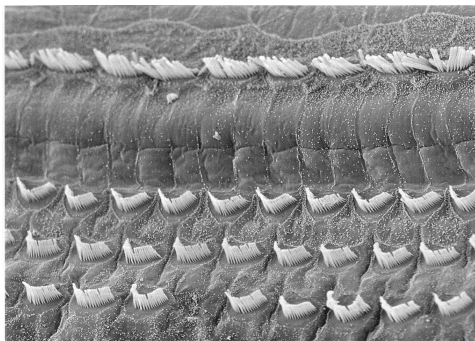


Effecten van de lawaai blootstelling gemeten met otoakoestische emissies

1. **Context**

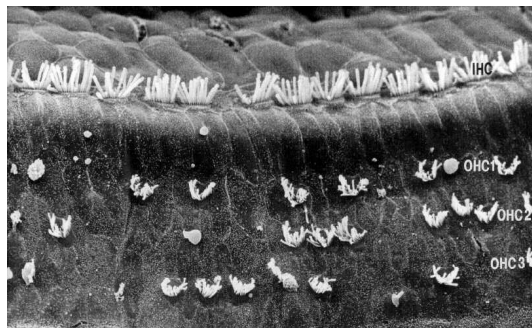
- a. Ieder geluid wordt waargenomen door zenuwcellen in het binnenoor. Deze zenuwcellen of haarcellen zijn in vier rijen georganiseerd en iedere groep zenuwcellen registreert bepaalde tonen tussen 20 Hertz en, in de praktijk, 12000 Hertz (Foto 1).
- b. De wisselwerking tussen de drie buitenste rijen haarcellen (outer hair cells (OHC)) en de vierde binnenste rij haarcellen zorgt ervoor dat het geluid wordt omgezet in elektrische impulsen. Deze elektrische impulsen worden doorgegeven via de zenuwbanen naar de hersenen, waar het geluid wordt 'gehoord'.



kHz 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5

Foto 1

Beeld van gezonde zenuwcellen in het binnenoor



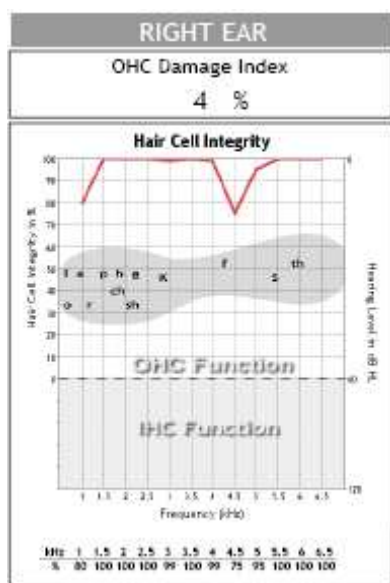
kHz 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5

Foto 2

Beeld van beschadigde haarcellen in het binnenoor.

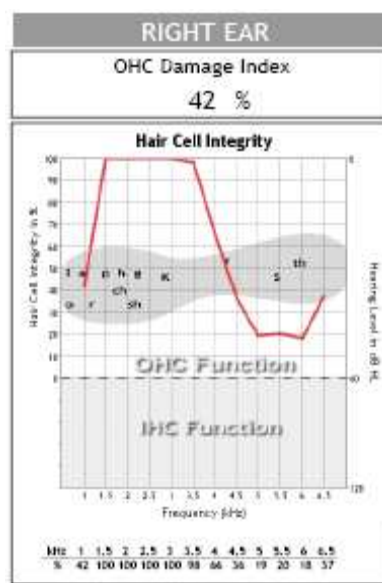
De zenuwcellen zijn toonaafhankelijk (1 kHz-6,5 kHz)

- c. Met otoakoestische emissies (OAE) wordt de toestand van de drie buitenste rijen zenuw- of haarcellen tussen 1000 en 6500 Hertz in het binnenoor gemeten. Men spreekt in dit onderzoek over de integriteit van de zenuwcellen (HCI : *hair cell integrity*). Een HCI van 100 % betekent geen schade aan de haarcellen en een HCI van 0 % betekent dat de toon niet kan worden versterkt en dat de haarcellen niet meer functioneel zijn.
- d. Het resultaat wordt voorgesteld op een grafiek dat OAE-gram wordt genoemd. De grafieken 1 en 2 zijn een voorstelling van een OAE-gram van een rechteroor ZONDER (OAE-gram 1) en MET schade (OAE-gram 2) aan de drie buitenste rijen haarcellen.



OAE gram 1

Resultaat van een gehoorstest zonder schade aan de zenuwcellen. Een minimaal verlies van 20 % voor de toon 4500 Hertz wordt toch geregistreerd.



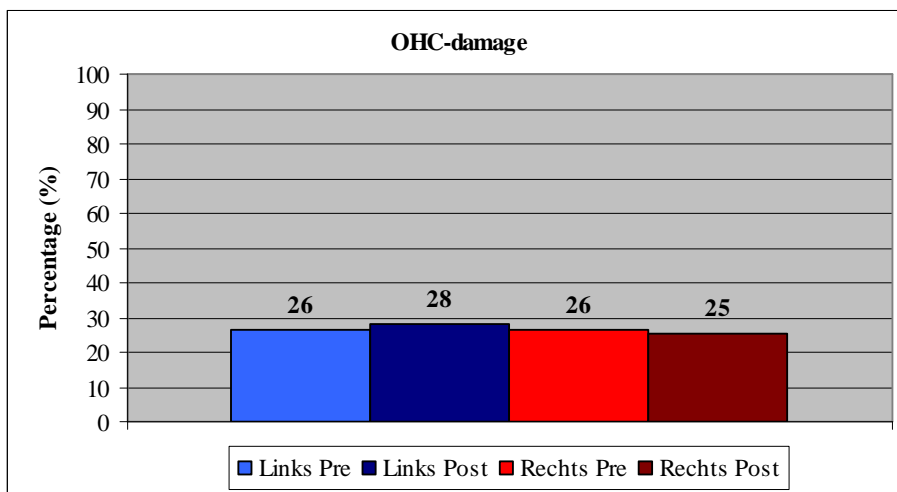
OAE gram 2

Resultaat van een gehoorstest met schade aan de zenuwcellen rond 3000-6500 Hertz. De schade loopt op tot 80 %.

- e. Om een globaal beeld te krijgen van de totale schade aan de drie buitenste rijen haarcellen berekent het programma één index dat *OHC Damage Index* wordt genoemd en bovenaan het OAE-gram wordt weergegeven.
- f. De test met otoakoestische emissies is veel gevoeliger dan het klassieke audiogram en kan gebruikt worden om sneller de mogelijke effecten van een lawaai blootstelling op te sporen.

2. Resultaten

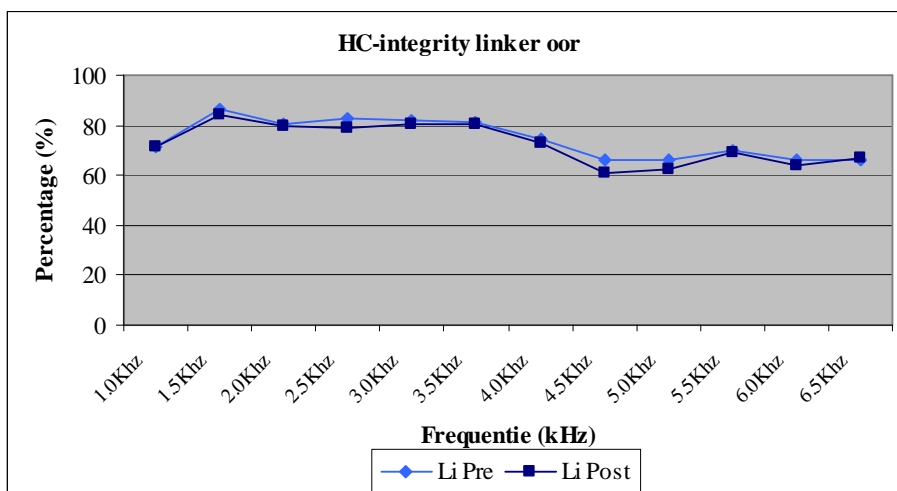
- a. Gehoormetingen werden uitgevoerd door de audiologe VOOR en NA de opleiding CBOS Mar 09-Jun 09 (19 Mil), CBOS Apr 09-Jul 09 (15 Mil) en CIBE Jun 09-Okt 09 (13 Mil).
- b. 81 personen hebben deelgenomen aan de gehoormetingen. Bij ieder individu werd de toestand van de drie buitenste rijen haarcellen van beide oren gemeten en vastgelegd in een OAE-gram. Uiteindelijk hebben 66 personen aan beide gehoormetingen (VOOR en NA de opleiding) deelgenomen. Bij ieder individu werd de toestand van de drie buitenste rijen zenuwcellen van beide oren gemeten en vastgelegd in een OAE-gram.
- c. Voor een meer correcte statistische studie van de OAE-grammen werd geen rekening gehouden met de personen waarbij een middenoorprobleem werd vastgesteld, door bijvoorbeeld een verkoudheid. Bij middenoorproblemen krijgt men immers een foutieve weergave van de toestand van de zenuwcellen in het binnenoor. Om dergelijke problemen vast te stellen wordt een tympanogram afgenomen voor de gehoormeting. Uiteindelijk hebben we 47 personen weerhouden voor de statistische studie.
- d. Statistische studies gebeuren op het niveau van de oren en niet van de personen. Hierdoor spreekt men over het aantal linker- en rechteroren. De impact op de 2 oren bij éénzelfde individu kan immers verschillen.
- e. De gemiddelde OHC Damage Index voor de 47 linker- en rechteroren VOOR en NA de basisopleiding worden voorgesteld in grafiek 1.



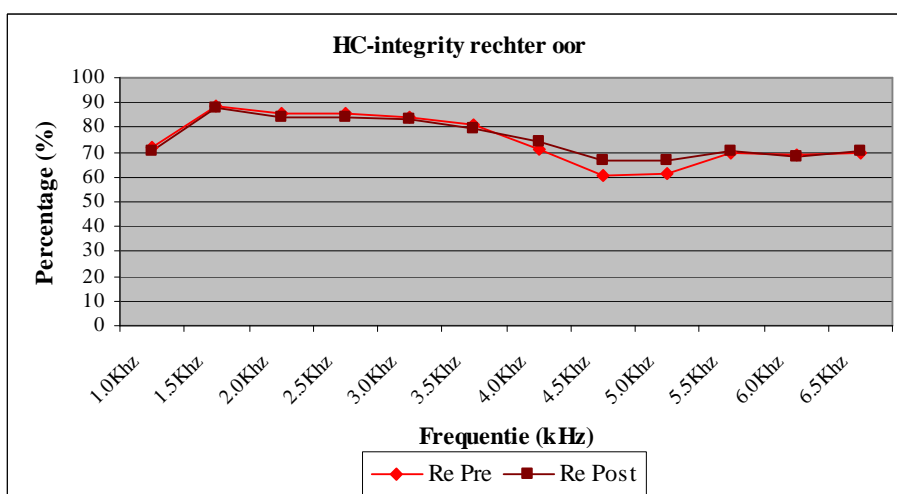
Grafiek 1 : gemiddelde schade aan het binnenoor van linker- en rechteroor bij 47 personen VOOR en NA de basisopleiding

- f. Grafiek 1 toont aan dat er gemiddeld bij 47 personen geen significante bijkomende schade aan het binnenoor wordt vastgesteld door de lawaai blootstelling van drie maanden.
- g. Een bijkomende significantie-test (t-test) uit de statistiek toont dit ook aan : de t-test geeft een waarde van 0,53 (er is een significant verschil wanneer deze waarde kleiner is dan 0,05).

- h. De gemiddelde integriteit (HCI *hair cell integrity*) van de buitenste rijen haarcellen in 47 linker- en rechteroren zijn hernomen in grafieken 2.a. en 2.b.



Grafiek 2.a. : integriteit van de haarcellen per frequentie [1000 Hertz – 6500 Hertz]
100 % = geen schade – 50 % = 50 % schade



Grafiek 2.b. : integriteit van de haarcellen per frequentie [1000 Hertz – 6500 Hertz]
100 % = geen schade – 50 % = 50 % schade

- i. De zone die het meest gevoelig is voor een lawaaiblootstelling en waar het eerst tijdelijke schade optreedt [3000 Hertz – 6000 Hertz], wordt meer in detail geanalyseerd bij de 47 linker- en rechteroren. Onderstaande tabel geeft het percentage van het aantal oren :

- (1) waar een verbetering wordt vastgesteld;
- (2) die een stabiel beeld geven (d.i. geen merkbaar verschil groter dan 10 %);
- (3) waarbij meer dan 10 % schade wordt vastgesteld.

De ontwikkelaar van het programma stelt dat een verschil van 10% of meer tussen twee metingen, wijst op een verandering ter hoogte van de buitenste rijen haarcellen.

<i>Hair Cell Integrity (HCI)</i>	NA – VOOR opleiding							
		3,0 kHz	3,5 kHz	4,0 kHz	4,5 kHz	5,0 kHz	5,5 kHz	6,0 kHz
Toestand binnenoer								
(1) verbetering	> 10 %	10	14	18	26	23	15	14
(2) stabiel	> -10 en < 10 %	74	67	68	56	53	68	62
(3) verslechtering	< -10 %	16	19	14	18	23	17	24

De bovenstaande tabel toont de toestand aan van de buitenste haarcellen op **individueel** niveau. Men merkt een verslechtering op bij 1/5 van de populatie, vermoedelijk ten gevolge van een langdurige lawaaiblootstelling. Men kan echter geen conclusies trekken of dit een tijdelijke of permanente slechthorendheid betreft. Een permanent gehoorverlies kan immers bepaald worden door een bevestiging van deze test na een bepaalde tijd.

Bij een aantal militairen werd een verbetering vastgesteld. Dit kan verklaard worden door de aanwezigheid van een tijdelijk gehoorverlies tijdens het onderzoek VOOR de zending. Een tijdelijk gehoorverlies herstelt zich indien een periode van stilte is ingebouwd.

- j. Op die gegevens werd eveneens de **t-test** uitgevoerd. Met deze statistische test tracht men na te gaan of er een significant verschil gevonden kan worden tussen de resultaten VOOR en NA de basisopleiding voor de gehele **groep**. De waardes vindt men in onderstaande tabel. Er is een significant verschil tussen de toestand VOOR en NA indien deze waarde kleiner is dan 0,05.

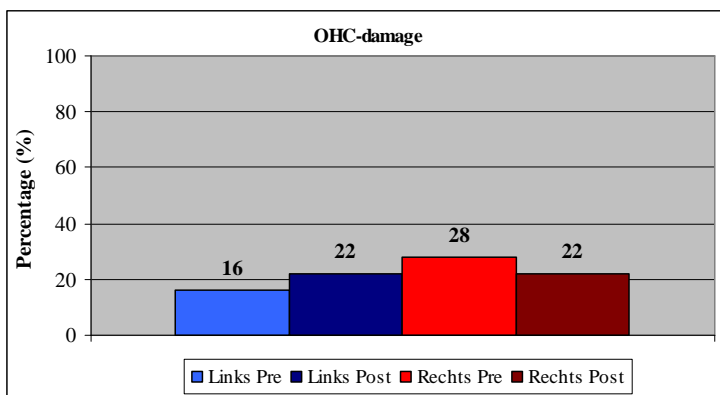
significant	3,0 kHz	3,5 kHz	4,0 kHz	4,5 kHz	5,0 kHz	5,5 kHz	6,0 kHz
< 0,05	0,391	0,396	0,471	0,989	0,591	0,969	0,277

Op groepsniveau worden er geen significante verschillen vastgesteld voor de frequentie tussen 3000 en 6000 Hertz. Dit wordt ook vastgesteld op de grafieken 2.a. en 2.b., waar de curven VOOR en NA quasi op elkaar liggen.

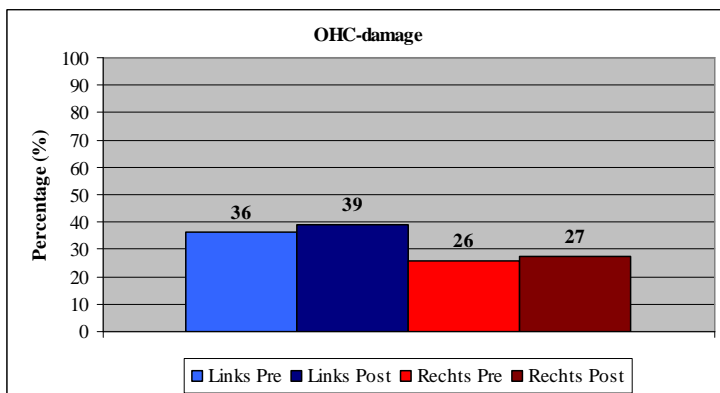
- k. Men merkt op dat de studiegroep klein (47) is, waardoor de resultaten in vraag kunnen gesteld worden. Men stelt dan ook voor om deze gehoortest in 2010 te herhalen bij gelijkaardige basisopleidingen CBOS en CIBE.

3. **Onderverdeling per lichting**

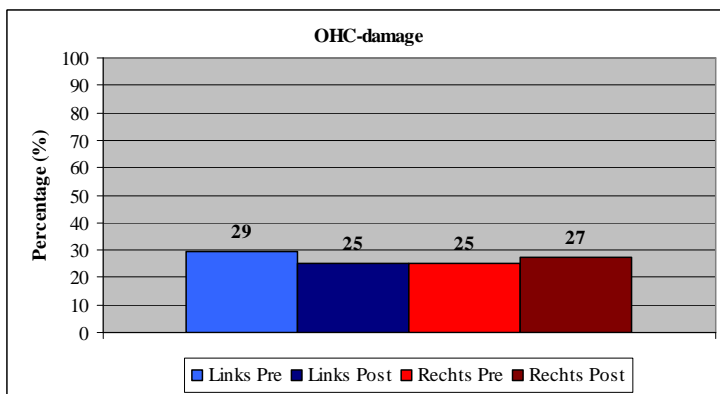
- a. Men heeft de bekomen gegevens ook geanalyseerd per lichting :
CBOS Mar 09-Jun 09 (19 Mil), CBOS Apr 09-Jul 09 (15 Mil), CIBE Jun 09-Okt 09 (13 Mil).
- b. De gemiddelde OHC Damage Index van de drie lichtingen is weergegeven in de grafieken 3.a., 3.b., 3.c.



Grafiek 3.a. : gemiddelde schade aan het binnenoor van linker- en rechteroor VOOR en NA de basisopleiding CBOS Mar-Jun 09



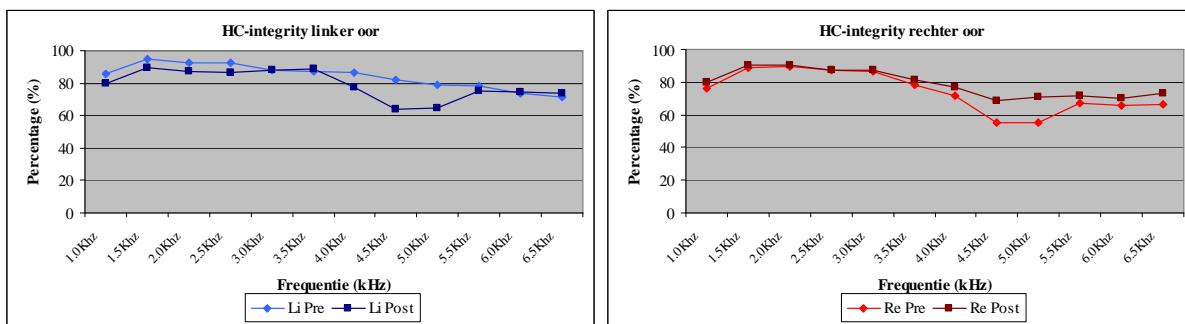
Grafiek 3.b. : gemiddelde schade aan het binnenoor van linker- en rechteroor VOOR en NA de basisopleiding CBOS Apr-Jul 09



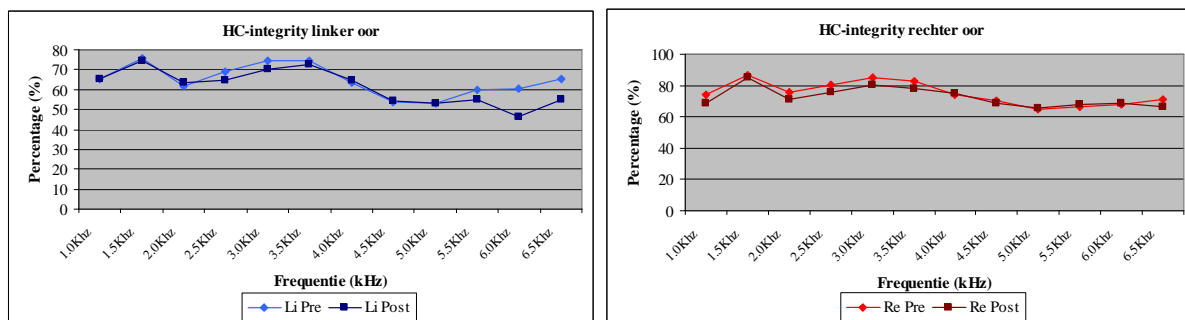
Grafiek 3.c. : gemiddelde schade aan het binnenoor van linker- en rechteroor VOOR en NA de basisopleiding CIBE Jun-Okt 09

- c. Op de grafieken 3.a., 3.b. en 3.c. merkt men nauwelijks een toename van de schade aan de buitenste haarcellen voor de drie lichtingen. Een gemiddelde verslechtering van de OHC-damage van 10 % wordt als significant gezien en hier niet vastgesteld.

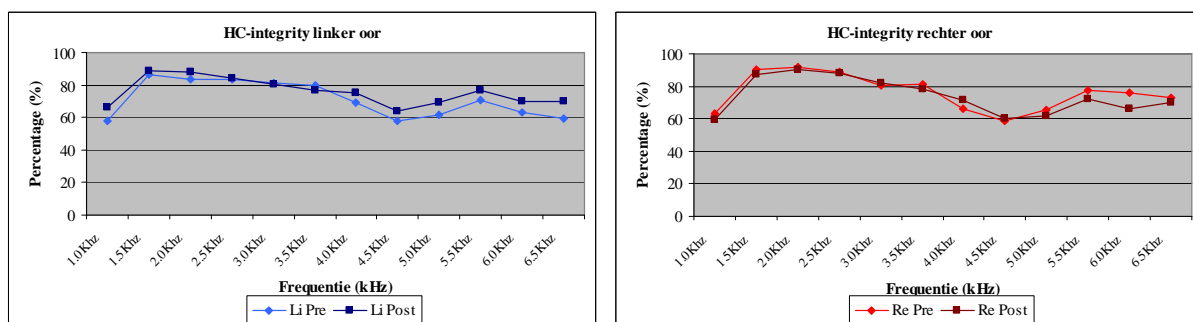
- d. De gemiddelde HCI *HairCell Integrity* [1000 Hertz – 6500 Hertz] per lichte vindt men in grafieken 4.a., 4.b. en 4.c.



Grafiek 4.a. : CBOS Mar 09-Jun 09 (19 Mil)



Grafiek 4.b. : CBOS Apr 09-Jul 09 (15 Mil)



Grafiek 4.c. : CIBE Jun 09-Okt 09 (13 Mil)

4. **Besluiten**

- De basisopleiding van drie maand te LEOPOLDSBURG en ARLON heeft gemiddeld niet bijgedragen tot een bijkomende gehoorschade in het binnenoer.
- Omdat het onderzochte aantal personen te laag is voor correcte besluiten met de gebruikte statistische test-methode, beveelt men aan om de test opnieuw uit te voeren bij vier basisopleidingen in 2010.