

## Bij oorsuizen is de piep het signaal van een schattend brein

Willem Schoonen



© Meulendijks Nanne

De oorzaak van tinnitus zit niet in het gehoor, maar in de hersens. Dat inzicht, nu twintig jaar oud, leidde niet meteen tot een remedie. Want hoe werken de hersens precies? De wetenschap ontraadselt het stapje voor stapje.

De wetenschap begint er een vinger achter te krijgen, nu pas. Ondanks het enorme aantal patiënten – in Nederland bijna een miljoen – wordt er weinig onderzoek gedaan naar tinnitus. Een remedie die voor alle patiënten werkt, is nog niet gevonden. Maar de afgelopen tien jaar is de fundamentele kennis van tinnitus ingrijpend verbeterd, zegt Dirk De Ridder. De Vlaamse neurochirurg is een van de toonaangevende onderzoekers in het veld. De Ridder leidde eerder een tinnitus-onderzoeksgroep in het Academisch Ziekenhuis van Antwerpen. Hij is nu verbonden aan de universiteit van Otago in Nieuw-Zeeland en heeft een kliniek in Gent waar onder anderen tinnitus-patiënten worden behandeld.

“Een fundamentele doorbraak in de wetenschap van tinnitus hebben we te danken aan de briljante Columbiaanse neuroloog Rodolfo Llinás. Die publiceerde in 1999 een visionair artikel waarin hij duidelijk maakte dat de oorzaak van tinnitus niet moet worden gezocht in het gehoor, maar in de hersenen. Dat was eerder al bij dieren voorgesteld, maar Llinás was de eerste die dat opmerkte bij mensen, zonder dat hij heel veel klinisch bewijs had.”

De stelling van Llinás was dat als er door gehoorschade minder signalen doordringen, de betrokken hersendelen langzamer gaan werken. Er komt minder activiteit in de auditieve cortex of gehoorschors, om precies te zijn in de delen die horen bij de aangetaste geluidsfrequenties. In reactie op die verminderde activiteit gaan de omliggende neuronen in de auditieve cortex juist harder werken. Dat was zijn idee.

De Ridder: “Je krijgt in de hersenen een halo van verhoogde activiteit en die zou de oorzaak zijn van oorsuizen. Het was het eerste model waarin tinnitus meer was dan een gehoorstoornis. Ik stond op dat moment aan het begin van mijn promotieonderzoek in Antwerpen en ik wilde dit spoor volgen. Want als oorsuizen een kwestie was van overactiviteit in delen van de gehoorschors, dan moest je daar met magnetische of elektrische golven iets aan kunnen doen. We waren jong en ambitieus en dachten: dit gaat alle tinnituspatiënten helpen.”

### Rekenmachine

Dat bleek minder eenvoudig dan gedacht. Het implanteren van elektroden om delen van de gehoorschors bij te sturen, hielp sommige tinnituspatiënten, maar lang niet allemaal. De verklaring kwam tien jaar geleden, van de Duitse hersenwetenschapper Winfried Schlee, die duidelijk maakte dat het horen van een geluid dat er niet is niet kwam door een halo van activiteit in de gehoorschors, maar door een storing in een heel netwerk dat meerdere delen van de hersenen omspande.

Bovendien werd meer en meer duidelijk dat het brein geen statische rekenmachine is, maar een complex netwerk dat voortdurend verandert, dat zich kan aanpassen, maar ook kan ontsporen. Die wetenschap zette De Ridder op het spoor naar wat het Bayesiaanse brein wordt genoemd.

Het klassieke beeld, dat we van school hebben meegekregen, is dat van zintuigen die dingen waarnemen (geluid, licht, warmte, smaak) en die waarneming in zenuwprikkels naar de hersenen sturen, die de prikkels verwerkt. Het brein is hier een rekenmachine. Het beeld gaat terug tot de Griekse wijsgeer Plato, en kwam via kerkvader Augustinus en Verlichtingsfilosoof René Descartes op ons schoolbord. Aristoteles, de leerling van Plato, dacht er heel anders over. En zijn idee kwam via een andere kerkvader, Thomas van Aquino, uiteindelijk tot ontwikkeling in de moderne hersenwetenschap.

Dit idee is dat de hersenen niet een rekenmachine zijn die aan het werk wordt gezet door de zintuigen, maar omgekeerd: dat de hersenen een beeld van de werkelijkheid creëren en op zoek gaan naar informatie om dat beeld te bevestigen of ontcrachten.

De Ridder: “Onze zintuigen zijn geëvolueerd om de voorspelling die de hersenen hebben van de omgeving te bevestigen of te ontkennen. Je kunt dat spoor terugvolgen naar de allereerste dieren die iets van hersenen ontwikkelden. Als je zo naar de hersenen kijkt, dan is de uitgangssituatie, de nultoestand, een situatie waarin de hersenen een perceptie genereren, maar waarin er geen zintuiglijke waarneming is om die te corrigeren. Die toestand kennen wij als dromen. En het verklaart waarom mensen met tinnitus in hun dromen die piep of brom niet horen.”

Het brein is geen rekenmachine maar een voorspellingsmachine. En die wordt Bayesiaans genoemd, naar de Britse wetenschapper Thomas Bayes (1702-1761). Niet omdat Bayes groots inzicht had in de hersenen, maar omdat Bayes wiskundig had laten zien hoe je de toekomst kunt voorspellen met kennis van het verleden. En dat is wat het brein doet: op basis van eerdere gewaarwordingen voorspelt het hoe de werkelijkheid er uit ziet, en afhankelijk van het antwoord van de zintuigen stelt het die perceptie bij.

Het kan niet anders, zegt De Ridder: “Voor een gewaarwording tot ons bewustzijn is doorgedrongen ben je 300 milliseconden verder. Dat is veel te lang. Het brein móet wel voorspellen. We zouden anders niet kunnen autorijden, om maar iets te noemen.”

Met de voorspelling van het brein kunnen drie dingen gebeuren. Als die klopt met de gewaarwording, volgt er geen correctie. Blijkt door de zintuigen de werkelijkheid gunstiger dan gedacht, dan voelt dat als een beloning. Is de werkelijkheid slechter dan gedacht, dan is dat lijden. De Ridder: “Signalen van beloning en lijden komen uit twee verschillende delen van de hersenen. Die twee delen vind je in aanleg al bij de slijmprik, een vis met de meeste primitieve hersenvorm die we kennen.”

Een voorspelling die niet overeenkomt met de zintuiglijke waarneming, wordt bijgesteld. Dat kan in de hersenen op allerlei manieren gebeuren. En bij tinnitus zit hier het probleem. Stel iemand heeft gehoorschade opgelopen en hoort geluiden van 4000 hertz niet goed meer. Het brein verwacht die geluiden wel, omdat die deel uitmaken van zijn perceptie van de werkelijkheid. Omdat ze niet meer binnenkomen, gaan de hersenen dat signaal zelf maar genereren. Dit fantoomgeluid wordt vervolgens deel van de werkelijkheid die de hersenen percipiëren. Tinnitus.

### Trilharen

Het is een mooie theorie. Maar er zijn mensen die tinnitus hebben en geen gehoorschade. En er zijn mensen die gehoorschade hebben, maar geen tinnitus. Die twee groepen lijken niet te passen in dit model waarin de hersenen gaan invullen wat er niet meer is.

Klopt, zegt De Ridder. De verklaring voor de eerste groep is eenvoudig, want dat is meestal een technische kwestie. “Bij die mensen zie je geen gehoorschade als je een audiogram maakt. Maar dat betekent niet dat ze geen gehoorschade hebben. Die schade kan er zijn zonder dat die in een audiogram zichtbaar wordt.”

Een audiogram laat zien hoe de verschillende geluidsfrequenties doorkomen. Dat is afhankelijk van de trilharen in het slakkenhuis, een onderdeel van het binnenoor. Die haarcellen zijn allemaal afgestemd op specifieke frequenties. Maar als je een beschadiging hebt in de haarcellen voor 4000 hertz, gaan de burens die zijn afgesteld op 3000 en 5000 hertz iets van dat signaal van 4000 hertz oppikken. In het audiogram lijkt het dat alsof dat nog goed doorkomt, terwijl er in feite een beschadiging is, zegt De Ridder.

Een verklaring voor de tweede groep – mensen die wel gehoorschade hebben maar die geen tinnitus ontwikkelen – is lastiger, zegt De Ridder. “Als een signaal niet meer uit de werkelijkheid komt, zullen de hersenen dat zelf gaan invullen. Maar het brein kan de activiteit die het zelf genereert ook afremmen. Als dat goed gaat, krijg je blijkbaar geen tinnitus, ondanks de gehoorschade. We proberen nu te ontdekken hoe dat precies gaat.”

Het is de opstap naar wat De Ridder de balanstheorie noemt en die niet alleen tinnitus kan verklaren, maar ook neuropathische pijnen, pijnen zonder duidelijke fysieke oorzaak. De theorie volgt de verschillende sporen die een pijn of een geluid in de hersenen trekt. Omwille van de eenvoud laten we hier de betrokken hersendelen weg, en tekenen alleen het schema. Het eerste spoor leidt naar de gewaarwording van de pijn of het geluid. Het tweede spoor leidt naar de appreciatie, het toekennen van een emotionele waarde aan het signaal. Het derde spoor zorgt voor de onderdrukking van het signaal. Dit laatste spoor zorgt ervoor dat we irrelevante achtergrondgeluiden niet eens opmerken.

Tinnitus is een onbalans tussen die drie sporen, zegt De Ridder. En alle vormen die we kennen passen in het model. Bij iemand die gehoorschade heeft, zal het ontbrekende geluid worden gegenereerd en als storend worden ervaren. Ook de onderdrukking zal toenemen. Doet die dat voldoende, dan zal de betrokkene geen tinnitus ontwikkelen. Schiet die onderdrukking tekort, dan ontstaat wel tinnitus. Heeft iemand geen aantoonbare gehoorschade, dan kan hij toch tinnitus ontwikkelen. Dat komt dan niet zozeer door een verhoging van het inkomende signaal, maar door het tekortschieten van het onderdrukkende spoor, zegt De Ridder.

Hardnekkig

Nu duidelijk is dat het brein geen stijve rekenmachine is, maar een dynamisch netwerk, dringt zich de vraag op waarom een kwaal als tinnitus zo hardnekkig kan zijn. Die soepele, plastische hersenen herstellen dat in mum van tijd, zou je denken.

Gebeurt ook vaak, zegt De Ridder. Maar dat tinnitus chronisch kan worden, past in het model van dat Bayesiaanse brein. Om ons in staat te stellen te overleven moet dat brein voortdurend voorspellingen doen over de werkelijkheid, die voorspelling bijstellen, en op basis van die kennis nieuwe voorspellingen doen.

“De bijgestelde werkelijkheid wordt de nieuwe voorspeller. Daarin kan een fantoompijn zitten, of een geluid dat er eigenlijk niet is. Als mensen hun tinnitus al jaren hebben, is die heel moeilijk nog te behandelen. Het geluid is dan deel geworden van hun werkelijkheid.”

### ***Een complete remedie voor tinnitus: eeuwig dromen***

*Dirk De Ridder leidt een kliniek in Gent, BRAI3N, waar tinnitus wordt behandeld, onder andere met neuromodulatie. Neuromodulatie betekent dat de hersenprocessen die de patiënt zijn kwaal bezorgen worden bijgestuurd. Denk niet dat De Ridder dit nu propageert als de oplossing voor alle tinnituspatiënt. Er is nu wel een groeiende wetenschappelijk basis voor neuromodulatie (zie hoofdverhaal), maar hij is de laatste om te roepen dat die altijd werkt.*

*Tinnitus heeft soms een duidelijke fysieke oorzaak, bijvoorbeeld een tumor of vaataandoening in de hersenen. Het wegnemen daarvan is de eerste optie. In de meeste gevallen is die fysieke oorzaak er niet. Die gevallen hebben mogelijk baat bij een psychologische training, zoals cognitieve gedragstherapie.*

*Aan de Universiteit Maastricht zijn onder leiding van klinisch psychologe Rilana Cima de afgelopen jaren bemoedigende resultaten geboekt met een training waarin tinnituspatiënten worden geconfronteerd met wat ze het meest storend of beangstigend vinden. Voor veel patiënten is dat stilte. Het is als mensen met vlieg angst in een vliegtuig simulator zetten.*

*Klassiek is inmiddels de Tinnitus Retraining Therapy ontwikkeld door de Poolse neuroloog Pawel Jastreboff. Die combineert een psychologische training met het aanbieden van een afwijkend geluid, om de kringloop van piep en angst in de hersenen te doorbreken. Resultaten zijn wisselend. De psychologische therapieën werken vooral in op het hersenspoor waarin aan het geluid een emotionele waarde wordt gehecht. Ook yoga en meditatie kunnen daar effect hebben.*

*Patiënten die hiermee niet zijn geholpen, kunnen verbetering krijgen door neuromodulatie. Neuromodulatie is het rechtstreeks beïnvloeden van de processen in de hersenen. Dat kan door het implanteren van elektroden, maar ook met elektrische of magnetische golven op de buitenkant van de schedel. Een bijzondere vorm is de neurofeedback, waarin de patiënt leert zijn eigen*

*hersenenprocessen te beïnvloeden doordat hij op een scherm ziet hoe zijn EEG verandert, de meting van activiteit in zijn hersenen. Ook neuromodulatie zal niet alle tinnituspatiënten gaan helpen, zegt De Ridder: “Hooguit de helft. En de patiënten bij wie wij succes hebben, zijn het geluid niet altijd kwijt. Sommigen wel, anderen horen het nog steeds maar hebben er minder last van.”*

*De enige echte remedie voor tinnitus, zegt De Ridder, is eigenlijk geen remedie, maar een terugkeer naar de uitgangssituatie, de situatie waarin het brein niet wordt geconfronteerd met een werkelijkheid. Dromen dus.*