient echter beperkt te blijven tot maximaal zes (Desjardins en Doherty, 2013) opdat er geen 'cocktailspeech' ontstaat, hetgeen dan eerder spectraalgevormde stationaire ruis benadert. De bekomen spraakruis zou aldus beter overeenstemmen met achtergrondgeluid van cafés, restaurants, kantoorruimtes, klaslokalen, etc. Tot slot zou de spraakruis niet steeds op hetzelfde moment binnen de geluidsopname gestart moeten worden. Proefpersonen zijn namelijk minder aandachtig en 'filteren' het maskeersignaal weg omdat dit minder interessant wordt bij continue herhaling.

In deze studie werden zes verschillende luistercondities onderzocht, waardoor de brede range aan dagelijkse SNR's werd geïncorporeerd. Het effect van representatieve SNR's op de gedragsmatige luisterinspanning was in deze studie verrassend omdat bij meer gunstige luistercondities een grotere luisterinspanning werd opgemeten in vergelijking met meer ongunstige luistercondities. Bovendien werd tussen de meest gunstige en ongunstige luistercondities geen statistisch significant verschil in luisterinspanning opgemeten. Toekomstig onderzoek zou daarom, rekening houdend met de brede range aan representatieve SNR's voor dagelijkse communicatie, grotere stappen tussen de verschillende luistercondities kunnen implementeren. Het hanteren van 5-dB stappen (i.e. -5, 0, +5, +10 en stilte in plaats van -4, 0, +4, +8, +10 dB SNR en stilte) behoudt de representativiteit van de luistercondities en reduceert het aantal luistercondities van zes naar vijf. Deze suggestie zou zowel tegemoetkomen aan de limitaties van het huidige onderzoek én de implementatie in de klinische praktijk vergemakkelijken.

In deze studie werd de subjectieve luisterinspanning bij het afnemen van de DTP's enkel voor luisterconditie -4 dB SNR bevestigd. Deze subjectieve beoordeling werd ingevoerd om de moeilijkheidsgraad van de meest ongunstige luisterconditie, doch relatief gemakkelijke luisterconditie voor normaalhorenden te verifiëren. De subjectieve beoordeling bij de overige vijf luistercondities had mogelijk interessante inzichten geboden, gezien de luisterinspanning gedragsmatig significant hoger was voor meer gunstige luistercondities. Bovendien wordt voorgesteld een VAS van 0 tot 100 toe te passen in plaats van de huidige van 0 tot 10. De gedragsmatige luisterinspanning wordt doorgaans procentueel uitgedrukt en zou desgevallend bij een VAS met 100 eenheden gemakkelijker te vergelijken zijn. Een tweede subjectieve maat voor luisterinspanning werd getoetst met behulp van de hAVICOP (Ceuleers et al. 2021). Twee belangrijke limitaties worden hierbij opgemerkt. De online vragenlijst werd door 78 in plaats van 96 proefpersonen ingevuld. Proefpersonen dienden er meer aan herinnerd te worden de vragenlijst in te vullen. Indien zij zich geremd voelen omwille van het tijdsbestek dat deze vragenlijst in beslag neemt, kunnen andere, minder relevante vragen voor dit onderzoek in de toekomst geëlimineerd worden. Ten tweede kwantificeerde de hAVICOP de subjectieve luisterinspanning tijdens dagelijkse communicatie op basis van slechts één stelling. Nader onderzoek naar de verschijningsvorm van luisterinspanning tijdens dagelijkse communicatie is vereist om meerdere stellingen te kunnen opstellen die de subjectieve luisterinspanning afmeten.

Deze inzichten en suggesties zullen bijdragen tot het verder optimaliseren van de huidige luisterinspanningstest, opdat deze in de toekomst in verscheidene onderzoeken kan worden gebruikt. Naast de klassieke (spraak)audiometrische testen die zowel perifeer als centraal auditieve verwerking in kaart brengen, is er de laatste decennia steeds meer interesse in de luisterinspanning. Zo kan een hoge luisterinspanning de levenskwaliteit negatief beïnvloeden. Luisterinspanning kan als uitkomstmaat dienen bij het selectieproces voor auditieve revalidatie. Tot slot kan hoortoestelaanpassing verder geoptimaliseerd worden in functie van het spraakverstaan (Sarampalis et al., 2009, Gagné et al., 2017, Perreau et al., 2017).

Conclusie

Op basis van de bekomen resultaten werden reeds belangrijke inzichten omtrent luisterinspanning in real-life luistercondities en spraakmateriaal verworven. Zo suggereren de resultaten van de huidige studie dat de luisterinspanning groter is bij woorden ten opzichte van cijfers. Bovendien maskeren zowel spraakruis als spectraalgevormde stationaire ruis spraaksignalen tijdens de dagelijkse communicatie. Daarnaast is de gedragsmatige luisterinspanning bij normaalhorenden het grootst bij de meest gunstige luistercondities. Tot slot werden suggesties voorgesteld met betrekking tot de spraakruis en luistercondities opdat deze aspecten nog beter de dagelijkse communicatie representeren en de testduur beperken.

Referentielijst

1. Alhanbali S., Dawes P., Millman R.E., Munro KJ. (2019) Measures of Listening Effort Are Multidimensional. *Ear Hear.*40(5):1084-1097. doi:10.1097/AUD.0000000000000697
2. Amlani, A. M., & Russo, T. A. (2016). Negative Effect of Acoustic Panels on Listening Effort in a Classroom Environment. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(10), 805-815. doi:10.3766/jaaa.15096
3. Barbara O., Adriana A. Z., Thomas L., Dorothea W., Graham N., Yang W., Niek J. V., Sophia E. K. (2017). Impact of stimulus-related factors and Hearing impairment on listening effort as indicated by pupil dilatation. *Hearing Research*, 351, 68-79. doi:10.1016/j.heares.2017.05.012
4. Bräcker, T., Opie, J., Nopp, P., Anderson, I. (2019). Introducing real-life listening features into the clinical test environment: Part I: Measuring the hearing performance and evaluating the listening effort of individuals with normal hearing. *Cochlear Implants International*, (), 1–9. doi:10.1080/14670100.2019.1573953
5. Broadbent, D. E. (1984). CITATION CLASSIC - PERCEPTION AND COMMUNICATION. *Current Contents/Social & Behavioral Sciences*(23), 16-16. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:A1984SS75200001
6. Brungart, D. S., Barrett, M. E., Cohen, J. I., Fodor, C., Yancey, C. M., & Gordon-Salant, S. (2020). Objective assessment of speech intelligibility in crowded public spaces. *Ear and Hearing*, 41(Suppl 1), 68S.
7. Ceuleers Dorien, Baudonck Nele, Keppler Hannah, Kestens Katrien, Dhooge Ingeborg en Degeest Sofie (2021). Development of the hearing-related quality of life questionnaire for Auditory-Visual, COgnitive and Psychosocial functioning (hAVICOP). *Journal of Speech, Language and Hearing sciences*. Submitted.
8. Chen, A. H., Norazman, F. N., & Buari, N. H. (2012). Comparison of visual acuity estimates using three different letter charts under two ambient room illuminations. *Indian journal of ophthalmology*, 60(2), 101–104. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.90489>
9. Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2013). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
10. Culling, J. F., Zhao, F., & Stephens, D. (2005). The viability of speech-in-noise audiometric screening using domestic audio equipment. *International journal of audiology*, 44(12), 691–700. <https://doi.org/10.1080/14992020500267017>
11. Degeest, S., Keppler, H., & Corthals, P. (2015). The Effect of Age on Listening Effort. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 58(5), 1592-1600. doi:10.1044/2015_jslhr-h-14-0288
12. Desjardins, J. L., & Doherty, K. A. (2013). Age-Related Changes in Listening Effort for Various Types of Masker Noises. *Ear and Hearing*, 34(3), 261-272. doi:10.1097/AUD.0b013e31826d0ba4
13. Gagné, J. P., Besser, J., & Lemke, U. (2017). Behavioral Assessment of Listening Effort Using a Dual-Task Paradigm: A Review. *Trends in Hearing*, 21. doi:10.1177/2331216516687287
29. McArdle R.A., Wilson R.H., Burks C.A. (2005). Speech recognition in multitalker babble using digits, words, and sentences. *J Am Acad Audiol.*16(9),726-39; quiz 763-4. doi: 10.3766/jaaa.16.9.9

30. McGarrigle, R., Gustafson, S. J., Hornsby, B. W. Y., & Bess, F. H. (2019). Behavioral Measures of Listening Effort in School-Age Children: Examining the Effects of Signal-to-Noise Ratio, Hearing Loss, and Amplification. *Ear and Hearing*, 40(2), 381-392. doi:10.1097/aud.0000000000000623
31. Meister, H. (2017). Speech audiometry, speech perception, and cognitive functions. English version. *HNO*, 65, S1-S4. doi:10.1007/s00106-016-0250-7
32. Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
33. Nederlandse Vereniging voor Audiologie. (2011, april). Spraakaudiometrie. Geraadpleegd van <https://audiologieboek.nl/content/8-3-52-spraakaudiometrie/>
34. Ohlenforst, B., Zekveld, A. A., Jansma, E. P., Wang, Y., Naylor, G., Lorens, A., . . . Kramer, S. E. (2017). Effects of hearing impairment and hearing aid amplification on listening effort: A systematic review. *Ear and Hearing*, 38(3), 267.
35. Perreau, A. E., Wu, Y. H., Tatge, B., Irwin, D., & Cortis, D. (2017). Listening Effort Measured in Adults with Normal Hearing and Cochlear Implants. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(8), 685-697. doi:10.3766/jaaa.16014
36. Pichora-Fuller, M. K., Kramer, S. E., Eckert, M. A., Edwards, B., Hornsby, B. W. Y., Humes, L. E., . . . Wingfield, A. (2016). Hearing Impairment and Cognitive Energy: The Framework for Understanding Effortful Listening (FUEL). *Ear and Hearing*, 37, 5S-27S. doi:10.1097/aud.0000000000000312
37. Picou, E. M., Gordon, J., & Ricketts, T. A. (2016). The Effects of Noise and Reverberation on Listening Effort in Adults With Normal Hearing. *Ear and Hearing*, 37(1), 1-13. doi:10.1097/aud.0000000000000222
38. Picou, E. M., Ricketts, T. A., & Hornsby, B. W. Y. (2013). How Hearing Aids, Background Noise, and Visual Cues Influence Objective Listening Effort. *Ear and Hearing*, 34(5), e52-e64. doi:10.1097/AUD.0b013e31827f0431
39. Prodi, N., & Visentin, C. (2019). Impact of Background Noise Fluctuation and Reverberation on Response Time in a Speech Reception Task. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 62(11), 4179-4195. doi:10.1044/2019_jslhr-h-19-0180
40. Rennie, J., Best, V., Roverud, E., & Kidd, G. (2019). Energetic and Informational Components of Speech-on-Speech Masking in Binaural Speech Intelligibility and Perceived Listening Effort. *Trends in Hearing*, 23. doi:10.1177/2331216519854597
41. Rönnberg J., Lunner T., Zekveld A., Sörqvist P., Danielsson H., Lyxell B., Dahlström O., Signoret C., Stenfelt S., Pichora-Fuller M.K., Rudner M. (2013). The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Front Syst Neurosci*. 13;7:31. doi: 10.3389/fnsys.2013.00031.
42. Sarampalis, A., Kalluri, S., Edwards, B., & Hafter, E. (2009). Objective Measures of Listening Effort: Effects of Background Noise and Noise Reduction. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 52(5), 1230-1240. doi:10.1044/1092-4388(2009/08-0111)

43. Shukla, B., Rao, B. S., Saxena, U., & Verma, H. (2018). Measurement of Speech in Noise Abilities in Laboratory and Real-World Noise. *Indian Journal of Otology*, 24(2), 109-113. doi:10.4103/indianjotol.INDIANJOTOL_134_17
44. Simantiraki, O., Cooke, M., King, S., & Int Speech Commun, A. (2018). Impact of different speech types on listening effort. *In 19th Annual Conference of the International Speech Communication Association* (pp. 2267-2271).
45. Smeds, K., Wolters, F., & Rung, M. (2015). Estimation of Signal-to-Noise Ratios in Realistic Sound Scenarios. *Journal of the American Academy of Audiology*, 26(2), 183-196. doi:10.3766/jaaa.26.2.7
46. Vinck, B., en Degeest, S. (2017-2018). Basisbegrippen Audiologie 1 [Cursus]. Gent: Universiteit Gent Bachelor in de Logopedische en Audiologische Wetenschappen.
47. Weisser, A., & Buchholz, J. M. (2019). Conversational speech levels and signal-to-noise ratios in realistic acoustic conditions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 145(1), 349-360. doi:10.1121/1.5087567
48. Wendt, D., Koelewijn, T., Ksiazek, P., Kramer, S. E., & Lunner, T. (2018). Toward a more comprehensive understanding of the impact of masker type and signal-to-noise ratio on the pupillary response while performing a speech-in-noise test. *Hearing Research*, 369, 67-78. doi:10.1016/j.heares.2018.05.006
49. Wilson, R. H., Burks, C. A., & Weakley, D. G. (2005). A comparison of word-recognition abilities assessed with digit pairs and digit triplets in multitalker babble. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42(4), 499-510. doi:10.1682/jrrd.2004.10.0134
50. Wilson, R. H., Burks, C. A., & Weakley, D. G. (2006). Word recognition of digit triplets and monosyllabic words in multitalker babble by listeners with sensorineural hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(6), 385-397. doi:10.3766/jaaa.17.6.2
51. Wong, L. L., Ng, E. H., & Soli, S. D. (2012). Characterization of speech understanding in various types of noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 132(4), 2642-2651.
52. Wu, Y. H., Stangl, E., Zhang, X. Y., Perkins, J., & Eilers, E. (2016). Psychometric Functions of Dual-Task Paradigms for Measuring Listening Effort. *Ear and Hearing*, 37(6), 660-670. doi:10.1097/aud.0000000000000335
53. Zekveld, A. A., Kramer, S. E., Ronnberg, J., & Rudner, M. (2019). In a Concurrent Memory and Auditory Perception Task, the Pupil Dilation Response Is More Sensitive to Memory Load Than to Auditory Stimulus Characteristics. *Ear and Hearing*, 40(2), 272-286. doi:10.1097/aud.0000000000000612

Appendix 1 – Randomisatie dubbeltaakparadigma's

Tabel 1. Overzicht van de volgorde waarin de vier variaties op het dubbeltaakparadigma van Degeest et al. (2015) werden afgenomen volgens randomisatie.

TESTMOMENT	SET 1	SET 2	SET 3
1	Woorden in spraakruis	Cijfers in spraakruis	Woorden in spraakruis
	Cijfers in stationaire ruis	Woorden in stationaire ruis	Cijfers in spraakruis
2	Woorden in stationaire ruis	Cijfers in stationaire ruis	Woorden in stationaire ruis
	Cijfers in spraakruis	Woorden in spraakruis	Cijfers in stationaire ruis

Appendix 2 – Beschrijvende numerieke gegevens

Tabel 1. Overzicht van de spraakherkenningscore in zowel basline- als dubbeltaakcondities voor de vier variaties op het dubbeltaakparadigma.

SPRAAKHERKENNINGSSCORE (%) IN DE BASELINE CONDITIE						
WOORDEN IN SPRAAKRUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	81,5 (11,33)	86,7 (9,15)	84,8 (10,40)	85,3 (10,46)	84,7 (9,87)	87,4 (10,97)
MEDIAAN (IQR*)	80,0 (73,3 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	86,7 (80,0 – 98,3)
WOORDEN IN STATIONAIRE RUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	83,8 (11,76)	87,9 (10,11)	86,4 (11,19)	85,3 (12,08)	86,7 (10,05)	86,7 (9,97)
MEDIAAN (IQR*)	86,7 (73,3 – 93,3)	86,7 (80,0 – 98,3)	86,7 (80,0 – 86,7)	86,7 (80,0 – 86,7)	86,7 (80,0 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)
CIJFERS IN SPRAAKRUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	99,4 (2,75)	99,65 (2,02)	99,4 (2,39)	99,2 (2,42)	98,7 (2,67)	96,81 (6,42)
MEDIAAN (IQR*)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)
CIJFERS IN STATIONAIRE RUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	99,2 (3,39)	99,7 (2,02)	99,5 (1,99)	99,7 (1,49)	98,5 (3,42)	93,8 (8,34)
MEDIAAN (IQR*)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)
SPRAAKHERKENNINGSSCORE (%) IN DE DOUBBELTAAKCONDITIE						
WOORDEN IN SPRAAKRUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	80,9 (11,18)	83,2 (11,32)	85,3 (10,10)	86,7 (10,84)	81,9 (10,72)	86,3 (11,00)
MEDIAAN (IQR*)	73,3 (80,0 – 86,7)	80,0 (73,3 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	80,0 (73,3 – 86,7)	86,7 (80,0 – 93,3)
WOORDEN IN STATIONAIRE RUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	81,3 (10,89)	83,8 (12,15)	85,4 (11,71)	88,5 (10,85)	84,2 (10,10)	88,1 (10,68)
MEDIAAN (IQR*)	80,0 (73,3 – 86,7)	86,7 (73,3 – 93,3)	86,7 (80,0 – 93,3)	93,3 (80,0 – 100,0)	86,7 (80,0 – 93,3)	90,0 (80,0 – 100,0)
CIJFERS IN SPRAAKRUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	87,7 (9,97)	98,8 (3,25)	98,6 (3,20)	97,6 (4,83)	96,6 (5,03)	96,6 (5,03)
MEDIAAN (IQR*)	86,7 (80,0 – 93,3)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)
CIJFERS IN STATIONAIRE RUIS						
	Stilte	10 dB SNR	8 dB SNR	4 dB SNR	0 dB SNR	-4 dB SNR
GEMIDDELDE (SD°)	96,4 (5,88)	98,7 (3,70)	98,3 (3,99)	98,6 (3,86)	98,1 (3,95)	93,6 (7,30)
MEDIAAN (IQR*)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	100,0 (100,0 – 100,0)	93,3 (93,3 – 100,0)

°Standaarddeviatie

*Interkwartielrange (Q1 – Q3)

Appendix 3 - Bewijs van goedkeuring door het Ethisch Comité

Afz.: Commissie voor Medische Ethiek

Prof. Dr. Hannah Keppler
VG Revalidatiewetenschappen - GE37
ALHIER

contact	telefoon	e-mail	
Commissie voor medische Ethiek	+32 (0)9 332 41 81	Ethisch.comite@uzgent.be	
Ons kenmerk	Uw kenmerk	datum	pagina
BC-10214	NVT	16/06/2021	1/3

Betreft : Advies voor monocentrische studie met als titel:

"Luisterinspanning in real-life luistercondities en spraakmateriaal - Scriptie Stephanie Lecointre"

B.U.N.: B6702021000554

EudraCT:

Fase (Phase):

- Begeleidende brief dd. 10/5/2021
- Data Protection Versie 1 dd. 10/5/2021
- Adviesaanvraagformulier Versie 1 dd. 10/5/2021
- Vragenlijsten Versie 1 dd. 10/5/2021
- Patiënteninformatie- en toestemmingsformulier Versie 1 dd. 10/5/2021
- CV Stephanie Lecointre
- Rekruteringsmateriaal: Flyer, Poster

Advies werd gevraagd door: Prof. Dr. Hannah Keppler

BOVENVERMELDE DOCUMENTEN WERDEN DOOR HET ETHISCH COMITÉ BEOORDEELD. ER WERD EEN POSITIEF ADVIES GEGEVEN OVER DIT PROTOCOL OP 15/06/2021. INDIEN DE STUDIE NIET WORDT OPGESTART VOOR 15/06/2022, VERVALT HET ADVIES EN MOET HET PROJECT TERUG INGEDIEND WORDEN.

Vooraleer het onderzoek te starten dient contact te worden genomen met HIRUZ CTU (09/332 05 00).

THE ABOVE MENTIONED DOCUMENTS HAVE BEEN REVIEWED BY THE ETHICS COMMITTEE. A POSITIVE ADVICE WAS GIVEN FOR THIS PROTOCOL ON 15/06/2021. IN CASE THIS STUDY IS NOT STARTED BY 15/06/2022, THIS ADVICE WILL BE NO LONGER VALID AND THE PROJECT MUST BE RESUBMITTED.

Before initiating the study, please contact HIRUZ CTU (09/332 05 00).

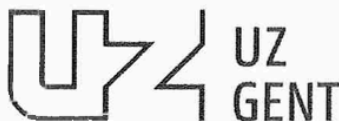
- *Het Ethisch Comité werkt volgens 'ICH Good Clinical Practice' - regels*
- *Het Ethisch Comité beklemt oont dat een gunstig advies niet betekent dat het Comité de verantwoordelijkheid voor het onderzoek op zich neemt. Bovendien dient U er over te waken dat Uw mening als betrokken onderzoeker wordt weergegeven in publicaties, rapporten voor de overheid enz., die het resultaat zijn van dit onderzoek.*
- *In het kader van 'Good Clinical Practice' moet de mogelijkheid bestaan dat het farmaceutisch bedrijf en de autoriteiten inzage krijgen van de originele data. In dit verband dienen de onderzoekers erover te waken dat dit gebeurt zonder schending van de privacy van de proefpersonen.*
- *Het Ethisch Comité benadrukt dat het de promotor is die garant dient te staan voor de conformiteit van de anderstalige informatie- en toestemmingsformulieren met de nederlandsstalige documenten.*
- *Geen enkele onderzoeker betrokken bij deze studie is lid van het Ethisch Comité.*
- *Alle effectieve leden van het Ethisch Comité, of hun plaatsvervaarders, hebben dit project beoordeeld. (De ledenlijst is bijgevoegd)*
- *The Ethics Committee is organized and operates according to the 'ICH Good Clinical Practice' rules.*
- *The Ethics Committee stresses that approval of a study does not mean that the Committee*

ALGEMENE DIRECTIE
Commissie voor Medische Ethiek

VOORZITTER:
Prof. dr. P. Deroon

SECRETARIS
Prof. dr. R. Peleman

INGANG 75
ROUTE 7522



Universitair Ziekenhuis Gent
C. Heymanslaan 10 | B 9000 Gent
www.uzgent.be

accepts responsibility for it. Moreover, please keep in mind that your opinion as investigator is presented in the publications, reports to the government, etc., that are a result of this research.

- *In the framework of 'Good Clinical Practice', the pharmaceutical company and the authorities have the right to inspect the original data. The investigators have to assure that the privacy of the subjects is respected.*
- *The Ethics Committee stresses that it is the responsibility of the promotor to guarantee the conformity of the non-dutch informed consent forms with the dutch documents.*
- *None of the investigators involved in this study is a member of the Ethics Committee.*
- *All effective members of the Ethics Committee, or their representatives, have reviewed this project. (The list of the members is enclosed)*

Namens het Ethisch Comité / On behalf of the Ethics Committee



Prof. dr. P. Deron
Voorzitter / Chairman

CC: UZ Gent – HIRUZ CTU
FAGG - Research & Development; Victor Hortaplein 40, postbus 40 1060 Brussel

Ledenlijst op 15/06/2021

Voorzitter: Prof. dr. P. Deron
Secretaris: Prof. Dr. R. Peleman

Effectief lid	plaatsvervangend lid
Dr. G. VAN LANCKER (UZG – klinisch farmacoloog, ♀)	Prof. Dr. S. ROTTEY (UZG – klinisch farmacoloog, ♀)
Prof.dr. D. DE BACQUER (UG - statisticus, ♂)	Prof. dr. P. COOREVITS (UG - statisticus, ♂)
Dr. J. VAN ELSSEN (huisarts, ♂)	Dr. M. COSYNS (huisarts, ♂)
Prof. dr. K. DE GROOTE (UZG – kindercardioloog, ♀)	Prof.dr. P. SCHELSTRAETE (UZG – kinderpneumoloog/infectioloog, ♀)
Prof.dr. W. NOTEBAERT (UG – psycholoog, ♂)	Mr. W. SCHRAUWEN (UZG – psycholoog, ♂)
Mevr. M. FOUQUET (UZG – verpleegkundige, ♀)	Mevr. I. VLERICK (UZG – verpleegkundige, ♀)
Dhr. C. DEMEESTERE (UZG – verpleegkundige, lic. Medisch sociale wetenschappen, ♂)	Dhr. G. DE SMET (UZG – verpleegkundige, - lic. Medisch sociale wetenschappen ♂)
Mevr. K. KINT (UZG – apotheker, ♀)	Mevr. L. HUYYS (UZG – apotheker, ♀)
Dhr. B. VANDERHAEGEN (UZG - moraaltheoloog, ♂)	Prof.dr. S. STERCKX (UG - moraalfilosoof, ♀)
Prof.dr. mr. T. BALTHAZAR (UG - jurist, ♂)	Prof. Dr. T. GOFFIN (UG - jurist, ♂)
Mevr. C. VANCAENEGHEM (patiëntvertegenwoordiger, ♀)	Mevr. S. DE GROOTE (patiëntvertegenwoordiger, ♀)
Prof. dr. P. DERON (UZG – chirurg, ♂)	Prof.dr. W. CEELLEN (UZG – chirurg, ♂)
Prof. dr. R. PELEMAN (UZG - internist/pneumoloog, ♂)	Prof.dr. H. VERSTRAELEN (UZG – Vulva-arts, ♂)
Prof.dr. J. DECRUYENAERE (UZG – internist/intensivist, ♂)	Dr. N. PETERS (UZG – fertilititsarts, ♀)
Prof.dr. R. RUBENS (UZG – internist/endocrinoloog, ♂)	Prof.dr. W. VAN BIESEN (UZG – nefroloog, ♂)
Prof. dr. M. De MUYNCK (UZG – arts fysische geneeskunde en revalidatie, ♀)	Dr. S. JANSSENS (UZG – geneticus, ♀)
Prof. dr. K. DHONDT (UZG – (kinder)psychiater, ♀)	Dr. L. GOOSSENS (UZG – neonatoloog, ♀)

De beoordeling gebeurt door de effectieve leden. Indien een effectief lid niet kan beoordelen, gebeurt de beoordeling door zijn/haar plaatsvervangend lid.

Leden van de commissie die actief betrokken zijn bij een onderzoeksprotocol, werden d'office uitgesloten van beoordeling.

Appendix 4 - Getekend document 'Verklaring van vertrouwelijkheid en overdracht van recht'



VERTROUWELIJKHEID & OVERDRACHT VAN RECHT EENZIJDIGE VERKLARING

NDA-EV

Deze Verklaring wordt afgelegd ten aanzien van

Universiteit Gent, openbare instelling met rechtspersoonlijkheid, waarvan de bestuurszetel gevestigd is te 9000 Gent, Sint-Pietersnieuwstraat 25, gekend onder ondernemingsnummer 0248.015.142 voor wie optreedt bij delegatie ingevolge het besluit van de Raad van Bestuur, prof. dr. Rik Van de Walle, rector ("UGent")

Door:

Floore De Langhe	
Student, ingeschreven aan UGent in de richting:	Logopedische en audiologische wetenschappen, afstudeerrichting audiologie
Project:	Omschrijving / titel onderzoeksproject Masterproef "Luiserinspanning in real-life luistercondities en spraakmateriaal"

In het kader van zijn/haar opleiding aan UGent, zal ondergetekende kennis krijgen van bepaalde vertrouwelijke informatie toebehorend aan UGent of door derden toevertrouwd aan UGent.

Ondergetekende verbindt er zich toe om de aan hem/haar in het kader van het Project ter beschikking gestelde informatie op geen enkele manier publiek bekend te maken zonder voorafgaande uitdrukkelijke schriftelijke toelating van UGent. Deze verbintenis geldt voor een duur van tien (10) jaar te rekenen vanaf de datum van deze Eenzijdige Verklaring.

Ondergetekende draagt eveneens al zijn/haar rechten op onderzoeksresultaten behaald in het kader van het Project over aan UGent.

Ondergetekende garandeert de mensenrechten te zullen respecteren.

Deze Eenzijdige Verklaring vervangt alle schriftelijke en mondelinge overeenkomsten die de partijen eerder zijn aangegaan met betrekking tot haar voorwerp en omvat de enige en volledige overeenkomst ter zake tussen de partijen.

Aldus verklaart en tekent voor akkoord:

Naam	Floore De Langhe
Handtekening	Voorafgegaan door handgeschreven vermelding "gelezen en goedgekeurd"
Datum:	11/10/2021

**VERTROUWELIJKHEID & OVERDRACHT VAN
RECHT EENZIJDIGE VERKLARING**

NDA-EV

Deze Verklaring wordt afgelegd ten aanzien van

Universiteit Gent, openbare instelling met rechtspersoonlijkheid, waarvan de bestuurszetel gevestigd is te 9000 Gent, Sint-Pietersnieuwstraat 25, gekend onder ondernemingsnummer 0248.015.142 voor wie optreedt bij delegatie ingevolge het besluit van de Raad van Bestuur, prof. dr. Rik Van de Walle, rector ("UGent")

Door:

Stephanie Lecointre	
Student, ingeschreven aan UGent in de richting:	Logopedische & audiologische wetenschappen, praktische richting audiologie

Project:	Omschrijving / titel onderzoeksproject Masterproef "Luisterinspanning in real-life luistercondities en spraakmateriaal"
----------	---

In het kader van zijn/haar opleiding aan UGent, zal ondergetekende kennis krijgen van bepaalde vertrouwelijke informatie toebehorend aan UGent of door derden toevertrouwd aan UGent.

Ondergetekende verbindt er zich toe om de aan hem/haar in het kader van het Project ter beschikking gestelde informatie op geen enkele manier publiek bekend te maken zonder voorafgaande uitdrukkelijke schriftelijke toelating van UGent. Deze verbintenis geldt voor een duur van **tien (10) jaar** te rekenen vanaf de datum van deze Eenzijdige Verklaring.

Ondergetekende draagt eveneens al zijn/haar rechten op onderzoeksresultaten behaald in het kader van het Project over aan UGent.

Ondergetekende garandeert de mensenrechten te zullen respecteren.

Deze Eenzijdige Verklaring vervangt alle schriftelijke en mondelinge overeenkomsten die de partijen eerder zijn aangegaan met betrekking tot haar voorwerp en omvat de enige en volledige overeenkomst ter zake tussen de partijen.

Aldus verklaart en tekent voor akkoord:

Naam	Stephanie Lecointre
Handtekening	Voorafgegaan door handgeschreven vermelding "gelezen en goedgekeurd"
Datum:	1/10/2021