

Gehoormechnica van de basilaire papilla van de kikker

R.L.M. Schoffelen

Dit proefschrift richt zich op de gehoormechnica in het binnenoor van de luipaardkikker en in het bijzonder op de mechanische response van het tectoriaal membraan (TM) in de basilaire papilla (BP) op akoestische stimulatie van het ovale venster. Evolutieonair is de BP homologoog aan het menselijke orgaan van Corti.

Het aantal eindorganen in het binnenoor varieert van zes tot negen tussen verschillende diersoorten; één of twee eindorganen worden exclusief gebruikt voor de detectie van geluid. De anatomie van het binnenoor varieert tussen de verschillende soorten, maar er zijn duidelijke overeenkomsten. Op functioneel gebied is het opvallend dat de frequentieselectiviteit in de verschillende gehoororganen sterke overeenkomst vertoont. Door het bestuderen van gehoororganen met een verscheidenheid aan anatomische en fysiologische eigenschappen, kan het inzicht in de relatie tussen vorm en functie in deze organen worden vergroot. Hiermee hopen we de bijdrage van verschillende substructuren aan het functioneren van het binnenoor te kunnen onderscheiden.

In het binnenoor van de kikker liggen twee eindorganen voor het detecteren van auditieve signalen: de amfibische papilla (AP) en de BP. Deze organen zijn bijzonder omdat ze geen basilaire membraan hebben; in andere gewervelden vormt dit een exibeel basis voor de haarcellen, in de kikker staan deze haarcellen in zogenaamd limbisch weefsel. Het laagfrequente deel van het auditieve bereik wordt in de AP gedetecteerd (~100-1000 Hz, in 'echte kikkers'), terwijl het hoogfrequente deel in de BP wordt geregistreerd (tussen ~1200 en 2500 Hz). De AP bestaat uit tonotopisch georganiseerde auditieve filters, die een frequentieselectiviteit hebben die vergelijkbaar is met die in andere gewervelden, waaronder zoogdieren. De BP daarentegen, functioneert als één, relatief breedbandig filter.

De twee auditieve eindorganen in het binnenoor van de kikker bestaan uit drie verschillende functionele zones: één in de BP en twee in de AP. De twee zones in de AP onderscheiden zich van elkaar op anat-

omisch gebied, met name haarbundeloriëntatie, en fysiologisch gebied, met name tuningmechanisme, en de aanwezigheid van spontane otoakoestische emissies.

Een gedetailleerde studie van de anatomie van de BP in de luipaardkikker leerde dat deze overeenstemde met dit orgaan in verwante soorten. Het TM in de BP heeft de vorm van een halve maan, en hangt over de haarcellen en is direct verbonden met een deel ervan. Gemiddeld bevatte de BP 76 haarcellen, van vier verschillende types.

Opnames van de mechanische respons op akoestische stimulatie toonden dat het TM nagenoeg rechtlijnig langs de haarcellen bewoog. De grootste TM-uitwijking vond plaats bij zijn verbinding met de haarbundels, terwijl de overstaande rand nauwelijks bewoog.

De maximale respons van het TM trad op bij een frequentie die overeenstemde met de neurale karakteristieke frequentie (2,2kHz). De scherpte van de mechanische tuning was eveneens vergelijkbaar was met die van het neurale signaal.

Bij een stimulusfrequentie van 2kHz hing de uitwijking van het TM lineair af van de uitwijking van het ovale venster tot een niveau van ongeveer 100dB SPL. Daarboven verzadigde de mechanische respons. De neurale respons van de afferente vezels die met de BP zijn verbonden, verzadigt echter al 20dB lager. Samenvattend is de BP van de kikker dus een klein en relatief eenvoudig gehoororgaan. Het TM beweegt rechtlijnig langs het epitheel. De frequentieselectiviteit van de neurale respons van de BP is gebaseerd op de mechanische respons van het TM, terwijl de bovengrens van de neurale activiteit wordt bepaald door de fysiologie van de haarcellen en/of de afferenten.

Dit onderzoek heeft een aanzienlijke bijdrage geleverd aan het completeren van het begrip van de werking van de BP. We verwachten dan ook dat deze resultaten uiteindelijk bijdragen aan een beter begrip van de bijdrage van de verschillende substructuren aan het functioneren van het menselijk gehoor.



Dr. Ir. R.L.M. Schoffelen,
KNO-arts, UMCG,
afdeling KNO,
BB21, Postbus 30001,
9700 RB Groningen

*Samenvatting van
het proefschrift
Auditory Mechanics
of the Frog Basilar
Papilla,
R.L.M. Schoffelen.
Verdedigd op
7 oktober 2009 te
Groningen.
Promotor:
Prof. dr. P. van Dijk*