

Summary in Dutch

Sinds de introductie is de kennis over cochleaire implantatie (CI) snel toegenomen, hetgeen heeft geleid tot verbeterde uitkomsten en vervolgens uitgebreidere indicatie criteria voor patiënten met gehoorverlies. Bovendien zijn beslissingen binnen het CI zorgpad over het type elektrode, chirurgische benadering, en soorten intra-operatieve metingen in relatie tot intra-cochleaire processen complexer geworden. In dit proefschrift: *Imaging the cochlear Implant electrode position and related performance*, werd ultra-high-resolution computed tomography (UHR-CT) gebruikt als een instrument om het slakkenhuis, de elektrode positie en weefselreactie binnen het geïmplanteerde slakkenhuis te meten. Metingen werden gerelateerd aan klinische uitkomsten die het belangrijkst zijn voor CI patiënten als basis voor verdere gehoorverbetering met een CI.

Het proefschrift heeft twee delen. In het eerste deel werden chirurgische technieken en cochleair implantaat elektrode positie geassocieerde factoren onderzocht in relatie tot de prestaties van patiënten met een CI. Onderzochte elektrode positie factoren waren het type elektrode, de angulaire insertiediepte, de scalaire positie en de "wrapping factor" (gemiddelde afstand van elektrode tot modiolus). In het tweede deel werd de UHR-CT gebruikt om twee nieuwe methoden te ontwikkelen om factoren te beoordelen die mogelijk geassocieerd zijn met de CI prestaties: I) een methode om postoperatief de aanwezigheid van nieuw bot te meten rond de cochleaire implantaat elektrode, en II) een methode om automatisch de afmetingen van de menselijke cochlea te segmenteren en te meten, om de verschillen in slakkenhuis dimensies te onderzoeken en om zo elektrode selectie voor individuele patiënten te onderbouwen.

In deel I vonden we dat de beste spraakperceptie in rustige en rumoerige omstandigheden werd verkregen bij implantatie van een voorgebogen elektrode. Het ontwerp van de voorgebogen elektrode zorgt voor een kleinere wrapping factor dan die van de rechte elektrode. De gevonden superieure spraakperceptie met de voorgebogen elektrode lijken het best verklaard te kunnen worden door deze dichte positie bij de modiulus van de voorgebogen elektrode. We vonden geen effect van insertiediepte van de elektrode op de spraakperceptie, niet in de klinische trial (hoofdstuk 3), noch in een systematische review met dit als onderwerp (hoofdstuk 2). Bij de start van mijn proefschrift in 2017 was het algemeen geaccepteerd om rechte elektroden te gebruiken voor restgehoorbehoud, omdat werd aangenomen dat deze minder traumatisch waren dan voorgebogen elektroden die op dat moment beschikbaar waren. De studie beschreven in hoofdstuk 3 laat zien dat, achteraf gezien, deze keuze niet de juiste was om twee redenen: 1) In onze gegevens presteerde de voorgebogen elektrode beter dan de rechte elektrode op het gebied van spraakperceptie, en 2) de meeste deelnemers die geïmplanteerd waren met een rechte elektrode verloren tijdens de follow-up van onze studie ook hun restgehoor (gemiddelde follow-up tijd 3,8 jaar; SD 1,7; range 1,2-7,7 jaar). Door de uitkomsten van deze studies zijn we in het Radboudumc, ook bij patiënten met restgehoor voornamelijk voorgebogen elektrodes gaan plaatsen omdat deze de beste resultaten geven.

In hoofdstuk 4 wordt de studie naar de smalle perimodiolaire elektrode (SPE) beschreven. De PE is een dunne voorgevormde elektrode die in 2016 werd geïntroduceerd en aanvankelijk werd geïmplanteerd via een cochleostomie benadering. Deze elektrode is ontwikkeld om twee

elektrode-eigenschappen, namelijk hypotraumatisch en voorgebogen, te combineren. Twee factoren die bij oudere generatie elektroden niet met elkaar verenigbaar bleken te zijn. Onze studie toonde aan dat de SPE, eenmaal correct gepositioneerd in de scala tympani, een goed behoud van het restgehoor biedt. Echter, bij meer dan een derde van de deelnemers (36%) werd een translocatie gevonden op CT beelden. Bij deze deelnemers bevond de gehele elektrode zich in de scala vestibuli, wat suggereert dat de translocatie plaatsvond bij of direct na de cochleostomie. Deze cochleostomie-geassocieerde translocaties waren nadelig voor het restgehoor, aangezien het verlies vier keer hoger was dan bij deelnemers met een scala tympani positie. Door de uitkomsten van deze studie zijn we in het Radboudumc, de voorgebogen elektrodes gaan plaatsen via een ronde venster benadering in plaats van de cochleostomie. Bovendien versterkte deze studie het inzicht dat een SPE een risico van tip-fold over met zich meebrengt, wat de noodzaak onderstreept van intra-operatieve controle van de positie voor deze elektrode.

In deel 2 van dit proefschrift hebben we onderzocht hoe twee nieuwe toepassingen van Ultra-Hoge Resolutie CT beeldvorming (UHR-CT) de CI zorg verder zouden kunnen verbeteren. Ten eerste toonden we aan dat in vivo detectie van weefselreactie in de nabijheid van de cochleaire implant elektrode, in het bijzonder nieuwe botvorming (NBF), mogelijk is (Hoofdstuk 5). Er was een sterke betrouwbaarheid tussen twee radiologen (86%) bij het scoren van NBF, en het bleek dat de meeste CI patiënten (68%) NBF zullen ontwikkelen na cochleaire implantatie. Deze NBF was overwegend gelokaliseerd in het basale gebied van het slakkenhuis (92% van de NBF gelokaliseerd naast de tien meest basale elektroden contacten).

NBF werd vaker waargenomen bij patiënten met een langere follow-up tijd. Chirurgische parameters die als traumatischer worden beschouwd (Scala Vestibuli positie / Translocatie, voorgevormde elektrode (vorige generatie ten opzichte van de SPE), en Cochleostomie) lijken geassocieerd te zijn met een verhoogd risico op het ontwikkelen van NBF. Deze chirurgische factoren waren echter ook gecorreleerd met een langere follow-up tijd door de opzet van de studie. Daarom kon geen op statistisch bewijs gebaseerde conclusie worden getrokken over welke chirurgische factoren het risico op NBF verhogen. Er was een negatief effect van NBF op restgehoor, aangezien deelnemers met NBF een groter verlies van restgehoor op lange termijn hadden (gemiddeld absoluut verschil in PTA vóór en na de operatie van 22,9dB) vergeleken met deelnemers zonder NBF (gemiddeld absoluut verschil in PTA vóór en na de operatie van 8,6dB). In deze analyse was de follow-up tijd niet verschillend tussen de groepen en was het verlies in de NBF groep ook significant hoger dan het natuurlijke gehoorverlies van het contralaterale oor. Dit betekent dat het de ontwikkeling van NBF ongunstig is voor het behoud van het restgehoor op lange termijn.

De tweede toepassing van UHR-CT beeldvorming toonde aan dat automatische en succesvolle segmentatie en analyse van het slakkenhuis met behulp van UHR-CT beelden resulteert in nauwkeurige geautomatiseerde metingen van de anatomische dimensies van het slakkenhuis (Hoofdstuk 6). Gezien de grote variatie in cochleaire grootte gevonden in ons patiënten cohort (variërend tussen 0,10 en 0,28 ml (volume), 1,3 en 2,5 mm (basale diameter), en 27,7 en 40,1 mm (Cochlear Duct Length), kan deze geautomatiseerde methode, na verdere

ontwikkeling, zijn toepassing vinden als een pre-operatief hulpmiddel in de toekomst cochleaire implantaat chirurgie. Dit verbetert mogelijk gepersonaliseerde implantatiestrategieën.

Conclusie

Door de multifactoriële aard van de huidige CI systemen, CI klinieken, en de variatie in CI patiënten, is onderzoek naar cochleaire implantatie complex maar ook lonend. Het implementeren van onderzoeksresultaten kan namelijk leiden tot een onmiddellijke verbetering van de spraakperceptie bij individuele patiënten. Wat de keuze van de elektroden betreft, hebben onze bevindingen in deze thesis geleid tot een voorkeur voor voorgebogen elektrodes bij volwassen patiënten met een normale anatomie van het slakkenhuis en bij mogelijk restgehoor.