

Fonochirurgie met koude instrumenten of CO₂ laser: vergelijkende stemkwaliteitsbeoordeling bij goedaardige larynxaandoeningen

C. De Graeve¹, I. Deketelaere¹, Y. Maryn², C. Dick², A. Beernaert³,
M. Caenen³, C. Verhoye⁴, S. De Moor⁴, J. Verstraete¹, I. Michaux¹,
J. Deklerck¹

¹ *Opleiding Logopedie, Departement Gezondheidszorg, Katholieke Hogeschool Brugge-Oostende, Brugge, België*

² *Dienst voor Neus-, Keel- & Oorzakten en Gelaat- & Halschirurgie, Dienst voor Logopedie en Audiologie, AZ Sint-Jan AV, Brugge, België*

³ *Dienst voor Neus-, Oor- en Keelziekten, Henri Serruys Ziekenhuis AV, Oostende, België*

⁴ *Dienst voor Neus-, Keel- en Oorzakten, AZ Sint-Lucas, Brugge, België*

Fonochirurgie heeft tot doel de stemkwaliteit te behouden of te verbeteren door defecten in de laryngale stemproductie te corrigeren. Er kan hierbij gebruik gemaakt worden van de traditionele koude instrumenten of de CO₂ laser. De hier gepresenteerde prospectieve studie evalueert de post-operatieve functioneel vocale outcome bij 20 patiënten met verschillende benigne stemplooiandoeningen, ten eerste van fonochirurgie in het algemeen (ongeacht het gebruikte instrumentarium) en ten tweede van de twee afzonderlijke methodes. De evaluaties (pre-operatief, kort na de operatie en lang na de operatie) gebeurden enerzijds aan de hand van een perceptuele beoordeling (GRBI) van zowel een aangehouden klinker als een voorgelezen tekst of spontane spraak. Anderzijds was er een akoestische analyse (jitter percent, shimmer percent en noise-to-harmonics-ratio) van de aangehouden klinker. De resultaten van deze studie duiden niet eenduidig op een significante verbetering ten gevolge van fonochirurgie. Bovendien zijn er geen verschillen gevonden tussen koude en warme fonochirurgie. Kanttekeningen en tekortkomingen betreffende deze studie worden aangegeven.

Inleiding

De stem vervult een heel belangrijke rol in een mensenleven en het is bijgevolg van cruciaal belang dat, indien er een laesie is ter hoogte van de stemplooien, de resectie ervan zo correct en nauwkeurig mogelijk gebeurt door middel van fonochirurgie. Deze fonochirurgie kan op 2 manieren gebeuren: met koude instrumenten (zoals het scalpel, verschillende soorten tangen, etc.) of met de CO₂ laser. Tabel 1 vat de verschillende voor- en nadelen van de twee fonochirurgische methodes op basis van argumenten van een hele reeks auteurs (Gould & Lawrence, 1984; Shapshay et al., 1990; Tsui et al., 1991; Sataloff et al., 1992; Grossenbacher, 1995; Lippert et al., 1995; Zeitels, 1996; Ribári et al., 1997; De Jong, 1998; Davies, 1999; Hörmann et al., 1999; Murry et al., 1999; Remacle et al., 1999; Zeitels & Sataloff, 1999; Garrett & Ossoff, 2000; Zeitels, 2000; Sato & Nakashima, 2002) samen. In functie van een optimaal fonochirurgisch resultaat (hetgeen zich onder meer vertaalt in een betere post-operatieve stemkwaliteit), dienen de volgende principes zoveel mogelijk gerespecteerd te worden (Gould & Lawrence, 1984; Motta et al., 1986; Zeitels, 1996; De Jong, 1998; Zeitels, 2000): kennis van de diepte van de laesie is kritisch voor het selecteren van het type instrument; de fonochirurg kiest deze methode die de insnijding van de mucosa zo beperkt mogelijk houdt; men verwijdert zo weinig mogelijk mucosa; men vermijdt schade aan musculus-thyro-arythenoïdeus; men bewaart maximaal de gelaagde microstructuur van de stemplooien; de ruimte van Reinke moet beweeglijk blijven ten opzichte van het ligamentum vocale; men vermijdt verlittekening van de stemplooi (en aan de vrije trillende rand in het bijzonder); men vermijdt schade aan de voorste commissuur.

Tabel 1. Voor- en nadelen van fonochirurgie door middel van koude instrumenten en CO₂ laser.

Koude instrumenten	CO ₂ laser
Voordelen	
<ul style="list-style-type: none"> • Met behulp van de laryngoscoop is er een minimaal invasieve toegang tot de endotracheale ruimte • Ze zouden beter geschikt zijn om kleinere en oppervlakkige stemploolaesies te reseceren • Palpatie van de stemplooien tijdens delicate microdissectie is mogelijk • Er is een maximale bewaring van de gelaagde microstructuur van de stemplooien 	<ul style="list-style-type: none"> • Werken in de 'single-pulse mode' en door reductie van de laserstraal tot 0.25 - 0.3 mm: grotere (micro-)precisie • Grotere (micro-)precisie: kortere blootstellings-tijd aan laserstraal en dus minder carbonisatie. • Bij granuloma: nauwkeurige verwijdering, significante vermindering op recidief • Bij papillomatose: tijd tot recidief is groter, gering post-operatief litteken • Werken met 'high-energy' laser¹: minder thermische schade en zones met carbonisatie en necrose • Er is een goede hemostase met weinig ontstekingsreactie en oedeem van aangrenzend en nabijgelegen weefsel • Er kan vanop lange werkafstand geopereerd worden

- De laser zorgt voor spontane coagulatie van de bloedvaten (en bijvoorbeeld ook van het centraal voedend bloedvat van een poliep), hetgeen bloedingen vermijdt en bijgevolg zorgt voor een goede zichtbaarheid en visuele controle
- Omwille van het behouden van een goede zichtbaarheid, is er een betere controle over de chirurgische manipulatie en dus ook mogelijke complicaties
- Werken met laser, microscoop en micromanipulator: laat precieze bimanuele chirurgie toe (zeker van belang bij chirurgen die moeite hebben om hun niet-dominante hand te controleren in het vergrootte veld)
- Het vergemakkelijkt de chirurgie van grotere en diepere letsels

Nadelen

- Er is een gesofisticeerd niveau van manuele vaardigheid nodig om het delicate stemplooiweefsel te kunnen hanteren met microlaryngale handinstrumenten (ook van de niet-dominante hand)
 - Het is niet geschikt voor grotere resecties
 - De zichtbaarheid van het chirurgisch veld zou verminderen door bloedingen
 - De thermische effecten van de laser kunnen leiden tot beschadigde zones in de bloed- en lymfevaten
 - Laryngale CO₂ laserchirurgie veroorzaakt problemen in de narcose: moeite met controle van de luchtweg, moeite om de onbeweeglijkheid van het doelweefsel te bewaren, inademing van rook en puinpartikels
 - Onjuist gebruik kan zorgen voor al dan niet ernstige complicaties:
 - littekenvorming;
 - aan hitte gerelateerde luchtwegcomplicaties (minimale incidentie door voorzorgsmaatregelen)
 - thermische schade aan omgevend normaal weefsel (zoals de tussenliggende en diepe lagen van de lamina propria en de musculus vocalis)
 - dergelijke schade kan zorgen voor littekens en stijfheid van de stemplooien
 - Verlies van histopathologisch weefsel door verdamping
 - Er is geen palpatie mogelijk, wat zeer nuttig kan zijn tijdens microdissectie van de stemplooi
-

¹ 'High-energy' lasers werken met een serie van enkelvoudige energiepulsen. Deze pulsen hebben een korte pulsduur en een hoge puls-frequentie. De korte duur van de pulsen zorgt voor minder verhitting van het weefsel met meer koeling in de pulsvrije intervallen.

In de literatuur is er nog maar weinig onderzoek verricht naar de functionele post-operatieve resultaten van en de verschillen tussen koude en warme fonochirurgie. De 2 doelstellingen van dit onderzoek bestaan er in (a) na te gaan welke impact fonochirurgie heeft op de stemkwaliteit (en dit afzonderlijk voor koude en warme instrumenten)

en (b) uit te maken of er een significant verschil is in stemkwaliteit tussen deze twee methodes voor fonochirurgische verwijdering van goedaardige larynxaandoeningen.

Methodologie

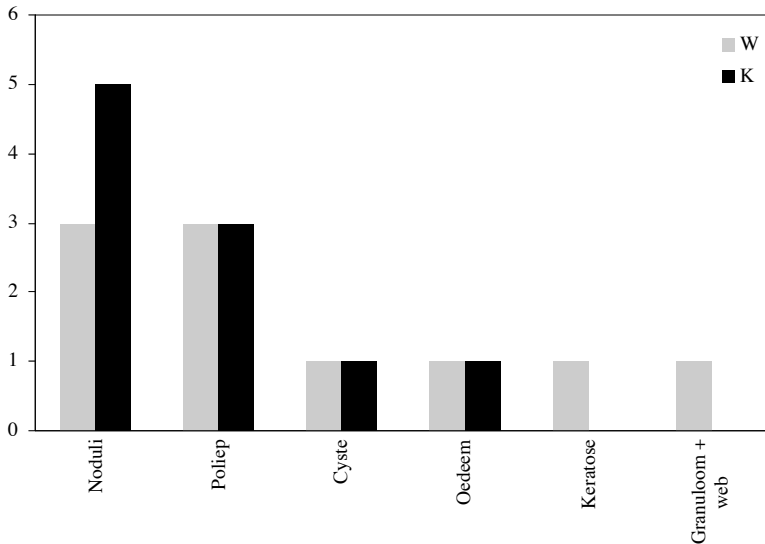
Proefpersonen en stemploopathologie

Twintig proefpersonen die zich tussen oktober 2004 en maart 2005 op de Diensten voor Neus-, Oor- en Keelziekten van het AZ Sint-Jan AV (Brugge), het AZ Sint-Lucas (Brugge) en het Henri Serruys Ziekenhuis (Oostende) hebben aangemeld omwille van heesheid of andere stemklachten (keelpijn, globusgevoel, etc.) en waarbij een goedaardige stemplooaandoening werd vastgesteld met fonochirurgie tot gevolg, werden geïncludeerd in deze studie. De totale proefgroep bestond uit 16 volwassenen en 4 kinderen. De jongste proefpersoon was op het ogenblik van het onderzoek 5 jaar. De oudste proefpersoon had een leeftijd van 68 jaar. Bij de volwassenen ging het om 7 mannen en 9 vrouwen. Bij de kinderen waren er 3 jongens en 1 meisje. De stemploopathologie bij de 20 proefpersonen en het aanwenden van koude of warme fonochirurgie worden geïnventariseerd in Tabel 2. Hieruit blijkt dat zowel in de groep met CO₂ laser als in de groep met koude instrumenten 10 proefpersonen zaten. In 40 % ging het om stemplooinoduli, in 30 % om een poliep, in 10 % om een cyste, in 10 % om oedeem van Reinke, in 5 % keratose en in 5 % om granuloom met een laryngaal web. Figuur 1 geeft de verdeling van stemploopathologie per proefgroep weer. Hieruit blijkt een behoorlijk gelijke verdeling in pathologie tussen de twee proefgroepen.

Tabel 2. Overzicht van stemploopathologie en fonochirurgie bij de proefpersonen.

PP	Pathologie	Geslacht, leeftijd	W/K	PP	Pathologie	Geslacht, leeftijd	W/K
1	cyste	V, 55	W	11	noduli	V, 8	K
2	cyste	V, 43	K	12	noduli	M, 13	K
3	poliep	V, 29	K	13	oedeem van reinke	M, 44	K
4	poliep	M, 41	W	14	noduli	M, 5	K
5	poliep	M, 62	W	15	poliep	V, 38	W
6	poliep	M, 52	W	16	noduli	V, 18	K
7	granuloom, larynxweb	M, 68	W	17	poliep	M, 27	K
8	noduli	V, 29	W	18	noduli	M, 8	K
9	noduli	V, 19	W	19	oedeem van reinke	V, 62	W
10	noduli	V, 24	W	20	keratose	M, 54	W

PP: proefpersoon, W: warm, K: koud, M: mannelijk, V: vrouwelijk



Figuur 1. Verdeling van stemploopathologie per proefgroep (W = CO₂ laser, K = koude instrumenten).

Stemopnamen

Onder leiding van 2 laatstejaarsstudenten (CDG en ID) werden bij alle proefpersonen op 3 verschillende momenten de 3 volgende opnames gemaakt. Ten eerste werd er een aangehouden [a.] opgenomen. Later werd er met het programma Praat (Boersma, 1993; Boersma, 2004) telkens een mediaal segment van 1 seconde uit geselecteerd. Ten tweede werd de zogenaamd oronasale tekst 'Papa en Marloes' luidop voorgelezen. Alleen bij de 5-jarige jongen werd deze opname niet gemaakt. Ten derde werd er nog een opname gemaakt van de spontane spraak van de proefpersonen. Er werd hen hiervoor gevraagd kort iets vertellen over een onderwerp naar keuze. Informatie over de ingreep, tijdstip van opname en identiteit mochten niet vermeld worden, teneinde de latere perceptuele beoordeling van de jury niet te beïnvloeden. Alle opnames dienden te gebeuren op een comfortabele luidheid en toonhoogte en werden gemaakt met een Sony microfoon F-VX 500 (met een continue afstand van ongeveer 20 cm tussen mond en microfoon) en een Sony draagbare minidisc-recorder MZ-R30. Winholtz & Titze (1998) hebben aangetoond dat het gebruik maken van minidisc-apparatuur hoge kwaliteitsopnames toelaat, bepaalde voordelen heeft ten opzichte van bijvoorbeeld Digital Audiotapes (DAT) en bijgevolg aan te raden is. Alle geluidsbestanden werden opgeslagen op MD-schijven van het type XS-iV (74 minuten) en nadien gebrand op een CD-R in functie van een eenvoudige auditieve presentatie aan de jury, het editen van de geluidsbestanden met het programma Praat (Boersma, 1993; Boersma, 2004) en het gecomputeriseerd akoestisch stemonderzoek door middel van het Multi-Dimensional Voice Program (Kay Elemetrics, 2003).

Door een sterke heterogeniteit in bijvoorbeeld de lengte van het spontane spraak-sample, werd besloten om de perceptuele evaluatie uitsluitend op de gestandaardiseerde tekst toe te passen. Alleen voor de 5-jarig jongen echter werd hiervoor gebruik gemaakt van het spontane spraaksample.

De 3 momenten waarop deze opnamen werden gemaakt zijn: pre-operatief (O_1 - op de dag van de ingreep), 7 tot 10 dagen na de operatie (O_2 - overeenkomstig de vooropgestelde periode van stemrust) en 4 tot 6 weken na de operatie (O_3 - overeenkomstig de periode waarin de stem gestabiliseerd is) (Bouchayer & Cornut, 1992; Noordzij & Woo, 2000). Van 6 proefpersonen kon er slechts 1 postoperatieve opname bekomen worden, hetgeen zorgde voor 54 stemsamples bestaande uit 1 aangehouden klinker en 1 al dan niet voorgelezen tekst. Teneinde een intrabeoordelaarsvariabiliteit te kunnen berekenen, werden 27 (de helft) van deze samples ad random geselecteerd en in gerandomiseerde volgorde meegebrand op de CD-R. Het ging dus in totaal over 162 stemsamples (81 klinkers en 81 teksten).

Tenslotte werd ieder opnamemoment voorafgegaan door een korte opwarming van de stem. Het ging hierbij om de volgende zoem oefeningen: [m.] op een lage toon, enkele glijtonen op [m.], enkele zweltonen op [m.] en aangehouden [m.] met mediaal verschillende vocaalproducties.

Perceptuele stembeoordeling

Drie logopedisten/stemtherapeuten (YM, JV en IM) met ervaring in het auditief perceptueel beoordelen van de stem, hebben de 162 stemsamples geëvalueerd met de GRBASI-schaal volgens het welgekende principe van Hirano (1981). Naar het voorbeeld van Dejonckere et al. (2001) hebben we besloten ons te beperken tot het beoordelen van de algemene ernst van dysfonie (G) en de twee hoofdcomponenten ruwheid of onregelmatige stemplooitruiling (R) en de mate van glottaal luchtverlies (B). Daarenboven werd ook de instabiliteit van de fonatie (I), zoals geïntroduceerd door Dejonckere et al. (1996), geëvalueerd. De beoordelaars hadden geen informatie betreffende leeftijd, soort pathologie, type chirurgie en tijdstip van opname. Na notitie van de G-, R-, B- en I-scores op een formulier, werd per sample in consensus een definitieve score toegekend. In functie hiervan werden de samples zoveel als nodig beluisterd. De consensus-scores werden gebruikt voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen. De individuele scores werden aangewend om de intra- en interbeoordelaarsvariabiliteit te berekenen. In totaal waren er twee beoordelingssessies.

Objectief akoestische stemanalyse

De akoestische analyses gebeurden op de opnames van de aangehouden klinker [a.] en door middel van het Multi-Dimensional Voice Program in het Computerized Speech Lab van Kay Elemetrics (2003). Uit een lange reeks aan parameters, werden de volgende 3 parameters gekozen voor de objectief akoestische evaluatie van de stem: jitter percent (Jitt), shimmer percent (Shim) en noise-to-harmonics ratio (NHR).

Statistische analyse

De inferentiële analyses op de bekomen scores gebeurden in het statistische computerprogramma SPSS versie 11.0.

Voor het bepalen van het al dan niet statistische significant zijn van het verschil tussen O₁, O₂ en O₃, werd gebruik gemaakt van de Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test voor de niet-parametrische scores (Sheskin, 1997) van de perceptuele beoordelingen en de objectieve metingen.

Voor het bepalen van het al dan niet statistisch significant zijn van het verschil tussen fonochirurgie met koude instrumenten en fonochirurgie met CO₂ laser, werd gebruik gemaakt van de Mann-Whitney U test voor de niet-parametrische scores (Sheskin, 1997) van de perceptuele beoordelingen en de objectieve metingen.

Voor het bepalen van de betrouwbaarheid van de beoordelaars (zowel intra als inter), werd Cohen's kappa-coëfficiënt berekend. Indien dat niet mogelijk was, werd er via kruistabellen een percentage aan overeenkomst berekend.

Resultaten

Intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid

Om de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid te kennen, werden de 3 beoordelaars met zichzelf vergeleken en dit voor de vier perceptuele parameters en de twee stimuli (klinker en tekst). De gemiddelde intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid, berekend met Cohen's kappa-coëfficiënt, bedroeg 0.6. In de gevallen waarbij deze berekening niet mogelijk was, werd er een gemiddelde overeenkomst van 75.5 % gevonden. Het gaat hier om een matige overeenkomst.

Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

Om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid te kennen, werden de 3 beoordelaars onderling met elkaar vergeleken en dit voor de vier perceptuele parameters en de twee stimuli (klinker en tekst). De gemiddelde interbeoordelaarsbetrouwbaarheid, berekend met Cohen's kappa-coëfficiënt, bedroeg 0.69. In de gevallen waarbij deze berekening niet mogelijk was, werd er een gemiddelde overeenkomst van 75.8 % gevonden. Ook hier gaat het om een matige overeenkomst.

Impact van fonochirurgie op stemkwaliteit

In tabel 3 worden de resultaten over de impact van fonochirurgie op stemkwaliteit weergegeven. Korte en lange termijneffecten van fonochirurgie door middel van koude instrumenten en CO₂ laser worden voorgesteld aan de hand van het significantieniveau (p) waarmee het verschil tussen twee meetmomenten voordoet. Een p-waarde gelijk aan of onder 0.05 wordt als statistisch significant beschouwd.

In het algemeen werden er niet veel statistisch significante verschillen gevonden die wijzen op een verbetering ten gevolge van een fonochirurgische ingreep. Voor de koude instrumenten werd er tussen O₁ en O₂ een statistisch significante verbetering

gevonden voor Shim en NHR. Dit kan echter niet bevestigd worden door de perceptuele beoordelingen. Tussen O_1 en O_3 werd er een verbetering gevonden voor B op tekstniveau (maar niet op klinkerniveau). Betreffende CO_2 laser kunnen gelijkaardige opmerkingen gemaakt worden. Tussen O_1 en O_2 werd er een statistisch significante afname van R gevonden (enkel op klinkerniveau). Tussen O_1 en O_3 werd er een belangrijke afname van G en R op klinkerniveau en van R en B op tekstniveau gevonden. Tenslotte suggereren deze resultaten dat er, zowel voor koude instrumenten als voor CO_2 laser, geen verbetering/voortgang meer verwacht kan worden na 7 tot 10 dagen na de operatie (zoals blijkt uit de verschillen tussen O_2 en O_3).

Tabel 3. Significantiënniveaus waarop er een verschil gevonden werd tussen twee meetmomenten (statistisch significant vanaf $p \leq 0.05$).

		Koude instrumenten			CO2 laser		
		O1 → O2	O1 → O3	O2 → O3	O1 → O2	O1 → O3	O2 → O3
Klinker [a.]	G	0.084	0.059	0.655	0.317	0.025	0.083
	R	0.257	0.317	0.655	0.038	0.023	0.564
	B	0.480	0.157	1.000	1.000	0.180	0.083
	I	0.414	0.317	0.180	0.705	0.157	0.102
	Jitt	0.263	0.091	0.500	0.735	0.779	0.093
	Shim	0.050	0.063	0.686	0.866	0.327	0.069
	NHR	0.012	0.075	0.500	0.499	0.889	0.778
Tekst	G	0.098	0.063	1.000	1.000	0.102	0.317
	R	0.480	0.564	1.000	0.206	0.035	0.317
	B	0.334	0.038	0.317	0.589	0.025	0.564
	I	1.000	1.000	1.000	0.317	1.000	0.317

Verskil tussen koude instrumenten en CO_2 laser

Er werden geen statistisch significante verschillen gevonden tussen patiënten die geopereerd werden met koude instrumenten versus patiënt geopereerd met CO_2 laser.

Discussie

Wanneer binnen de 2 groepen gekeken wordt, valt het ontbreken van statistisch significante verschillen tussen twee meetmomenten meteen op. Voor wat de groep met koude instrumenten betreft, werd alleen een verschil gevonden voor de B-score op tekstniveau tussen O_1 en O_3 en voor NHR tussen O_1 en O_2 . Voor de groep met CO_2 laser werden de volgende verschillen gevonden: tussen O_1 en O_3 voor de R-score op klinker- en tekstniveau, tussen O_1 en O_2 voor de R-score op klinkerniveau, tussen O_1 en O_3 voor de B-score op tekstniveau en tussen O_1 en O_3 voor de G-score op klinkerniveau. Opvallend is ook dat er geen statistisch significante verschillen zijn tussen O_2 en O_3 . Daar waar tussen O_1 en O_2 heel wat gebeurt, met name het verwijderen van

het vocaal letsel gevolgd door enkele dagen stemrust (hetgeen heeft gezorgd voor enkele belangrijke verschillen), is er tussen O₂ en O₃ nauwelijks vooruitgang. Dit is mogelijk te wijten aan de stabilisatie van de stem na de stemrust. Tussen O₁ en O₃ is de som van alle vooruitgang inbegepen, hetgeen ervoor zorgt dat er bij meer metingen/ beoordelingen een statistisch significant verschil wordt gevonden (zeker bij CO₂ laser). Hörmann et al. (1999) hebben een vergelijkbare studie gedaan. Van de 44 volwassen patiënten met een variatie aan stemplooiopathologie, werden 23 patiënten geopereerd met koude instrumenten en 21 met CO₂ laser. Door middel van videolaryngoscopie, perceptuele beoordeling, maximale fonatietijd, fonetografie en zelfbeoordeling werden pre- en postoperatieve status met elkaar vergeleken. Net zoals in onze studie, toonden ook Hörmann et al. (1999) een functionele verbetering aan bij beide methodes. Echter, deze verbetering was alleen significant na fonochirurgie met koude instrumenten.

Wanneer de twee instrumenten met elkaar vergeleken worden, blijkt er op vlak van post-operatieve stemkwaliteit geen noemenswaardig verschil te zijn en kan er bijgevolg besloten worden dat ze evenwaardig zijn in de chirurgische behandeling van goedaardige larynxaandoeningen. Een dergelijke vergelijking is niet gebeurd in Hörmann et al. (1999). Beide instrumenten hebben hun voordelen en nadelen en beide maken een onmisbaar deel uit van het chirurgisch arsenaal.

Tot slot wijzen we nog op enkele tekortkomingen betreffende deze studie. In eerste instantie ging het om 2 relatief kleine proefgroepen. Deze studie op gelijkaardige wijze uitbreiden met metingen/beoordelingen bij meer patiënten is bijgevolg van primair belang. Bovendien zou het interessant om bij ieder meetmoment ook laryngoscopie te doen, zoals bijvoorbeeld ook gebeurd is in Hörmann (1999). Ten tweede dient erop gewezen te worden dat deze studie heterogeen was in verschillende aspecten. Zo ging het om een multicentrische studie waarbij 5 chirurgen (CD, AB, MC, CV en SDM) afzonderlijk de operaties hebben uitgevoerd. Daarnaast waren er grote leeftijdsverschillen tussen de proefpersonen en ging het om verschillende vormen van stemplooiopathologie. Toekomstige studies kunnen zich beter zo homogeen mogelijk oriënteren bij een goed omschreven proefgroep. Ten derde is er in deze studie geen rekening gehouden met de twee volgende variabelen: mate van respecteren van post-chirurgische stemrust en het aantal sessies logopedische stemtherapie pre-operatief en/of tussen O₂ en O₃. Ook met deze variabelen moet rekening gehouden worden.

Summary

Phonosurgery is intended to maintain or improve voice quality in patients with laryngeal defects in voice production. For this surgical correction of the defected voice production, the phonosurgeon can utilize the traditional cold instruments or the carbondioxide (CO₂) laser. In this prospective study, the post-operative functional vocal outcome is evaluated in twenty patients with various benign vocal lesions. Firstly, the effects of phonosurgery in general (irrespective of instrumentation) are

investigated. Secondly, both instrumentations are examined separately and compared. Pre- and postoperative (after short and long latency) vocal assessment was based on perceptual evaluation of grade, roughness, breathiness and instability (on the scale Hirano presented in 1981) of a sustained vowel and a read text or spontaneous speech. An objective voice analysis consisting of three acoustic determinants (jitter percent, shimmer percent and noise-to-harmonics ratio) was carried out on a sustained vowel. The results of this study do not unanimously indicate improvement of voice quality after phonosurgery. Furthermore, there are no statistically significant differences in voice quality between cold instruments and CO₂ laser. Marginal notes and shortcomings concerning this specific study are discussed.

Referenties

- Boersma, P. (1993). Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound. *Proceedings of the Institute of Phonetics Sciences of the University of Amsterdam*, 17, 97-110.
- Boersma, P. (2004). Stemmen meten met Praat. *Stem-, Spraak- en Taalpathologie*, 12, 237-251.
- Bouchayer, M., & Cornut, G. (1992). Microsurgical treatment of benign vocal fold lesions: indications, technique, results. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 44, 155-184.
- Davies, D.G. (1999). Surgery of voice. *Hospital Medicine*, 60, 196-201.
- Dejonckere, Ph., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van de Heyning, P., Remacle, M., & Woisard, V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guidelines elaborated by the Committee on Phoniatrics of the European Laryngological Society (ELS). *European Archives of Otorhinolaryngology*, 258, 77-82.
- Dejonckere, Ph., Remacle, M., Fresnel-Elbaz, E., Woisard, V., Crevier-Buchman, L., & Millet, B. (1996). Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. *Revue de Laryngologie Otologie et Rhinologie*, 117, 219-224.
- De Jong, F.I.C.R.S. (1998). Endolaryngeale microchirurgie (A9.3.3). In H.F.M. Peters, R. Bastiaanse, J. Van Borsel, Ph. Dejonckere, K. Jansonijs-Schultheiss, S.J. Van der Meulen & B.J.E. Mondelaers: *Handboek stem-, spraak- en taalpathologie*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Garrett, C.G., & Ossoff, R.H. (2000). Phonosurgery II: surgical techniques. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33, 1063-1070.
- Gould, W.J., & Lawrence, V.L. (1984). Surgical care of voice disorders. In G.E. Arnold: *Disorders of human communication, volume 8*. Wien: Springer-Verlag.
- Grossenbacher, R. (1995). CO₂ laser surgery for benign lesions of the vocal cords. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 49, 158-161.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Wien: Springer-Verlag.

- Hörmann, K., Baker-Schreyer, A., Keilmann, A., & Biermann, G. (1999). Functional results after CO₂ laser surgery compared with conventional phonosurgery. *Journal of Laryngology and Otology*, *113*, 140-144.
- Kay Elemetrics (2003). *Computerized Speech Lab (CSL) model 4400: hardware installation, instruction, and maintenance manual*. Lincoln Park: Kay Elemetrics Corporation.
- Lippert, B.M., Werner, J.A., & Rudert, H. (1995). Tissue effects of CO₂ laser and Nd: YAG laser. *Advances in Otorhinolaryngology*, *49*, 1-4.
- Motta, G., Vilari, G., Motta G. Jr., Ripa, G., & Salerno, G. (1986). The CO₂ laser in the laryngeal microsurgery. *Acta Otolaryngologica Supplement*, *433*, 1-30.
- Murry, T., Abitbol, J., & Hersan, R. (1999). Quantitative assessment of voice quality following laser surgery for Reinke's edema. *Journal of Voice*, *13*, 257-264.
- Noordzij, P.J., & Woo, P. (2000). Glottal area waveform analysis of benign vocal fold lesions before and after surgery. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *109*, 441-446.
- Remacle, M., Lawson, G., & Watelet, J.B. (1999). Carbon dioxide laser microsurgery of benign vocal fold lesions: indications, techniques and results in 251 patients. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, *108*, 156-164.
- Ribári, O., Hirschberg, A., Szabo, G., & Molnar, B. (1997). Laser surgery of the vocal cord. *Acta Otolaryngologica Supplement*, *527*, 74-76.
- Sataloff, R.T., Spiegel, J.R., Hawkshaw, M., & Jones, A. (1992). Laser surgery of the larynx: the case for caution. *Ear, Nose & Throat Journal*, *71*, 593-595.
- Sato, K., & Nakashima, T. (2002). CO(2) laser endolaryngeal microsurgery with the deflect tip of the pipe-guide handpiece. *American Journal of Otolaryngology*, *23*, 290-292.
- Shapshay, S.M., Rebeiz, E.E., Bohigian, R.K., & Hybels, R.L. (1990). Benign lesions of the larynx: should the laser be used? *Laryngoscope*, *100*, 953-957.
- Sheskin, D.J. (1997). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Boca Raton: CRC Press.
- Tsui, S.L., Woo, D.C., & Lo, J.R. (1991). Anaesthetic management of a 2-month-old infant for laser resection of vocal cord granuloma. *British Journal of Anaesthesia*, *66*, 134-137.
- Zeitels, S.M. (1996). Laser versus cold instruments for microlaryngoscopic surgery. *Laryngoscope*, *106*, 545-552.
- Zeitels, S.M., & Sataloff, R.T. (1999). Phonomicrosurgical resection of glottal papillomatosis. *Journal of Voice*, *13*, 123-127.
- Zeitels, S.M. (2000). Phonomicrosurgery I: principles and equipment. *Otolaryngologic Clinics of North America*, *33*, 1047-1062.