

COCHLEAIRE IMPLANTATIE ALS HOREN MET EEN KLASSIEK GEHOORTOESTEL MOEILIJK IS

Ann Dierckx¹ & Sam Denys, PhD²

¹Logopediste en audiologe, coördinator CI-team, MUCLA, UZ Leuven

²Logopedist en audioloog, MUCLA, UZ Leuven en manager Klinisch Onderzoek, Onderzoeksgroep Experimentele Oto-rino-laryngologie KU Leuven

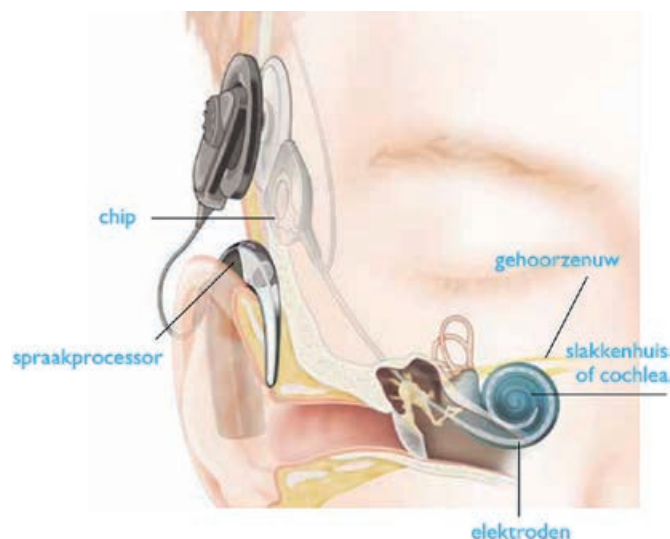
Inleiding

Dit artikel bespreekt de werking van een cochleair implantaat (CI) en geeft een overzicht van de terugbetalingscriteria van het RIZIV. Het licht toe waarom revalidatie na een CI-operatie best multidisciplinair is en recente wetenschappelijke inzichten integreert. Ook het grote belang van de steun van omgeving en lotgenoten wordt benadrukt.

De werking van een cochleair implantaat

Bij mensen die normaal horen, gaat geluid via de gehoorgang en het middenoor naar het slakkenhuis (=cochlea). Daar geven zintuigcellen (haarcellen) elektrische signalen door aan de gehoorzenuw en de hersenen.

Wanneer de haarcellen in het slakkenhuis beschadigd zijn, kan een cochleair implantaat de gehoorzenuw rechtstreeks elektrisch stimuleren.



Ein cochleair implantaat bestaat uit een inwendig en een uitwendig deel. De twee delen worden bij elkaar gehouden door magneten. Het uitwendig deel bevat een microfoon die omgevingsgeluiden, spraaksignalen en muziek opvangt en doorstuurt naar een spraakprocessor. Daar gebeurt de analyse en omvorming van het geluid tot een code. Die code wordt van het uitwendig deel naar het inwendig deel gestuurd. In de inwendige chip wordt bepaald welke elektroden in het slakkenhuis worden gestimuleerd. Die elektrische pulsen stimuleren de gehoorzenuw, die het

signaal doorstuurt naar de hersenen. Het signaal wordt daar herkend als geluid. Omdat de elektrische signalen rechtstreeks worden doorgegeven aan de gehoorzenuw, moet die zenuw intact en te stimuleren zijn.

Wie komt in aanmerking voor de terugbetaling van een cochleair implantaat door het RIZIV?

Kinderen en volwassenen met een ernstig gehoorverlies aan beide oren, die onvoldoende horen met een klassiek gehoorapparaat. Het gehoorverlies moet minstens 70 dBHL (decibels hearing level) zijn aan het beste oor.

Kinderen jonger dan 18 jaar kunnen in aanmerking komen voor een cochleair implantaat aan beide oren.

Kinderen jonger dan 18 jaar met een asymmetrisch gehoorverlies (beste oor meer dan 30 dBHL en slechtste oor minstens 85 dBHL) kunnen in aanmerking komen voor een cochleair implantaat aan het slechtste oor.

Kinderen tot 18 jaar met een eenzijdig ernstig gehoorverlies van minstens 85 dBHL kunnen in aanmerking komen voor een cochleair implantaat aan het slechtste oor.

Het belang van multidisciplinaire revalidatie na een cochleaire implantatie

In het CI-team van UZ Leuven werken een heel aantal professionals en disciplines samen: neus-, keel-, oorartsen (NKO-artsen), ingenieurs, audiologen, logopedisten, administratief medewerkers, een psychologe, een orthopedagoge en een sociaal assistente.

Tijdens de operatie brengen NKO-artsen onder algemene verdoving het inwendig deel van het implantaat aan. Daarna worden testen uitgevoerd om er zeker van te zijn dat het implantaat goed werkt. De operatie duurt ongeveer drie uur.

Waar vroeger het gehoorverlies aan het beste oor minstens 85 dBHL moest zijn, is dat nu 70 dBHL. Dankzij deze versoepeling in de terugbetalingscriteria van het RIZIV, zijn er vaak nog bruikbare gehoorresten. Tijdens de cochleaire implantatie zorgt de chirurg ervoor dat zo

veel mogelijk restgehoor bewaard blijft. Daartoe moet de chirurg de juiste keuze maken van implantaat en elektroden en brengt hij/zij de elektroden zeer voorzichtig en traag in. De reacties van de gehoorzenuw worden gemonitord met de nieuwste intra-operatieve metingen. Daarnaast wordt ook medicatie gegeven die de gezondheid van de zintuigcellen bevordert.

Dankzij deze maatregelen worden gehoorresten vaak goed bewaard na de operatie. Elektro-akoestische stimulatie (EAS) is dan mogelijk, waarbij lage frequenties akoestisch worden doorgegeven, en de middelste en hoge frequenties elektrisch. Patiënten ervaren daardoor dat spraak, muziek en omgevingsgeluiden voller, natuurlijker of minder mechanisch klinken.

Twee tot drie weken na de ingreep start de revalidatie in het **multidisciplinair universitair centrum voor logopedie en audiologie (MUCLA)** van UZ Leuven.

Een audioloope zorgt voor de technische afstelling (fitting) van het implantaat, een logopediste geeft gehoortraining en de sociaal assistente en psycholoope zorgen voor de psycho-sociale ondersteuning van de patiënt. De medische opvolging gebeurt door een NKO-arts. Voor de kinderen en volwassenen die verder weg wonen, kan de gehoortraining plaatsvinden in een school voor buitengewoon onderwijs, in een ander centrum voor ambulante revalidatie (CAR) of bij een privé-logopediste in de buurt.

Fitting op afstand (remote) wordt verwacht in de nabije toekomst, maar bij bepaalde firma's is het nu al mogelijk om een aantal functionele testen en klassieke vragenlijsten op afstand uit te voeren. Patiënten moeten daardoor minder vaak naar het ziekenhuis komen voor de opvolging. Op afstand kan er nagegaan worden of er geen grote problemen zijn en het is ook mogelijk kleine optimalisaties te doen. Daarnaast blijven de controles in het ziekenhuis belangrijk om meer uitgebreide gehoortesten te kunnen doen en ook om het implantaat nauwkeurig af te stellen. Bij de fittingen wordt er rekening gehouden met de vooruitgang en resultaten in de gehoortraining. Gehoortraining is nodig omdat de geluidswaarneming met een CI helemaal anders is. Dankzij de flexibiliteit en het enorme leervermogen van de hersenen, kunnen veel kinderen met een CI leren spreken en veel volwassenen en kinderen leren spraak verstaan.

De resultaten met een CI zijn vaak verschillend van persoon tot persoon. Factoren die daarbij een rol spelen zijn onder andere de duur van hoortoestelgebruik vóór de

ingreep, de mate van bruikbare gehoorresten, het aantal nog goed werkende gehoorzenuwvezels, het individueel leervermogen, eventuele bijkomende beperkingen naast het gehoorverlies en de duur en de oorzaak van de ernstige slechthoorendheid. Ook factoren gebonden aan de ingreep spelen daarbij een rol, bijvoorbeeld de positie van de elektroden in het slakkenhuis.

Als het verstaan van spraak met een CI gestaag verbetert, is er geduld en doorzettingsvermogen nodig. De vooruitgang wordt nauwkeurig gemonitord aan de hand van vragenlijsten en vrije veld toon- en spraakaudiometrie (nazeggen van woorden en zinnen op verschillende intensiteiten in stilte en in ruis, fonemdiscriminatie enz.). Aan de hand van de resultaten kan gehoortraining en fitting zo nodig bijgesteld worden.

De sociaal assistente doet vóór de operatie een sociale intake en ze informeert voor en na de operatie over hulpverlening (thuisbegeleiding, zelfhulpgroepen...), administratieve en financiële aspecten.

De psycholoope gaat al vóór de operatie de verwachtingen van de volwassenen en de ouders na en onderkent mogelijke beïnvloedende factoren op de revalidatie. Na de operatie ondersteunt de psycholoope het proces naar meer onafhankelijkheid, meer zelfvertrouwen en meer deelname aan het sociale leven.

Na de operatie en de intensieve revalidatiefase ervaren mensen die weinig tot bijna niets meer konden verstaan met hoortoestellen meestal een enorme verbetering in levenskwaliteit. Ze hebben meer zelfvertrouwen en stellen zich onafhankelijker op ten opzichte van hun omgeving (Bosdriez et al. 2017, Faber en Grøntved 2000, Sladen et al. 2017). Ze doen weer praatjes met de burens, verstaan hun collega's en kleinkinderen veel beter, nemen hun werk en hun hobby's opnieuw op en gaan terug zelf naar de winkel.

Getuigenis van mevrouw BV, 62 jaar, klassiek hoortoestel links, sinds 5 jaar CI rechts:

"Ik werkte in een autogarage aan de receptie samen met veel collega's. Door alle gesprekken rondom mij en al het telefoongerinkel werd het steeds moeilijker om te begrijpen wat er gezegd werd. Het maakte me heel onzeker. Een werkdag was heel vermoeiend en ook privé waren etentjes en familiefeestjes niet langer iets om naar uit te kijken. Ik was wel aanwezig maar kon de gesprekken niet volgen. Ik was ook meer en meer aangewezen op de hulp van een kennis of familielid om iets te regelen via telefoon

of aan een loket. Ik had veel stress en durfde niet zomaar aan iedereen te zeggen dat ik slechthorend was. Daardoor waren er veel misverstanden.

In maart 2019 heb ik de stap gezet naar een CI. Een tweetal weken na de operatie kreeg ik de processor en konden we starten met de fittingen en de gehoortraining. Eerst hoorde ik enkel piepjes en een vreemde metaalklank. Na een tijdje kon ik al af en toe een woord verstaan.

Een à twee keer per week deed ik gehoortraining in het ziekenhuis met de logopediste. Ik oefende steeds zonder lipbeeld en zonder gehoorapparaat, dus alleen met het CI. Ik kreeg ook oefeningen mee om thuis verder te trainen. Meestal oefende ik met een vriendin en ook met mijn kleindochter die toen leerde lezen en het enorm leuk vond om mij te laten nazeggen wat zij voorlas.

De gehoortraining was vooral in het begin heel vermoeiend. Van familie en vrienden kreeg ik al snel positieve reacties. Ze merkten op dat ik hen steeds beter en beter verstond. Zelfs als iemand naast of achter mij stond, kon ik terug verstaan wat er gezegd werd. Ik werd minder afhankelijk van het liplezen. Ik hoorde zelfs geluiden die ik nog niet kende en buiten hoorde ik de vogeltjes fluiten! Zelfs telefoneren lukt nu doordat de gesprekken rechtstreeks in mijn apparaten terecht komen.

Ik kan mijn kleinkinderen verstaan en hun stemmen onderscheiden.

De revalidatie duurde ongeveer vijf maanden. Naast de gehoortraining en de fittingen waren er ook gesprekken met een sociaal assistente en een psychologe. Ook kon ik deelnemen aan een aantal studies van onderzoekers van de KU Leuven om de resultaten met het CI nog te verbeteren.

De overstap naar een CI had ik al veel eerder moeten maken. Ik voel me opnieuw een stuk zekerder en zelfstandiger door mijn CI."

Unilaterale doofheid en een CI

De revalidatie van kinderen en volwassenen met unilaterale doofheid en een CI vraagt een specifieke aanpak. Het normaal werkende oor mag niet meewerken tijdens de gehoortraining. Dit oor wordt ofwel gemaskeerd met een oorkap, een oordopje, maskeerruis en/of muziek, ofwel wordt het revalidatiemateriaal (zinnen, woorden, klanken) rechtstreeks gestreamd naar het oor met het CI.

Het is maar heel recent, sinds 1 januari 2024, dat een CI door het RIZIV wordt terugbetaald bij kinderen en jongvolwassenen met aangeboren unilateraal ernstig

gehoorverlies (ten minste 85 dBHL) tot vier jaar en met verworven unilateraal ernstig gehoorverlies (ten minste 85 dBHL) tot 18 jaar.

Kinderen met unilaterale doofheid ondervinden veel moeilijkheden om spraak te verstaan in rumoerige omstandigheden en ze kunnen gesproken taal en omgevingsgeluiden niet lokaliseren. Unilaterale doofheid kan leiden tot spraak- en taalvertraging, minder incidenteel leren en leermoeilijkheden.

In een multicenterstudie in Vlaanderen, onder leiding van professor Astrid van Wieringen (KU Leuven), kon de meerwaarde van een CI bij unilaterale doofheid aangetoond worden. Bij de kinderen met unilaterale doofheid die een CI hadden, waren de grammaticale vaardigheden, de vertelvaardigheden en het verstaan van spraak in rumoerige omstandigheden beter dan bij de kinderen met unilaterale doofheid zonder CI. De lokalisatie van geluiden was soms beter met een CI en verbeterde met de leeftijd. Woordenschat en taalbegrip verschilden niet. (van Wieringen et al. 2019 en Arras et al. 2021, 2022, 2023)

Getuigenis van de mama van Sofie, meisje met congenitale unilaterale doofheid en een CI:

"Nadat Sofie 7 jaar geleden haar CI kreeg, begon ze al snel meer en gevarieerder te brabbelen. Haar taal ontwikkelde goed en het voorbije schooljaar heeft ze zonder problemen het eerste leerjaar afgerond. Spraak verstaan in lawaai lukt al jaren dankzij haar CI en sinds kort weet ze ook uit welke richting het geluid komt als ze haar CI draagt. Dankzij het CI konden we Sofie alle kansen geven in haar ontwikkeling en dat was een hele geruststelling voor ons."

De meerwaarde van steun van de omgeving en contact met lotgenoten

Al vóór de operatie is het belangrijk om ook de omgeving te informeren over het volledige CI-traject. Meestal wordt de volwassen CI-kandidaat bij de eerste gesprekken vergezeld door een partner, familielid, vriend of buur. Er wordt uitleg gegeven over de ingreep, de werking van het CI en vooral over de intensieve revalidatie. Elke CI-kandidaat kiest een co-therapeut uit zijn directe omgeving om na de operatie de gehoortraining ook thuis te kunnen verder zetten. Het is belangrijk dat ook de omgeving realistische verwachtingen heeft over de resultaten na de cochleaire implantatie. De communicatie zal vaak niet onmiddellijk maar geleidelijk aan verbeteren.

In het MUCLA organiseren we één keer per maand groepstherapie voor volwassen CI gebruikers die drie tot zes maanden geleden een CI kregen. Dit contact met lotgenoten vinden mensen vaak heel interessant. Ervaringen

en tips kunnen uitgewisseld worden. Het is dan ook mogelijk om te oefenen om beter te verstaan in groep en om samen te zoeken naar oplossingen wanneer de communicatie moeilijker verloopt. Tijdens rollenspelen bijvoorbeeld leren mensen met een CI in een veilige omgeving aan te geven dat ze iets niet goed verstaan en kunnen ze strategieën uitproberen om de communicatie te herstellen.

Voor de allerkleinsten en hun ouders is er ook groeps-therapie. De orthopedagoge licht toe: “Gedurende een aantal weken komen we met een klein groepje kinderen van 4-5 jaar samen op woensdagnamiddag. Tijdens de sessies werken we rond sociale vaardigheden, communicatie en emotieregulatie. Er is ook aandacht voor psycho-educatie en diversiteit: iedereen is anders en dat is oké! We werken elke sessie rond een ander thema, waarbij actieve spelletjes, rollenspelen en kringmomenten zorgen voor afwisseling. Na elke sessie krijgen ouders informatie over de doelen en inhoud van de sessie en hoe ze dit thuis verder kunnen inoefenen. Op deze manier proberen we in te zetten op de transfer naar de thuissituatie.”

In samenwerking met Trefpunt Zelfhulp startten we in het MUCLA drie jaar geleden met een project rond ervaringsdeskundigen.

In haar doctoraat beschrijft KU Leuven-onderzoekster Castro (2018) het profiel van goede ervaringsdeskundigen: het zijn enthousiaste en positief ingestelde mensen die zich vrijwillig inzetten om lotgenoten te ondersteunen en te informeren. Ervaringsdeskundigen zijn discreet en beschikken over een goed inlevingsvermogen. Ze denken mee na over mogelijke verbeteringen in de huidige zorg. Hun eigen verwerkingsproces verloopt positief, ze kunnen goed luisteren en kunnen daarbij ook loskomen van hun eigen verhaal of verdriet.

Het MUCLA beschikt over een team van acht ervaringsdeskundigen: vijf volwassen CI-gebruikers en drie ouders van kinderen met een CI. Hun gehoorverlies kwam geleidelijk of plots, uni- of bilateraal, van bij de geboorte of op latere leeftijd. De ervaringsdeskundigen werden geselecteerd na een sollicitatiegesprek en kregen een algemene opleiding van Trefpunt Zelfhulp en een inhoudelijke opleiding over CI-zorg binnen het MUCLA.

Volwassenen of ouders kunnen hen voor of na de operatie contacteren met vragen en twijfels. Dat kan via mail, telefoon of in een persoonlijk gesprek.

Wetenschappelijk onderzoek bij gebruikers van een cochleair implantaat

Momenteel lopen er heel wat studies bij CI-gebruikers op de dienst neus-, keel- en oorzaken, gelaats- en halschirurgie (NKO-GH) van UZ Leuven en binnen de onderzoeksgroep experimentele otorinolaryngologie (ExpORL,

departement Neurowetenschappen) van KU Leuven op vlak van chirurgie, stimulatie, fitting en revalidatie.

De resultaten na cochleaire implantatie zijn gemiddeld genomen goed. Toch bestaat er nog een aanzienlijke variabiliteit in uitkomsten (bijvoorbeeld met betrekking tot het verstaan van spraak in rumoerige situaties, muziekbeleving ...). Heel wat onderzoek is daarom gericht op het maximaliseren van deze uitkomsten. Dat begint al bij het verbeteren van de chirurgische techniek en de preoperatieve beeldvorming. Er lopen momenteel studies die onderzoeken hoe automatische segmentaties van preoperatieve beeldvorming de chirurgische planning kunnen ondersteunen en een optimale plaatsing van de CI-elektrode array kunnen bevorderen (Starovoyt et al. 2023).

Door de uitbreiding van de terugbetalingscriteria kunnen matig-ernstig slechthorende personen nu sneller de stap zetten naar een CI. Bijgevolg wordt het alsmaar belangrijker om het restgehoor te sparen. Recent onderzoek van onze groep heeft aangetoond dat het vibrotactiel stimuleren van het restgehoor voor lage tonen (via beengeleiding) in combinatie met de elektrische stimulatie door een CI, het verstaan van spraak in rumoerige situaties aanzienlijk verbetert (Geerardyn et al. 2023). Er wordt een internationale multicentrische studie voorbereid die het effect van de chirurgische techniek op het bewaren van restgehoor op lange termijn wil onderzoeken.

Ander onderzoek dat erop gericht is de uitkomsten van CI's te verbeteren, focust op nieuwe stimulatiestrategieën en fittingparadigma's. Wij zijn betrokken bij grote nationale en internationale onderzoeksprojecten gefinancierd door de industrie en de overheid, die de uitkomsten van nieuwe stimulatiestrategieën evalueren. Met deze strategieën worden winsten met betrekking tot het verstaan van spraak en muziekbeleving verwacht. Binnen de onderzoeksgroep ExpORL wordt daarnaast fundamenteel onderzoek verricht naar het verbeteren van het verstaan van spraak via EEG-metingen. Er wordt onderzocht hoe goed gemoduleerde geluiden gecodeerd worden over de elektrode-array. Op basis van objectieve metingen worden individuele elektroden ge(de)activeerd. In een ander project wordt onderzocht hoe EEG-gebaseerde maten kunnen vertaald worden naar fittingparameters voor de objectieve automatische afregeling van een CI (Gransier en Wouters, 2021).

Er is een toenemende bezorgdheid dat het stijgend aantal CI-patiënten de revalidatiecapaciteit dreigt onder druk te zetten. Er is dan ook nood aan efficiëntere zorgpaden om deze groeiende populatie op te vangen zonder aan kwaliteit in te boeten. Een belangrijke rol is weggelegd voor remote check-ups en fitting. Binnenkort start een grote internationale, multicentrische, gerandomiseerde klinische studie die de huidige standaardzorg (in het ziekenhuis)

zal vergelijken met een zorgpad waarop maximaal ingezet wordt op remote zorg bij bijna 150 CI-gebruikers. Ook de gehoorrevalidatie kan grotendeels remote gebeuren, op voorwaarde dat deze voldoende gepersonaliseerd is en op wetenschappelijke evidentie is gestoeld. In het LUISTER-project, een onderzoekssamenwerking tussen de onderzoeksgroep ExpORL en onze dienst NKO-GH, werd een gepersonaliseerd en computergestuurd hoortrainingprogramma ontwikkeld dat bij heel wat CI-gebruikers een verbetering in het verstaan van spraak tijdens rumoer en in de levenskwaliteit opleverde (Magits et al. 2023, Van Wilderode et al. 2023). De 'ALICE' smart device applicatie die uit dit project voortkwam, laat vandaag toe dat mensen die geen recht hebben op terugbetaling van revalidatie of thuis geen oefenpartner hebben, toch kunnen trainen. Eenzijdig dove mensen met een CI (en een normaal gehoor aan de andere zijde) kunnen de app ook handig gebruiken omdat alle oefeningen via streaming enkel aan het CI-oor kunnen aangeboden worden. Deze ALICE app zal vermoedelijk in het najaar voor het grote publiek beschikbaar zijn.

De samenwerking tussen ExpORL en NKO-GH onderzoekt ook het toepassen van meer ecologisch valide (realistische) testparadigma's bij kinderen met CI, waarbij aandachtsprocessen en audio-visuele integratie bij het luisteren naar spraak in rumoer onder de loop worden genomen (Devesse et al. 2020).

Slotwoord en meer informatie

In UZ Leuven startten we met deze CI-operaties in 1993. De afgelopen 30 jaar gebeurden er enorme technische verbeteringen aan het implantaat en de spraakprocessor. Maar ook op het vlak van wetenschappelijk onderzoek, chirurgie en revalidatie was er een grote evolutie. Het is heel boeiend om deze evoluties van nabij te kunnen opvolgen en te integreren in CI-revalidatie. Het geeft ook veel voldoening wanneer kinderen en volwassenen met een ernstig gehoorverlies meer levenskwaliteit en zelfvertrouwen ervaren na de CI-revalidatie.

Voor meer informatie en voor de aankondiging van informatiemomenten kan u terecht op onze website: www.uzleuven.be/ci

Lees ook deze patiënteninformatiebrochures:

Cochleair implantaat: elektrische stimulatie van de gehoorzenuw (<https://www.uzleuven.be/nl/brochure/700419>)

Cochleair implantaat (CI): ervaringsdeskundigen (<https://www.uzleuven.be/nl/brochure/701544>)

Referenties

- Arras, T., Boudewyns, A., Dhooge, I., Offeciers, E., Philips, B., Desloovere, C., Wouters, J., van Wieringen, A. (2021) Assessment of receptive and expressive language skills among young children with prelingual single-sided deafness managed with early cochlear implantation. *JAMA Network Open*, 2;4(8).
- Arras, T., Boudewyns, A., Dhooge, I., Zarowski, A., Philips, B., Desloovere, C., Wouters, J., van Wieringen, A. (2023) Early cochlear implantation supports narrative skills of children with prelingual single-sided deafness. *Scientific Reports* 13, 17828.
- Arras, T., Boudewyns, A., Swinnen, F., Zarowski, A., Philips, B., Desloovere, C., Wouters, J., van Wieringen, A. (2022) Longitudinal auditory data of children with prelingual single-sided deafness managed with early cochlear implantation. *Scientific Reports* 7, 12(1), 9376.
- Bosdriesz, J.R., Stam, M., Smits, C., Kramer, S.E. (2017). Psychosocial health of cochlear implant users compared to that of adults with and without hearing aids: Results of a nationwide cohort study. *Clinical Otolaryngology*, 43(3), 828-834.
- Castro, E. (2018). Patient participation and empowerment. The involvement of experts by experience in hospitals. Doctoraal proefschrift (niet gepubliceerd). Leuven, België: Universiteit Leuven.
- Devesse, A., van Wieringen, A., Wouters, J. (2020) AVATAR Assesses Speech Understanding and Multitask Costs in Ecologically Relevant Listening Situations. *Ear and Hearing* 41(3), 521-531.
- Faber, C.E., Grøntved, A.M. (2000). Cochlear Implantation and Change in Quality of Life, *Acta Oto-Laryngologica*, 120:543, 151-153
- Geerardyn, A., De Voelt, K., Wouters, J., Verhaert, N. (2023). Electro-vibrational stimulation results in improved speech perception in noise for cochlear implant users with bilateral residual hearing. *Scientific reports*, 13(1), 11251.
- Gransier, R., Wouters, J. (2021). Neural auditory processing of parameterized speech envelopes. *Hearing Research*, 412, 108374.
- Magits, S., Boon, E., De Meyere, L., Dierckx, A., Vermaete, E., Francart, T., Verhaert, N., Wouters, J., van Wieringen, A. (2023). Comparing the outcome of a personalized versus non-personalized home-based auditory training program for cochlear implant users. *Ear and Hearing*, 44(3), 477-493.
- Sladen, D.P., Peterson, A., Schmitt, M., Olund, A., Teece, K., Dowling, B., De Jong, M., Breneman, A., Beatty, C.W., Carlson, M.L., Neff, B.A., Hughes-Borst, B., Driscoll, C.L. (2017). Health-related quality of life outcomes following adult cochlear implantation: A prospective cohort study, *Cochlear Implants International*, 18:3, 130-135
- Starovoyt, A., Pyka, G., Putzeys, T., Balcaen, T., Wouters, J., Kerckhofs, G., Verhaert, N. (2023). Human cochlear microstructures at risk of electrode insertion trauma, elucidated in 3D with contrast-enhanced microCT. *Scientific Reports* 7, 13(1), 2191.
- van Wieringen, A., Boudewyns, A., Sangen, A., Wouters, J., Desloovere, C. (2019) Unilateral congenital hearing loss in children: Challenges and potentials. *Hearing Research*, 372, 29-41.
- Van Wilderode, M., Vermaete, E., Francart, T., Wouters, J., van Wieringen, A. (2023). Effectiveness of Auditory Training in Experienced Hearing-Aid Users, and an Exploration of Their Health-Related Quality of Life and Coping Strategies. *Trends Hear*, 27.

Correspondentieadres

Ann Dierckx

ann.dierckx@uzleuven.be