



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Novel applications of objective measures in cochlear implants

Dong, Y.

Citation

Dong, Y. (2022, February 15). *Novel applications of objective measures in cochlear implants*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3275097>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3275097>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Samenvatting

De laatste decennia is er veel veranderd in de behandeling van patiënten met ernstig tot zeer ernstig perceptief gehoorverlies. Het cochleaire implantaat (CI) is inmiddels een effectieve en geaccepteerde behandeling voor revalidatie van dove tot ernstig slechthorende patiënten. De CI vormt een interface tussen een extern geluidssignaal en de gehoorzenuwvezels (ANF's). Mensen met een CI behalen over het algemeen goede prestaties op het gebied van spraakperceptie, echter variëren de uitkomsten nog steeds sterk van persoon tot persoon. Daarom blijft er een aanhoudende noodzaak voor verdere ontwikkeling binnen het veld van cochleaire implantatie. In dit proefschrift hebben we nieuwe toepassingen ontwikkeld voor objectieve metingen in moderne CI's met betrekking tot elektrisch opgewekte samengestelde actiepotentialen (eCAP) en beeldvorming van het elektrische veld (EFI). Met de ontwikkeling van een iteratief deconvolutiemodel richt dit proefschrift zich op het extraheren van de temporele vuureigenschappen van aangeslagen ANF's in menselijke eCAPs en het evalueren van de mogelijke implicaties voor de klinische praktijk. Daarnaast beschrijft dit proefschrift een poging om intra-operatief de locatie van de elektrode-array in het slakkenhuis te beoordelen op basis van impedantiemetingen.

Hoofdstuk 1 geeft een algemene inleiding over het basisprincipe van CI's. Vervolgens worden de veelgebruikte objectieve meetinstrumenten bij cochleaire implantatie in meer detail uitgelegd. Aan het einde van dit hoofdstuk worden de hoofdlijnen van dit proefschrift uiteengezet.

Hoofdstuk 2 beschrijft een studie die een iteratief deconvolutiemodel construeert met twee stappen voor het schatten van de menselijke auditieve unitaire respons (UR) en het afleiden van het onderliggende neurale excitatiepatroon van de geëxciteerde ANF's. In de eerste stap werden de geregistreerde menselijke eCAP's ingevoerd als input voor het model om de menselijke unitaire respons (UR) te schatten en de samengestelde ontladingslatentieverdeling (CDLD) te verkrijgen. De CDLD weerspiegelt de bijdragen van individuele ANF's aan menselijke eCAP's welke in de tweede stap aan bod komen. Bij deze methode werd een eCAP gemodelleerd door de convolutie van een UR-model met een CDLD-model. Vervolgens werd de gemodelleerde eCAP geoptimaliseerd door de variabelen in de geparametriseerde UR- en CDLD-modellen

iteratief te manipuleren, totdat de gemodelleerde eCAP convergeerde naar de geregistreeerde eCAP's. Met deze methode kunnen de menselijke UR en CDLD automatisch worden verkregen.

Hoofdstuk 3 beschrijft het validatieproces van het iteratieve deconvolutiemodel dat in hoofdstuk 2 is ontwikkeld door dit model toe te passen op een relatief grote dataset van menselijke eCAP-registraties, bestaande uit 4982 eCAP's van 111 CI-ontvangers. Met dit model wordt voor het eerst een menselijke versie van de UR geschat, die significant afwijkt van de UR van de cavia. Met de geschatte menselijke UR werden de CDLD's van 4660 eCAP's geëxtraheerd. Dergelijke CDLD's geven betere schattingen van het aantal geëxciteerde ANF's en de latentietijden van de vuureigenschappen. Er werd aangetoond dat het gebruik van CDLD's voordelen biedt ten opzichte van de meer algemeen gebruikte eCAP-amplitude omdat ze de temporele eigenschappen van geëxciteerde ANF's beter weerspiegelen. Na validatie bleek het CDLD-model met twee Gauss-componenten het optimale model voor het beschrijven van de eCAP-golfvorm. De eCAP-golfvorm kan worden beschreven als een combinatie van een neurale component met een korte en een lange latentietijd (S-eCAP en L-eCAP). Er werd geconcludeerd dat deze iteratieve deconvolutie in staat was om de tijdelijke eigenschappen van aangeslagen ANF's die ten grondslag liggen aan eCAP's af te leiden. Deze informatie kan klinisch bruikbaar zijn. Als voorbeeld: er werden significante verschillen gevonden in de temporele eigenschappen van geëxciteerde ANF's tussen kinderen en volwassenen.

Hoofdstuk 4 onderzoekt de mogelijke klinische implicaties van eCAP-golfvormen door rekening te houden met de temporele vuureigenschappen van de ANF's. Dit hoofdstuk bevat een retrospectieve studie die evalueerde het effect van de temporele vuureigenschappen en het aantal geëxciteerde ANF's op de spraakperceptie van 134 postlinguaal dove volwassen CI-ontvangers. Met het iteratieve deconvolutiemodel wat is voorgesteld in Hoofdstuk 2 werd de CDLD die overeenkomt met elke eCAP verkregen. Tevens werden de pieklatenties en de synchroniciteit van aangeslagen ANF's berekend. Het bleek dat mensen met een CI met een groter aantal en grotere synchroniciteit van geëxciteerde ANF's de neiging hebben om na implantatie een betere spraakperceptie te bereiken. Echter hadden de gemiddelde latenties van CDLD's geen

significante invloed op de spraakperceptie. Deze studie onderstreept dat vuureigenschappen van ANF's in eCAP's in overweging moeten worden genomen wanneer men onderzoekt of eCAP-opnames indicatief zijn voor spraakverstaan.

Hoofdstuk 5 karakteriseert de refractaire eigenschappen van ANF's die ten grondslag liggen aan de S-eCAP en L-eCAP en test of de refractaire eigenschappen van kinderen verschillen van die van volwassenen. Ook wordt onderzocht of deze eigenschappen geassocieerd zijn met perceptie van spraakverstaan. Deze retrospectieve studie maakte gebruik van de opnames van refractaire herstelfuncties van 130 Hi-Focus Mid-Scala of 1J cochleaire implantaten (Advanced Bionics, Valencia, CA). We hebben aangetoond dat de auditieve vuurvaste eigenschappen van de S-eCAP en L-eCAP verschillend zijn. We ontdekten ook dat deze refractaire eigenschappen leeftijdsgebonden waren en mede dat kinderen significant kortere absolute refractaire perioden en grotere verzadigingsniveaus laten zien dan volwassenen. Bovendien werd een trend gevonden dat langzamer herstel van de S-eCAP geassocieerd was met een beter spraakverstaan. Het is dus de moeite waard om in de toekomst rekening te houden met de twee componenten van de eCAP bij het beoordelen van de klinische waarden van de auditieve refractaire eigenschappen.

Hoofdstuk 6 rapporteert een onderzoek waarin is onderzocht of de elektrode-impedantie en de toegangsweerstand kunnen worden gebruikt om translocatie van elektroden te detecteren met behulp van elektrische veld beeldvorming en welke metriek hiervoor het meest optimaal is. Een totaal van 100 proefpersonen die een HiRes90K cochleair implantaat met een Mid-Scala-elektrode ontvingen werden in deze studie opgenomen. De normale waarden van deze twee metingen werden geschat als de basislijnen van het implantaat dat zonder translocatie in het slakkenhuis werd geplaatst. De maximale afwijking van de elektrode-impedantie en de maximale afwijking van de toegangsweerstand van de respectieve basislijnen werden berekend als translocatiedetectoren. Het bleek dat beide metrieken op betrouwbare wijze translocaties kunnen detecteren. De toegangsweerstand had echter een aanzienlijk grotere nauwkeurigheid en detecteerde ook betrouwbaar de elektrode-locatie van translocaties. Deze middelen kunnen chirurgen na implantatie snel feedback geven waardoor zij hun chirurgische vaardigheden

kunnen verbeteren en uiteindelijk het optreden van translocaties kunnen verminderen. In de toekomst kunnen deze maatregelen het mogelijk maken om de elektrode-array tijdens het inbrengen in realtime te volgen en translocaties te helpen voorkomen.

Hoofdstuk 7 bevat een algemene bespreking van de resultaten en de belangrijkste conclusies van de onderzoeken die in dit proefschrift worden gepresenteerd. Bovendien worden de klinische implicaties van de bevindingen en de toekomstperspectieven in dit proefschrift besproken.