

Veranderingen in de objectieve akoestische parameters van de stem bij het ouder worden: Longitudinaal onderzoek

W. Decoster en F. Debruyne

Katholieke Universiteit Leuven, België

Een deel van een breder onderzoek naar de akoestische eigenschappen van de oudere stem aan de K.U.Leuven betreft een longitudinaal onderzoek van twintig mannelijke BRTN-reporters met een periode van dertig jaar tussen de twee meetmomenten. Hieruit blijkt dat de onderzochte groep na dertig jaar gemiddeld lager gaat spreken met een beperktere intra-individuele variabiliteit bij een leesopdracht. Op klankniveau wordt het spectrum steiler rechts dalend. De VOT (Voice Onset Time) verhoogt significant.

Inleiding

Aan de Katholieke Universiteit Leuven afdeling NKO loopt momenteel een onderzoek naar de akoestische eigenschappen van de oudere stem. Het onderzoeksontwerp moest tegemoet komen aan enkele beperkingen die werden vastgesteld na lectuur van onderzoeksverslagen rond hetzelfde onderwerp (Linville, 1995; Shindo & Hanson, 1990; Ward et. al., 1989). Er werd naar gestreefd een ruimer beeld te verkrijgen door enkele aspecten in éénzelfde project op te nemen: er wordt een ruimere reeks akoestische parameters geanalyseerd (aan de hand van de softwareprogramma's CSL model 4300 versie 3.X en MDVP model 430 van Kay Elemetrics), zowel op het tijds- als op het frequentiedomein, de proefgroep bestaat uit zowel vrouwen als mannen en is voldoende groot zodat een onderverdeling in subgroepen per leeftijdsdecade mogelijk is tussen 60-99 jaar, de vraag naar de evolutie van de stem wordt benaderd op verschillende methodologische wijzen waaronder een transversaal en een longitudinaal onderzoek.

Naast een, qua aantal proefpersonen, uitgebreid transversaal onderzoek (de vergelijking van onderzoeksresultaten van verschillende leeftijdsgroepen die op hetzelfde ogenblik werden onderzocht) werd gezocht naar een, noodzakelijker-

Correspondentieadres: W. Decoster, Afdeling Logopedie en Audiologie, Universitair Ziekenhuis St. Rafaël, Kapucijnenvoer 33, B 3000 Leuven, België.

wijze beperkter, longitudinaal onderzoekontwerp (vergelijking van onderzoeksresultaten van dezelfde personen die op verschillende leeftijden worden onderzocht). In dit artikel wordt het longitudinaal onderzoek belicht. De literatuurgegevens hieromtrent zijn beperkt tot een tweetal onderzoeksverslagen (de Pinto & Hollien, 1982, Endres, Bambach, & Flösser, 1971, Russel, Penny, & Pemberton, 1995). Het doel van dit artikel is de resultaten van het longitudinaal onderzoek weer te geven.

Methode

Stemstalen

In de klankarchieven van de BRTN-radio zochten we stemstalen op met een minimumduur van drie minuten, die technisch van voldoende hoge kwaliteit waren en waarin gesproken werd in het Nederlands door personen die qua beroepsmatige stembelasting vergelijkbaar waren. In het onderzoek werden, na selectie, uiteindelijk twintig opnames gebruikt, gesproken door mannen die op het registratiemoment op de bandhoezen als 'reporter' werden aangeduid en vanwie de klankarchivaris kon bevestigen dat omroepwerk tot de dagelijkse opdracht behoorde. De archiefopnamen werden digitaal gekopieerd, daarna uitgeschreven en via digitale registratie heringelezen door de twintig deelnemers die allen persoonlijk door de onderzoeker thuis werden bezocht. Het tijdsverloop tussen de twee registraties was gemiddeld 29;6 jaar (tussen 27;6 en 32;5).

Spreekers

De sprekers zijn allen mannen met een gemiddelde leeftijd van 33;6 jaar (23;4–41;7) bij de archiefopname en 63 jaar (52;6–71;8) bij de recente registratie. Kort samengevat kan gezegd worden dat de proefgroep op weinig anamnese-items homogeen is: rookgedrag, alcoholgebruik, algemene gezondheidstoestand, functie van longen en luchtwegen, gebruikte medicatie en gehoor vertonen een breed gamma van 'geen problemen of afwezigheid van gedrag' tot 'matige, althans storende problemen en frequent gedrag'.

Op het gebied van de stem is de situatie wel extremer. Slechts vier personen op rust beperken hun stemgebruik tot het dagelijks gesprek na een loopbaan van intens stemgebruik. Alle overigen, al dan niet werkend, gebruiken de stem nog intensief. De *stembelasting* bestaat uit: zingen in koor, solo of in ensemble, actieve deelname aan amateurstoneel, voorzitten van vergaderingen, inlezen van boeken voor de blindenbibliotheek, spreken in congressen en politieke meetings. Deze activiteiten behoren tot de dagelijkse activiteiten en gaan ook vaak 's avonds door waarbij vermoeidheid een bijkomende belastende factor vormt. De *stembelastbaarheid* en de stembelasting zijn meestal niet goed op elkaar afgestemd. Slechts drie personen menen dat zij beschikken over een krachtige stem die in alle omstandigheden voldoet. De oorzaak hiervan kan gedeeltelijk toegeschreven worden aan het feit dat niemand een systematische *stemscholing* heeft

genoten. Kreeg men opmerkingen over de stemkwaliteit, de draagkracht of de toonhoogte dan moest men dit probleem zelf oplossen.

2.3 Analyse

Het werken met archiefmateriaal vereist dat de parameters nauwkeurig worden geselecteerd in functie van de kwaliteit van het onderzoeksmateriaal. Voor ons onderzoek werden de stemstalen op de volgende parameters geanalyseerd:

Eigenschappen van de *grondtoon* door analyse van de zin: de gemiddelde fundamentele frequentie (F_0 uitgedrukt in Hz), de variabiliteit van F_0 (sd van F_0 in Hz), het bereik van F_0 (in aantal halve tonen), de bovengrens (f_{0hi} = highest fundamental frequency in Hz) en de ondergrens (f_{0lo} = lowest fundamental frequency in Hz). De analyse gebeurde met het programma MDVP (Multi Dimensional Voice Program) model 4305 van Kay Elemetrics. Binnen elke archieftekst werd gezocht naar de zin met de langste tijdsduur die tegelijk geen langere pauzes bevatte of niet vaker werd onderbroken dan een normale, vlotte lectuur vereist. De twintig gebruikte zinnen zijn opgenomen in Bijlage A. De gemiddelde tijdsduur bedroeg bij de archiefopname 11,86 sec. (bereik tussen 5,5 en 16 sec.), bij de recente opnames 12,06 sec. (bereik tussen 6,8 en 15,56 sec.).

Eigenschappen van het *spectrum* door analyse van de klanken [a], [i] en [u]: het amplitudeverschil tussen eerste en tweede harmonische ($A(H1-H2)$ in dB). Om de helling van het spectrum in cijfers uit te drukken, werd het verschil in dB berekend tussen de gemiddelde energie van een lage (< 1 kHz) en een middenzone (2–4 kHz), uitgedrukt als E1–24, en een lage en een hoge (4–5 kHz) frequentiezone, uitgedrukt als E1–45. De drie klanken maakten bij voorkeur deel uit van een beklemtoonde lettergreep binnen een woord dat niet in de eindpositie van de zin stond. De woorden waarvan de drie klanken deel uitmaken zijn voor de twintig sprekers opgenomen in Bijlage B.

Eigenschappen i.v.m. het *initiëren van de stem*: de voice onset time (VOT in msec.) bij de consonant-vocaalverbindingen [pa] en [ka]. Binnen elk spreekstaal werd gezocht naar deze CV-verbindingen in een beklemtoonde lettergreep. Voor de [p] moest bij 13 en voor de [k] bij 1 van de twintig dossiers de VOT berekend worden binnen een CV-verbinding met een andere klinker daar de vooropgestelde verbinding niet voorkwam in de drie minuten durende gekopieerde archieftekst. (zie Bijlage C). De VOT, een parameter die tussen talen en onderzoekers een zekere variabiliteit vertoont, werd bepaald door op een 300 Hz-breedband-spectrum het tijdsinterval te meten tussen het begin van de articulatorische loslating van de [p] of [k] en de eerste regelmatige glottisbeweging die minimaal twee formanten bevat (Klatt, 1975).

De eigenschappen van het spectrum en van het initiëren van de stem werden berekend met het programma CSL (Computerized Speech Lab) model 4300 versie 3.X van Kay Elemetrics.

Resultaten

In de tabellen 1, 2 en 3 zijn de cijfergegevens opgenomen voor de gemiddelden en standaarddeviaties van de parameters bij de archiefopname (kolomkop 'A'), de recente opname (kolomkop 'R'), het verschil tussen archief- en recente opname (kolomkop ' Δ '), voor de p -waarde berekend op het gemeten verschil met een gepaarde t -test (kolomkop ' p ') en het significantieniveau (kolomkop 'sign'). Tabel 1 behandelt de parameters betreffende de grondtoon van de voorgelezen zin, tabel 2 de parameters i.v.m. de spectrale eigenschappen van de klanken [a], [i] en [u] en tabel 3 de VOT bij de CV-verbindingen [pa] en [ka].

Op zinsniveau vertonen de F_0 -parameters allen een daling. Men spreekt gemiddeld op een lagere toonhoogte met een beperktere intra-individuele variabiliteit rond de gebruikte gemiddelde fundamentele frequentie. Het verschil tussen de hoogst en de laagst gebruikte F_0 -waarde (het bereik) vermindert, doordat de hoogste F_0 -waarde sterker daalt dan de laagste. De daling van de gemiddelde spreektoonhoogte en van de variabiliteit zijn significant, beide op het 1% niveau.

Op klankniveau kunnen we op het vlak van de *spectrale kenmerken* het volgende besluiten. Het amplitudeverschil tussen eerste en tweede harmonische ($A(H1-H2)$) is negatief bij de drie klanken in de archiefopname. Met andere woorden de tweede harmonische bereikt gemiddeld een hoger intensiteitsniveau dan de eerste harmonische. Deze parameterwaarde wordt bij de recente opname voor de drie klanken positief: de eerste harmonische wordt de sterkste in intensiteit. De wijziging is voor de [i] en de [u] significant op het 5% niveau. Een

Tabel 1. Gemiddelden (met standaarddeviaties), verschillen, p -waarden en significantieniveau's van archief- en recente opnames van de grondtoonparameters gemeten op zinsniveau.

		A	R	Δ	p	sign
F_0 (Hz)	x	138.5	124.8	-13.7	0.0026	**
	SD	17.9	20.0	17.6		
Variabiliteit (Hz)	x	26.2	21.9	-4.3	0.0082	**
	SD	7.0	6.0	6.5		
bereik (h.t.)	x	21.0	18.7	-2.3	0.2041	
	SD	5.6	5.0	7.8		
F_{0hi} (Hz)	x	258.6	220.1	-38.4	0.2724	
	SD	111.0	95.5	152.1		
F_{0lo} (Hz)	x	76.7	74.7	-2.0	0.548	
	SD	11.6	8.7	14.6		

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

Tabel 2. Gemiddelden (met standaarddeviaties), verschillen, *p*-waarden en significantieniveau's van archief- en recente opnames van de spectrale kenmerken gemeten op klankniveau.

[a]						[i]						[u]					
	A	R	Δ	<i>p</i>	sign	A	R	Δ	<i>p</i>	sign	A	R	Δ	<i>p</i>	sign		
A(H1-H2) (dB)	x SD	-0.7 4.8	2.4 4.2	+3.1 6.8	0.0551	x SD	-3.5 5.8	0.8 4.5	+4.3 7.1	*	x SD	-1.6 5.4	2.4 6.7	+4.1 7.2	0.0211	*	
E1-24 (dB)	x SD	16.4 6.9	23.5 5.1	+7.1 9.5	0.0032	**	x SD	14.4 7.8	20.1 4.6	+5.8 6.9	**	x SD	30.3 8.7	35.2 6.4	+4.9 9.0	0.0254	*
E1-45 (dB)	x SD	30.0 10.2	35.4 6.3	+5.4 11.1	0.0435	*	x SD	28.8 10.2	33.6 8.3	+4.8 8.6	*	x SD	43.5 9.4	44.6 6.7	+1.1 9.3	0.6104	

*, *p* < 0.05 **, *p* < 0.01 ***, *p* < 0.001

Tabel 3. Gemiddelden (met standaarddeviaties), verschillen, *p*-waarden en significantieniveau's van archief- en recente opnames van de VOT bij de CV-verbindingen [pa] en [ka].

[pa]							[ka]						
		A	R	Δ	p	sign			A	R	Δ	p	sign
VOT	x	13.7	19.5	+5.7	0.0003	***	x	22.2	31.5	+9.2	0.0001	***	
(msec)	<i>SD</i>	7.8	9.7	5.8			<i>SD</i>	7.6	8.6	8			

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

relatieve versterking van de eerste harmonische t.o.v. de tweede harmonische bij de recente opname in vergelijking tot de archiefopname vinden we voor de [a] bij 12 stemmen, voor de [i] bij 17 stemmen voor de [u] bij 13 stemmen. Het energieverschil tussen de frequentiezones beneden 1 kHz en 2 tot 4 kHz is groter in de recente opname dan in de archiefopname voor de [a], [i] en [u]. Met andere woorden de helling van het spectrum is steiler naar rechts dalend in de recente opname. Dit is voor de [a], [i] en [u] significant op resp. het 1%, 1% en 5% niveau. Deze significanties zijn minder sterk of verdwijnen als we kijken naar de evolutie van het energieverschil tussen de frequentiezones beneden 1 kHz en 4 tot 5 kHz. Het verschil tussen de archief- en de recente opname is significant voor de [a] en de [i] en dit in beide klanken op het 1%-niveau.

De VOT ondergaat een sterke stijging die significant is op het 0,1% niveau. Vermelden we dat de duur van de VOT voor beide meetmomenten hoger is bij de [ka] dan bij de [pa].

Samengevat spreken de onderzochte BRTN-mannen in vergelijking met gemiddeld 30 jaar terug op een lagere toonhoogte en gebruiken ze een beperktere variabiliteit bij het luidop lezen van een tekst. Op klankniveau wordt het spectrum steiler rechts dalend. Wijzigingen zijn het sterkst bij de [i]-klank. De VOT bij CV-verbindingen met [p] en [k] in beklemtoonde lettergrepen verhoogt zeer sterk.

Discussie

Van longitudinaal onderzoek naar de niet-pathologische stem vindt men in de *literatuur* slechts een paar voorbeelden. In de studie van Endres, Bambach en Flösser (1971) werd de stemevolutie gevolgd van vier mannen en twee vrouwen over een periode van 13-15 jaar. De tijdsspanne tussen de eerste en de laatste registratie per persoon was minimum 10 jaar, tussen twee opeenvolgende metingen minstens 1 jaar. Verder vermelden ze enkel per geslacht de leeftijd van de jongste deelnemer bij de eerste registratie.

Analyse van klinkers, tweeklanken en een nasaal toonde aan dat de centrale frequentie van de eerste vier formanten daalt met stijgende leeftijd. Per proefpersoon werd van 80-120 gelezen woorden de gemeten fundamentele frequentie uitgetekend in een statistische curve. De maximum waarde van deze curve werd beschouwd als de gemiddelde fundamentele frequentie. Deze waarde daalt met stijgende leeftijd terwijl de spreiding van de waarden binnen de curve verkleint, zowel voor de betrokken mannen als vrouwen.

In het onderzoek van de Pinto en Hollien (1982) werkten 11 vrouwen mee vanwie de stem in 1945 werd geregistreerd in het kader van een breder onderzoeksprogramma met als doel "een bevredigend systeem van spraakopvoeding" uit te bouwen. In 1945 bestond de totale groep uit 66 jonge vrouwen die alle pas begonnen waren aan de leerkrachten-(44) of theateropleiding (22) in Adelaide, Australië. Door de samenwerking met deskundigen waren deze archiefopnamen van zeer hoge kwaliteit. Elf van de leerkrachten in wording werden in 1981 gevraagd standaardzinnen her in te lezen om de habituele spreektoonhoogte van de twee meetmomenten te kunnen vergelijken. Deze daalde van gemiddeld 228 Hz naar 180 Hz terwijl de standaarddeviatie gelijk bleef (1.7 tonen).

Russell, Penny en Pemberton (1995) voegden aan dit onderzoek een derde meetmoment toe in 1993. Van alle 15 medewerkers aan hun onderzoek bestond een opname uit 1945, zes van de vijftien hadden ook meegewerkt met de Pinto en Hollien in 1981. Van de drie registratiemomenten (1945, 1981 en 1993) (her)analyseerde men 28, 6 en 15 opnamen. Deze leverden gemiddelde spreektoonhoogtes op van respectievelijk 229.0 Hz, 184.2 Hz en 181.2 Hz. De metingen van 1981 en van 1993 verschilden significant van deze uit 1945, maar onderling waren de cijfers niet significant verschillend.

Longitudinaal onderzoek biedt het grote voordeel dat de meetresultaten van de verschillende onderzoeksmomenten de intraindividuele evolutie van de proefpersonen weergeeft. Dit onderzoeksmodel, waarbij archiefmateriaal wordt gebruikt, houdt echter ook enkele beperkingen in. De *grootte van de onderzoeksgroep* is beperkt om verscheidene redenen: enkele personen waren sinds de archiefopname overleden, de betreffende band was beschadigd, het spreekstaal was te kort in duur of kon niet worden geanalyseerd omwille van achtergrondmuziek of -lawaaï. Omdat de archiefopnames dertig jaar oud waren en analoog geregistreerd werden was ook de *keuze van de parameters* beperkt: parameters zoals jitter en shimmer, die kunnen beïnvloed worden door een niet perfecte trekkracht op de band, werden weggelaten. Ook de *onderzoeksomstandigheden* verschillen op de twee meetmomenten. Bij het herinlezen van de archieftekst voor het tweede meetmoment kunnen leesfouten verbeterd worden, is de stress die de beroepssituatie meebrengt verminderd of weggevalen of beleeft men de gebeurtenissen afstandelijker.

Wat betreft de *eigen onderzoeksresultaten* stellen we vast dat de vergelijkbaarheid van de voorgestelde onderzoeksresultaten met vroeger uitgevoerd longitudinaal onderzoek zeer beperkt is. de Pinto en Hollien (1982) en Russell, Penny en Pemberton (1995) onderzochten enkel een groep vrouwen. Endres,

Bambach en Flösser (1971) volgden slechts vier mannen over wie zij weinig informatie verstrekken. Hun onderzoek wijst uit dat de fundamentele frequentie bij de uitspraak van klinkers, tweeklanken en één nasaal daalt met stijgende leeftijd terwijl de intra-individuele variabiliteit verkleint. Voor de onderzochte BRTN-mannen komen we tot eenzelfde besluit. Evenwel, steunend op uitgebreid *transversaal* onderzoek, wordt algemeen aanvaard dat de fundamentele frequentie bij de mannenstem na de stemmutatie nagenoeg niet wijzigt tot op hoge leeftijd deze parameterwaarde *stijgt*. Hollien (1987) spreekt van een 'coalescence', een versmelting van mannen- en vrouwenstemmen qua spreektoonhoogte. Vrouwenstemmen verhogen of verlagen na de menopauze nauwelijks terwijl mannenstemmen verhogen. De gemiddelde leeftijd van de BRTN-mannen bij de recente opnames is 63 jaar, een leeftijd waarop men misschien geen duidelijke echte stemveroudering mag verwachten in vergelijking met de volwassen stem. De reden van de stemverlaging in ons onderzoek zou gedeeltelijk kunnen verklaard worden door het feit dat bij ons, in tegenstelling met de meeste deelnemers aan transversale onderzoeken, de rokers niet uitgesloten zijn. Verder gaat het om personen die geen stemscholing genoten en toch gedurende lange tijd zwaardere dan normale stemprestaties leverden. Dus ook stemvermoeidheid of stemschade door overbelasting kan tot een lagere spreektoonhoogte leiden. Een derde factor is het wegvallen van de beroepsdruk waardoor de spreektoonhoogte kan verlagen als gevolg van een grotere ontspanning van het fonatieapparaat (Frachet, 1991). De helling van het spectrum weerspiegelt de sluitingspuls van de stembanden. Is deze snel en bruusk, dan is het spectrum vlakker (Sundberg, 1987, Klatt & Klatt, 1990). Het steilere spectrum, dat in ons onderzoek werd vastgesteld, duidt op een meer sinusoidale glottisbeweging wat zou kunnen overeenkomen met een tragere, minder bruuske glottispuls vermoedelijk ten gevolge van een beperktere adductiekracht van de stembanden. Onderzoeksverslagen over de evolutie van de spectrumhelling bij de oudere stem is in de literatuur niet te vinden. De bijzonder sterke verhoging van de VOT kan in verband staan met het contrast van de hoge spreekprecisie in de beroepssituatie en de hogere eisen die hieraan werden gesteld in de periode van de archiefopnames tegenover de verminderde oefening of 'stress' bij hen die niet meer als reporter in het vak staan of op rust zijn. Verhoogde stress, verhoogde articulatorische inspanning en een vermoedelijk luidere fonatie, mogelijks gecombineerd met hogere subglottische druk, kunnen hypothetisch sneller na de loslating van een ploffer een adequate stembandapproximatie teweeg brengen.

Summary

The longitudinal part of a study on the senescent voice at the Katholieke Universiteit Leuven (Catholic University of Louvain, Belgium) is summarized in this article. Twenty male reporters of the Belgian Radio Broadcast read the same text as they did thirty years ago. The analysis of the acoustic parameters of a selected sentence and five selected words revealed the following: the speaking fundamental frequency lowered, the VOT

(Voice Onset Time) became longer and there was less spectral energy (the right tailed slope on the frequency scale became steeper).

BIJLAGE A: Gebruikte zinnen voor de akoestische analyse binnen het longitudinaal onderzoek

1. De eerste minister gaf vooraf een overzicht van de pogingen die de vorige regeringen hebben ondernomen om de ziekteverzekering te saneren.
2. Dat is op het ogenblik de stemming van de tienduizenden die langs de weg staan langs Pennsylvania Avenue te Washington waarlangs de lijkstoet zich beweegt waarin het lichaam van president Kennedy wordt meegedragen.
3. Aan weerskanten van de lanen staan honderdduizenden opgesteld vanwie er velen een laatste hulde kwamen brengen in de rotonde van het Kapitol, een laatste hulde aan wijlen president Kennedy.
4. In de verschillende zalen die zij bezocht onderhield de vorstin zich heel gemoedelijk en los met geneesheren en verpleegsters zoals blijkt uit dit stukje conversatie.
5. Mijnheer Vanherreweghen, de dichter heeft het gedicht geschreven, het is gepubliceerd, het is publiek domein geworden bijna, men neemt het ter hand, men leest het, men vertolkt het, zoals het daarnet gebeurd is.
6. Zo klonk dit jaar de leuze op de Yzervlakte waar de plechtigheid voortijdig moest eindigen in een voortdurend plassende regen.
7. De Heilige Vader geeft een uiteenzetting over de inhoud van zijn nieuwe encycliek, namelijk de ordening van het moderne sociale leven volgens de kristelijke leer "Mater et Magistra".
8. Het uiteindelijke besluit "Ik engageer me in de ontwikkelingssamenwerking en ik vertrek voor enkele jaren", wordt onder invloed van uiteenlopende omstandigheden getroffen.
9. Vandaag immers is minister Hégé zich persoonlijk komen vergewissen van de toestand in de buitenmoeren waar ruim veertienhonderd hectaren landbouwgrond overstroomd zijn in gevolge de hevige regen van de voorbije weken.
10. Hij komt uit het pajottenland en wel uit Onze-Lieve-Vrouw-Lombeek waar trouwens nu nog talrijke leden van de familie Van Cauwelaert gevestigd zijn, en waar een neef van de minister, de bekende journalist Emiel Van Cauwelaert, burgemeester is.
11. Dokter Weynen verklaarde dat de mislukking van de onderhandelingen vorige nacht te wijten was aan de hardnekkigheid van één der syndicale leiders die weigerde rond twee uur 's nachts de kwestie der principes opnieuw ter sprake te brengen.
12. Wij hebben Gaitskell dikwijls ontmoet op bijeenkomsten van de vereniging van buitenlandse journalisten te Londen waar hij steeds een welkome gast was die, ondanks zijn drukke bezigheden, geen enkele maal weigerde ons te woord te staan.

13. Welke krachtige resultaten dit organisme ook had, het bleef een loutere vereniging van onafhankelijke staten die niet beantwoordde aan de zucht naar Europese éénmaking die op het continent heerste.
14. Hijzelf lichtte een sluier op van deze onthutsend eenvoudige leer van de liefde, te Brussel in 1959 toen hij de prijs ontving van de stichting "Jozef Lemaire".
15. Herinnerend aan deze oude plechtigheden en de gebeurtenissen die in de nacht van de verrijzenis plaats hadden in het Heilig Land, sprak de Heilige Vader ook over Petrus die door Jezus opgedragen werd in zijn plaats de leiding op zich te nemen van de kerstening van de wereld.
16. Maar het is nu misschien ook interessant te weten hoe U begonnen is destijds, waar hebt U Uw debuut gemaakt, bij wie studeerde U ?
17. Zij besloten een gemeenschappelijk sociaal front op te richten met het doel, buiten elke politieke of wijsgerige beschouwing om, de gevolgen te bestrijden van een staking die, aldus het communiqué, rampspoedig kan zijn voor de bevolking.
18. De heer Born sprak de overtuiging uit dat de Almachtige Dienaar het opperste loon voor zijn onvermoeibaar streven niet zal onthouden en dat ook de medemensen hun erkentelijkheid op blijvende wijze zullen betuigen.
19. Maar eerst praten wij met de man die vandaag bekroond werd met de driejaarlijkse staatsprijs voor de poëzie, Jos de Haes.
20. Op eenentwintig februari wordt monseigneur Kardijn aartsbisschop, een dag later is hij kardinaal en zal hij samen met de paus en zesentwintig andere nieuwe kardinalen de Heilige Mis in Rome celebreren.

BIJLAGE B: Klinkers [a], [i] en [u] gebruikt voor de akoestische analyse binnen het longitudinaal onderzoek

1. haar	ziekteverzekering	toepassing
2. staan	tienduizenden	lijkstoet
3. waarnaar	Frederica	rouwstoet
4. haar	kinderkliniek	moeder
5. daarnet	drie	bedoel
6. bedevaart	lied	moest
7. plaats	dienaar	ontroerde
8. leraars	die	moet
9. water	veertienhonderd	buitenmoeren
10. verjaardag	viert	hoezeer
11. nationaal	persconferentie	toestand
12. elkaar	socialistische	toekomst
13. schade	definitieve	toespraak
14. naam	filosoof	roeping
15. Vaticana	zielen	moeten

16. benaming	functie	hoe
17. beraadslaagden	drie	spoedig
18. vlaamse	driekleur	droeve
19. praten	driejaarlijkse	genoemd
20. inderdaad	die	hoe

BIJLAGE C: CV-verbindingen [pa] en [ka] gebruikt voor de akoestische analyse binnen het longitudinaal onderzoek

1. passage	kamers
2. kapitoel*	kapitoel
3. Japanse	katholieke
4. paleizen	Karolinskaziekenhuis
5. paar	bekend*
6. politiek*	kant
7. pacem	carrière
8. expansie	kameraden
9. persmededeling*	Bulskamp
10. past	kamer
11. parlement	kamers
12. partij	kans
13. Parijs	kanonnen
14. zendelingenpost*	Kaisersberg
15. paasmorgen	Kalvarie
16. repertoire*	carrière
17. passagiers	kant
18. pater	Karel
19. poëzie*	karigheid
20. pers*	KAJ

*door het ontbreken binnen het fragment van de CV-verbinding [pa] of [ka] werd gekozen voor [pi], [po] of [pe], resp. [ke]

Literatuur

- Beverly, E.V. (1975). The beginning of wisdom about aging. *Geriatrics*, July, 117-128.
- Boone, D.R., Baylees, K.A., & Koopman, Ch. F. (1982). Communicative aspects of aging. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 15, 313-327.
- Brubacker, T.H., & Powers, E.A. (1976). The stereotype of "old", a review and alternative approach. *Journal of Gerontology*, 31, 441-447.
- Busse, E.W. (1988). Mental and emotional factors in physical health in late life. In R. Chernoff, & D.A. Lipschitz (Eds.), *Health Promotion and Disease Prevention in the Elderly* (volume 35, pp. 185-193) New York: Raven Press.

- Christensen, H., & Mackinnon, A. (1993). The association between mental, social and physical activity and cognitive performance in young and old subjects. *Age and Ageing*, 22, 175-182.
- de Pinto, O., & Hollien, H. (1982). Speaking fundamental frequency characteristics of Australian women: Then and now. *Journal of Phonetics*, 10, 367-375.
- Endres, W., Bambach, W., & Flösser, G. (1971). Voice spectrograms as a function of age, voice disguise, and voice imitation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 49, 1842-1848.
- Frachet, B. (Ed.) (1991). *La communication, modalités, technologies et symboles*. Société d'oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale. Paris: Arnette.
- Ghoos, J. et al. (1990). *Zinvol Ouder Worden. Een Multidisciplinaire Analyse*. Leuven: Uitgeverij Peeters.
- Goldstein, T.L., Miller, J.L., & Koopman, C.F. (Eds.) (1989). *Geriatric Otorhinolaryngology*. American Academy of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery. Toronto: B.C. Decker.
- Hollien, H. (1987). Old voices: what do we really know about them? *Journal of Voice*, 1, 2-17.
- Jagger, C., Spiers, N.A., & Clarke, M. (1993). Factors associated with decline in function, institutionalization and mortality of elderly people. *Age and Ageing*, 22, 175-182.
- Klatt, D.H. 1975. Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant. *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 686-705.
- Klatt, D.H., Klatt, L.C. (1990). Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87, 820-857.
- Krause, N. (1993). Neighborhood deterioration and social isolation in later life. *International Journal Aging and Human Development*, 36, 9-38.
- Linville, S.E. (1995). Vocal aging. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 3, 183-187.
- Meyerson, M.D. (1976). The effects of aging on communication. *Journal of Gerontology*, 31, 29-38.
- Muir Gray, J.A., Bassey, E.J., & Young, A. (1985). The risk of inactivity. In J.A. Muir Gray (Ed.), *Prevention of Disease in the Elderly* (pp. 78-94). New York: Churchill Livingstone.
- Ramig, R.A., & Ringel, R.L. (1983). Effects of physiological aging on selected acoustic characteristics of voice. *Journal of Speech and Hearing Research*, 26, 22-30.
- Russel, A., Penny, L., & Pemberton, C. (1995). Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 101-109.
- Ryan, W.J. (1972). Acoustic aspects of the aging voice. *Journal of Gerontology*, 27, 265-268.
- Shadden, B.B. (Ed.) (1988). *Communication Behavior and Aging. A Sourcebook for Clinicians*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Shindo, M.L., & Hanson, D.G. (1990). Geriatric voice and laryngeal dysfunction. *Otolaryngologic Clinics of North-America*, 23, 1035-1044.
- Sundberg, J. (1987). *The Science of the Singing Voice*. Dekalb, Illinois: Northern Illinois University Press.
- Ward, P.H. et al. (1989). Aging of the voice and swallowing. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 100, 283-286.