



18 AUGUSTUS 2015

WETENSCHAPPELIJKE ONDERBOUW: TIJDIGE DETECTIE
VAN LAWAAISCHADE.

VLAAMSE WETENSCHAPPELIJKE VERENIGING VOOR
JEUGDGEZONDHEIDSZORG

KAREL HOPPENBROUWERS - CÉCILE GUÉRIN - KATELIJNE VAN HOECK

WETENSCHAPPELIJKE ONDERBOUW

TIJDIGE DETECTIE VAN LAWAAISCHADE.

Inhoud

1	Inleiding.....	2
2	Gehoorverlies door lawaai	3
3	Epidemiologie	6
4	Therapeutische mogelijkheden voor lawaai geïnduceerd gehoorverlies.....	7
5	Waarom detectie van lawaai geïnduceerd gehoorverlies bij adolescenten?.....	7
6	Spraak in Ruis-test	8
6.1	Kenmerken van de SPIN-test	8
6.2	Haalbaarheid van de SPIN-test bij 10 tot 13-jarigen	9
6.3	De praktijktoets van de SPIN-test in de CLB	10
6.4	Het materiaal	10
7	De verwijscriteria voor de CLB-praktijk	12

1 Inleiding

De Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg (VWVJ) ontwikkelt in opdracht van de Vlaamse minister van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin standaarden voor een kwaliteitsvolle uitvoering van preventieve jeugdgezondheidszorg in de centra voor leerlingenbegeleiding (CLB).

De standaard 'Gehoor' is een handleiding voor de systematische opsporing van gehoorstoornissen bij schoolgaande kinderen door CLB-medewerkers. Deze standaard bundelt niet alleen de beschikbare informatie voor de wetenschappelijke onderbouw van het programma, maar biedt ook richtlijnen voor een correcte uitvoering.

De kerndoelen van de standaard 'Gehoor' zijn:

1. De tijdige detectie van congenitaal en/of progressief neurosensorieel gehoorverlies bij jonge kinderen
2. De detectie van gehoorverlies bij kinderen met een ontwikkelingsrisico
3. De tijdige detectie van lawaaischade is de 3e doelstelling van de standaard gehoor.

Voorliggend document levert wetenschappelijke argumenten voor zowel de derde doelstelling van de standaard als voor de wijze waarop deze doelstelling kan worden gerealiseerd.

Langdurige blootstelling aan intens lawaai kan tot gehoorschade leiden. Dit is uitgebreid aangetoond voor lawaai in de werkomgeving van volwassenen. Er is echter ook een grote bezorgdheid over het potentieel schadelijk effect van langdurige blootstelling aan lawaai in de vrije tijd door het veralgemeende gebruik van draagbare muziekspelers door kinderen en adolescenten, waarbij het geluid via oortjes of een koptelefoon rechtstreeks het trommelvlies en het binnenoor bereikt. Karakteristiek aan lawaaischade is dat er aanvankelijk gehoorverlies is op de hoge frequenties (3000, 4000 en 6000 Hz) waarna de schade zich uitbreidt naar de naburige en dus ook lagere frequenties.

Van jongeren met minimaal gehoorverlies is vastgesteld dat ze meer kans maken op gedragsproblemen en leerachterstand. Lawaaislechthorendheid in een klas met veel geroezemoes, leidt onvermijdelijk bij de getroffen leerling tot vermoeidheid en psychologische stress (1, 2).

De systematische opsporing van gehoorstoornissen bij kinderen en jongeren is een onderdeel van de periodieke medische consulten die door de centra voor leerlingenbegeleiding (CLB) worden georganiseerd. Tot vandaag is het doel van het gehooronderzoek de detectie van aangeboren progressief neurosensorieel gehoorverlies. In het licht van de hoger beschreven trend en onderbouwd door wetenschappelijke argumenten, worden in het nieuwe ontwerp van aanbeveling voor het gehooronderzoek in de CLB de doelstellingen van het gehooronderzoek bijgestuurd. Bij kinderen vanaf 10 jaar zal de focus liggen op de tijdige detectie van gehoorverlies door blootstelling aan lawaai. Samen met gezondheidsbevorderende interventies en acties op school, maakt de tijdige detectie van lawaaischade deel uit van het preventief gezondheidsbeleid van de CLB.

2 Gehoorverlies door lawaai

The International Classification of Diseases (ICD-10) definieert de effecten van lawaai op het binnenoor als (1):

- Akoestisch trauma
- Lawaaiëinduceerd gehoorverlies.

De US National Institutes of Health stelt dat blootstelling aan een geluidsniveau van 85 dB(A) gedurende 8 uur per dag mogelijks schadelijk is en na verschillende jaren een permanent gehoorverlies tot gevolg kan hebben (1, 3). Er zijn grote interindividuele verschillen in de gevoeligheid voor gehoorverlies door lawaai-blootstelling, afhankelijk van leeftijd, gebruik van ototoxische medicatie, het voorkomen van reeds bestaand gehoorverlies en genetische factoren.

Het lawaaiëinduceerd gehoorverlies is het gevolg van schade aan de buitenste haarcellen in het orgaan van Corti, gelegen in het binnenoor¹. Door schade aan de stereocilia wordt de elektromechanische omzetting van een drukgolf in een elektrische potentiaal verstoord. Daarom is gehoorverlies door lawaaischade van het perceptieve of neurosensoriële type.

Akoestisch trauma

Hier is er sprake van een acute aantasting van het gehoor ten gevolge van een éénmalige blootstelling aan een zeer hoog intensiteitsniveau, zoals een explosie, vuurwerk of gewerschoten (3). Blootstelling aan dergelijk geluidsniveau heeft frequent een totale of partiële destructie van het orgaan van Corti tot gevolg. Bovendien veroorzaakt dit ook vaak een traumatische trommelvliesperforatie en een onderbreking van de gehoorbeentjesketen. Het gehoorverlies is vrijwel altijd permanent en aanwezig over de hele frequentieschaal.

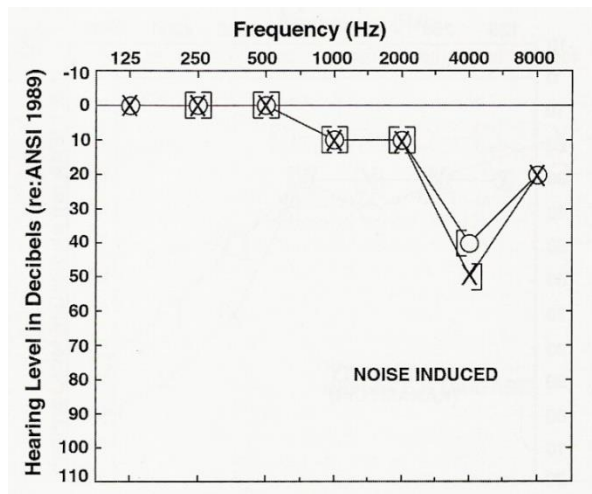
Lawaaiëinduceerd gehoorverlies

Deze progressieve gehoorschade wordt veroorzaakt door veelvuldige blootstelling aan lawaai en ontwikkelt zich langzaam. In een eerste fase is er een tijdelijke gehoordaling, die normaliseert na enkele minuten, uren of dagen na het stoppen van het lawaai. Dit wordt bijvoorbeeld waargenomen direct na een discotheekbezoek en gaat vaak gepaard met oorsuizen. Men spreekt van een tijdelijke (gehoor)drempelverschuiving. In een volgende fase is de beschadiging onomkeerbaar. Het perceptief gehoorverlies blijft voorgoed aanwezig en ook het oorsuizen neemt niet meer af. Dit wordt een permanente (gehoor)drempelverschuiving genoemd. Chronische blootstelling aan lawaai zal initieel de buitenste haarcellen, vernietigen. Bij toenemende blootstelling (en schade) zullen ook de omgevende en uiteindelijk ook de binnenste haarcellen aangetast worden.

Het eerste teken van lawaaiëinduceerd gehoorverlies op een toonaudiogram is de karakteristieke lawaaidip of 'notch' (zie figuur 1) rond de frequenties van 3000, 4000 of 6000 Hz (4). Bij blijvende en intensieve blootstelling aan lawaai zullen de gehoordrempels op 3000, 4000 en 6000 Hz toenemen. Uiteindelijk zal het gehoorverlies uitbreiden naar de lage frequenties. Echter, wanneer de schade toonbaar is op een audiogram, is reeds 30-50% van de haarcellen beschadigd of vernietigd (3). De klassieke toonaudiometrie is met andere woorden niet gevoelig genoeg om de voortekenen van lawaaischade te detecteren. Een techniek als oto-akoestische-emissies (OAE) is daarentegen veel gevoeliger. Door rechtstreeks de gehoorschade ter hoogte van de haarcellen in de cochlea te meten, is de OAE in staat om zelfs geringe beschadiging aan het gehoor te detecteren, nog voor deze

¹ Voor meer informatie over de anatomie en fysiologie van het oor, zie een korte samenvatting 'anatomie en fysiologie van het (geh)oor' of <http://www.audiologieboek.nl/htm/hfd4/4-4-1.htm> voor uitgebreide informatie.

een afwijking geeft op het audiogram.



Figuur 1: Toonaudiogram bij lawaaitrauma (13)

Belangrijke gevolgen van lawaaischade zijn oorsuizen en de moeilijkheid om spraak te verstaan, voornamelijk in een rumoerige omgeving, en dit vaak nog voor er op een toonaudiogram een dip kan worden opgemeten. De klachten kunnen leiden tot vermoeidheid, angst en stress. Uiteindelijk zal de gehoorgestoorde persoon geneigd zijn om minder en minder deel te nemen aan het sociale leven.

Een jongere in een klas met veel geroezemoes zal de lessen niet goed meer kunnen volgen, met leerachterstand tot gevolg. Naast leerproblemen vertonen deze kinderen en jongeren ook meer gedragsproblemen en een lager zelfwaardergevoel (5)². Van de kinderen met minimaal sensorieel gehoorverlies dubbelt 37% minstens 1 schooljaar tijdens de schoolloopbaan.

Chronische blootstelling aan lawaai veroorzaakt ook psychologische stress met een daling van de werkefficiëntie, verhoging van de bloeddruk en de pols, slaapproblemen (3, 6). Deze effecten verdwijnen echter na het stoppen van de lawaai-overlast.

Terwijl het onderzoek van lawaai-geïnduceerd gehoorverlies zich oorspronkelijk vooral toespitste op lawaai in de werkomgeving bij volwassenen, is er de laatste decennia een toenemende bezorgdheid over de potentiële gehoorschade ten gevolge van blootstelling aan lawaai in de vrije tijd, niet alleen bij volwassenen maar ook bij jongeren (7-9). Met het op de markt komen en het gebruik op grote schaal van draagbare digitale muzikspelers (zoals MP3, iPod, spelletjes op de computer of gaming consoles), waarbij via koptelefoon of oortjes hoge geluidsniveaus langdurig en op een directe manier het trommelvlies en binnenoer kunnen bereiken, worden ook jonge kinderen en adolescenten in groeiende mate blootgesteld aan gehoorschade ten gevolge van lawaai.

De typische luisteraar heeft zijn volume ingesteld staan tussen 75 en 105 dB (6). In een doorsnee discotheek worden niveaus van 104 tot 112 dB opgemeten (6, 10). Slechts enkele minuten blootstelling aan deze geluidsniveaus is voldoende om bij gevoelige personen permanent gehoorverlies te veroorzaken, voornamelijk wanneer men zich dicht bij de geluidsbron (luidspreker) bevindt (10).

Of blootstelling aan lawaai bij een specifiek kind of jongere aanleiding geeft tot gehoorschade, wordt niet enkel bepaald door de duur en het volume van de blootstelling, maar ook door de mate waarin de betrokkene beschermende maatregelen neemt. Bovendien zouden individuele genetische en omgevingsfactoren 50% van

² Voor meer informatie over de impact van gehoordaling op de schoolloopbaan, zie 'Gehoortverlies en schoolprestaties'

de individuele schadevariantie kunnen verklaren (11, 12).

Niet wijzigbare risico- en beschermende factoren:

- Leeftijd: kinderen zijn niet gevoeliger voor lawaai dan volwassenen (6, 13). Bij gebruik van oortjes (waarmee men het oor afsluit) zal er echter sneller schade op jonge leeftijd optreden omdat de interne ruimte van het buitenoor kleiner is bij kinderen dan bij volwassenen.
- Geslacht: tussen de leeftijd van 10 en 20 jaar stelt men eerder bij mannen dan bij vrouwen een verlies vast op de hoge frequenties (3). Jongens zouden meer kans hebben op vroege tekens van gehoorverlies, waarschijnlijk door het type van activiteiten waaraan ze deelnemen (4)
- Ras: blanken zouden minder gevoelig zijn voor gehoorverlies (6)
- Gehoorschade: individuen die al gehoorschade hebben opgelopen zijn gevoeliger voor verdere schade door lawaai (13)

Wijzigbare risico- en beschermende factoren zijn:

- Het gebruik van gehoorbescherming. Kennis over de risico's van lawaai-blootstelling neemt niet alle drempels weg voor het dragen van gehoorprotectie (6, 10). Redenen hiervoor zijn het discomfort, de bezorgdheid over de veiligheid, het design, het gebrek aan kennis over lawaaislechthorendheid en druk vanuit de omgeving. Uit onderzoek blijkt dat tieners met een hogere socio-economische status meer waarschijnlijk gehoorbescherming zullen dragen en dat individuen die zichzelf tijdens hun vrije tijd aan lawaai blootstellen minder de noodzaak van het dragen van gehoorprotectie inzien (6). De Vlaamse cohorte-studie JOnG! haalt bepaalde sociaaleconomische verschillen in risicogedrag aan. Jongeren die opgroeien in een éénoudergezin, met laag opgeleide ouders, waarvan slechts één of geen van beiden betaald werk heeft, vertonen een significant grotere graad van blootstelling aan lawaai (vooral in termen van al dan niet onderbroken duur van blootstelling) dan hun leeftijdsgenoten uit tweoudergezinnen, met hoog opgeleide ouders, die beiden een betaalde job hebben (14). Een gelijkaardige trend werd vastgesteld door Vogel en collega's bij Nederlandse 12-19 jarigen. Jongeren die niet bij beide ouders wonen, luisteren significant vaker naar muziek aan een hoog volume dan hun leeftijdsgenoten uit tweoudergezinnen, en zij draaien ook vaker de volumeknop hoger na een tijd luisteren. De auteurs schrijven dit fenomeen toe aan een gebrek aan ouderlijk toezicht dat de facto moeilijker te realiseren is door een alleenstaande ouder (10).
- Roken versterkt het effect van lawaai op het binnenoor. Ook passief roken valt hieronder (6).
- Een goede lichamelijke conditie zorgt ervoor dat het binnenoor meer zuurstofrijk bloed krijgt, wat het gehoor versterkt (6). Er is een verband tussen een goede lichamelijke conditie en een korter tijdelijk gehoorverlies na lawaai-blootstelling.
- Dieet: lawaai-blootstelling kan schade berokkenen aan de binnenste haarcellen via processen gerelateerd aan vrije radicalen. Antioxidanten beschermen het lichaam tegen schade door vrije radicalen: vitamine A, C, E en Selenium. Antioxidanten helpen ook de gehoorschade na lawaai-blootstelling te verminderen (6). Mineralen zoals magnesium zouden een profylactisch effect hebben op lawaai-geïnduceerd gehoorverlies. Ook bij zink spreekt men van een profylactisch effect. Vitamine B9 (folaat) en B12 zouden een therapeutisch effect kunnen hebben.
- Comorbiditeit. Het lijden aan diabetes blijkt een risicofactor te zijn, ook op jongere leeftijd, via een verminderde doorbloeding van het binnenoor. Via een gelijkaardige pathogenese verhogen cardiovasculaire aandoeningen het risico op gehoorverlies.

3 Epidemiologie

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) stelde reeds in 1997 dat er in Westerse landen een groot gebrek is aan accurate gegevens op populatieniveau om de prevalentie en de oorzaken van doofheid en gehoorverlies in te schatten (1, 15). Hierin is sindsdien weinig verandering gekomen. In de literatuur variëren de cijfers van lawaaigeïnduceerd gehoorverlies bij adolescenten, afhankelijk van de populatie en bron, tussen 10 en 20%. Dit is meer dan waarschijnlijk anno 2015 een onderschatting, vermits de voorbije decennia een toename in de prevalentie van lawaaigeïnduceerd gehoorverlies in deze leeftijdsgroep werd vastgesteld (13). Enkele cijfers uit de literatuur:

- Eén op acht kinderen en tieners tussen 6 en 19 jaar heeft enige vorm van gehoorverlies (6, 16);
- De prevalentie van lawaaigeïnduceerd gehoorverlies bij kinderen en adolescenten neemt toe (6, 10, 15, 17, 18);
- 12,5% van alle kinderen in de US tussen de 6 en 19 jaar heeft lawaaigeïnduceerd gehoorverlies in één of beide oren (4);
- Men schat dat 11% van de totale populatie in de US en Europa 'at risk' is voor gehoorverlies ten gevolge van lawaai en dat 10% van de jonge mensen een verlies van 10dB op 3000 Hz in beide oren heeft na 10 jaar blootstelling aan versterkte muziek (17);
- Na 5 jaar blootstelling aan muziek door hoofdtelefoons heeft 5% van de tieners een hoogfrequent gehoorverlies (17);
- In een grootschalig onderzoek wordt de evolutie van gehoorverlies in het laatste decennium aangetoond op basis van audiometrieresultaten bij 12 tot 19-jarige US adolescenten (periode 1988-1994: n1=2928; periode 2005-2006: n2=1771). Hieruit blijkt dat de prevalentie van gehoorverlies (berekend als het gemiddeld verlies voor de frequenties 3, 4, 6 en 8 kHz) significant gestegen is tussen de twee cross-sectionele metingen van 14,9% naar 19,5% voor gehoorverlies groter dan 15 dB ($p=0.02$), van 11,4% naar 14,2% voor gehoorverlies tussen 15 en 25 dB (ns) en van 3,5% naar 5,3% voor gehoorverlies groter of gelijk aan 25 dB ($p=0.003$) (19, 20);
- In een Australische cross-sectionele studie bij 6581 kinderen van 7 tot 11 jaar was het risico op gehoorverlies met 70% gestegen bij de kinderen die aangaven gebruik te maken van een draagbare muzikspeler (OR=1.7, $p=0.05$) (21).

Voor Vlaanderen zijn er op dit moment geen epidemiologische gegevens beschikbaar over gehoorproblemen die gerelateerd zijn aan overmatige blootstelling aan geluid in het kader van de vrijetijdsbesteding (22). Hieronder enkele gegevens beschikbaar uit kleinschalig onderzoek:

- Uit een bevraging van 145 Vlaamse universiteitsstudenten blijkt dat 89,5% van hen een transiënte tinnitus na luide muziek ervaart en 14,8% permanente tinnitus heeft, terwijl slechts 11% gehoorbescherming draagt (23).

Wat de prevalentie van risicogedrag betreft, is een aantal recente epidemiologische gegevens voor Vlaanderen beschikbaar:

- Uit een onderzoek over 'Gehoorschade en luide muziek bij jongeren in Vlaanderen' van de Universiteit Antwerpen blijkt dat 14-18-jarige jongeren via draagbare muzikspelers in belangrijke mate bloot staan aan risico's voor lawaaischade. Acht op tien van de bevraagde jongeren maakt gebruik van draagbare audiospelers: 24% van hen luistert meer dan 15u per week en 45% van de jongeren haalt een geluidsintensiteit van 75 tot 100% van het maximumvolume. Ook de attitude van deze jongeren ten opzichte van de risico's van gehoorschade en de noodzaak van gehoorbescherming is verontrustend. Drie kwart ziet gehoorverlies niet als een probleem; ze maken weinig gebruik van gepaste gehoorbescherming, en 8 op 10 jongeren die vaak oorsuizen ervaren na luide muziek zijn niet geneigd naar aanleiding hiervan het volume van hun MP3-speler lager te zetten. Deze cijfers bevestigen de dringende nood aan sensibilisatie van de jongeren omtrent de risico's van (te) luide muziek (24, 25);
- In het kader van de eerder genoemde studie JONG! werd bij meer dan 1400 twaalfjarige jongeren,

woonachtig in 8 regio's verspreid over Vlaanderen, de attitude ten opzichte van risico's van lawaai, de blootstelling aan lawaai en het gebruik van gehoorbescherming in kaart gebracht (14). Op twaalfjarige leeftijd meldt bijna de helft (45,4%) een MP3-speler (of een andere draagbare muzikspeler) via hoofdtelefoon of oortjes te gebruiken, en twee op drie (67,3%) gebruikt op een of andere manier een hoofdtelefoon of oortjes bij het luisteren naar muziek of het 'gamen' op de computer. Een op tien (10,6%) van deze jongeren luistert wekelijks 7 uren of meer, en één op vijf (21,6%) zet de volumeknop van zijn muzikspeler courant op 60% of meer van het maximum. De proportie jongeren die op deze jonge leeftijd al hoog-risico luistergedrag vertoont (blootstelling \geq 7uur/week, aan een volume van 60% of meer) is nog beperkt tot 4,2%. Significante sociaaleconomisch bepaalde verschillen in het luistergedrag werden vastgesteld. Het gerapporteerde risicogedrag wordt niet of onvoldoende gecompenseerd door de gepaste attitude tegenover de risico's van lawaaischade of door het nemen van beschermende maatregelen. Slechts 15,2% van de ondervraagde jongeren vermeldt ooit gehoorbescherming te hebben gedragen.

4 Therapeutische mogelijkheden voor lawaai geïnduceerd gehoorverlies

Therapeutisch zijn er weinig mogelijkheden om lawaai geïnduceerd gehoorverlies te herstellen. Bij een acuut lawaaitrauma kan behandeling met corticosteroiden en hyperbare zuurstoftherapie binnen de 24 uur soms tot enig positief resultaat leiden. Men mag hiervan echter niet te veel verwachten (26).

Bij de behandeling van chronische tinnitus kunnen tricyclische antidepressiva tot een lichte verbetering leiden (12, 27). Voor de toepassing van akoestische maskering via een hoorapparaat wordt tot nu toe geen conclusieve evidentie voor een effect gevonden (geen meta-analyse mogelijk door grote diversiteit tussen de studies) (12, 28). Hoop is gevestigd op de toepassing van andere/ nieuwe technieken, zoals transcraniële magnetische stimulatie, maar deze bevinden zich nog in een experimenteel stadium (12).

Ook op vlak van de behandeling van (ernstige vormen van) chronische lawaaischade zijn er evoluties waar te nemen, zoals intratympanische therapie, cochleaire implantatie (klassiek versus hybrid) en genterapie, maar hieromtrent zijn er nog geen grootschalige evaluatiegegevens beschikbaar (23).

5 Waarom detectie van lawaai geïnduceerd gehoorverlies bij adolescenten?

Chronische lawaai blootstelling leidt in een eerste fase tot milde of matige gehoorschade, die door de betrokken jongere (nog) niet als gehoorverlies of onder de vorm van andere klachten wordt gesignaleerd (29). Bovendien spelen individuele genetische factoren en omgevingsfactoren een belangrijke rol in de mate van lawaai geïnduceerd gehoorverlies (11, 12). Tenslotte hebben individuen met reeds opgelopen gehoorschade een groter risico op verdere schade bij volgende blootstelling. Niettegenstaande de beperkte therapeutische mogelijkheden, pleiten deze argumenten ervoor om - naast primaire preventie via sensibilisering en gezondheidsbevordering - lawaai geïnduceerd gehoorverlies systematisch op te sporen bij jongeren, zodat gericht advies kan gegeven worden aan risico-jongeren met beginnende gehoorschade.

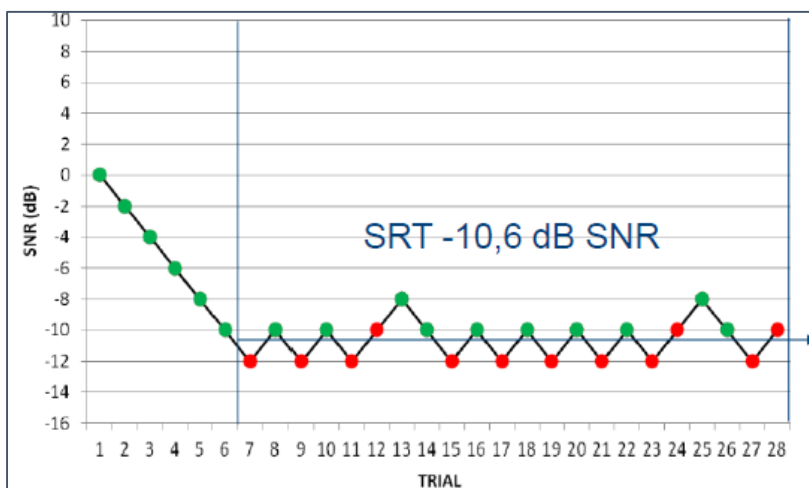
Hiernaast zijn initiatieven nodig om het gehoor, de graad en prevalentie van gehoorverlies, en de evoluties in de tijd bij jongeren te monitoren, onder meer door middel van een programma van gestandaardiseerde gehoormeting bij specifieke leeftijdscohortes. Dit kan een meerwaarde zijn van het aanbod preventieve gezondheidszorg van schoolgaande jongeren door de Centra voor leerlingenbegeleiding (CLB).

6 Spraak in Ruis-test

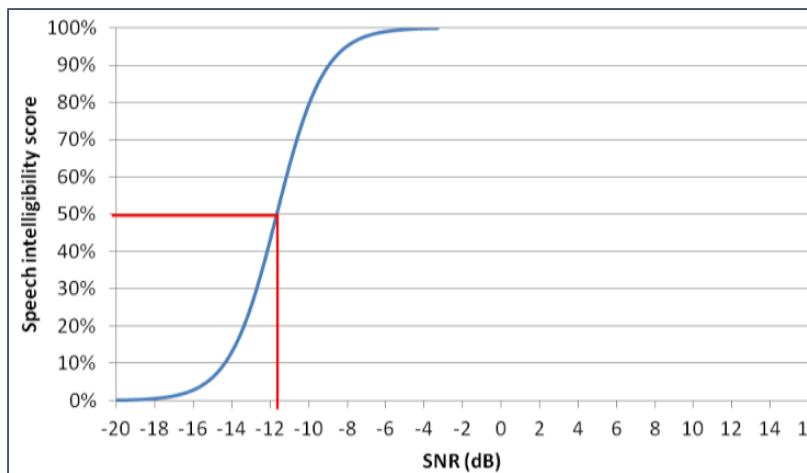
Tot op heden gebeurt het systematisch gehooronderzoek bij de hoger genoemde leeftijdsgroepen aan de hand van een toonaudiometrie. Eerder werd aangegeven dat toonaudiometrie geen geschikte methode is voor de vroegdetectie van gehoorverlies door lawaai. Bovendien zou er bij de drempelbepaling bijkomende testfrequenties (3000 en 6000 Hz) opgenomen moeten worden naast de standaard frequenties (500, 1000, 2000 en 4000 Hz) die op dit ogenblik in het audiometrisch onderzoek in de CLB worden toegepast. Hierdoor wordt de testtijd bij ieder te screenen kind met 50% verhoogd. Tenslotte is het noodzakelijk om reeds een verlies van 15 à 20 dB op te kunnen sporen. Hiervoor dient men de toonaudiometrie in een geluidsarme ruimte af te nemen. In de meeste CLB in Vlaanderen is dit echter niet mogelijk.

6.1 Kenmerken van de SPIN-test

De SPIN-test, afkorting van 'SPeech-In-Noise', is een test die het spraakverstaan in achtergrondgeluid meet. Het is een bovendrempelige test, waarbij spraaksignalen op een niveau tussen 50 en 70 dB Sound Pressure Level (SPL) aangeboden worden, tegelijkertijd met een gecontroleerd achtergrondgeluid van 65 dB SPL. Recent werd hiervan een automatische screeningversie via tablet ontwikkeld, waarbij de testpersoon telkens drie cijfers te horen krijgt via een hoofdtelefoon en deze zelf moet ingeven. Bij een juist antwoord (3 cijfers correct), wordt de volgende reeks van cijfers op een moeilijker (zachter) niveau aangeboden, bij een fout antwoord wordt de test weer iets gemakkelijker. Na een 20-tal aanbiedingen kan op die manier de spraakverstaansdrempel (SRT, speech reception threshold) worden bepaald (figuur 2). Dit is de signaal-ruis-verhouding (signal to noise ratio, SNR) waarbij 50% van de spraaksignalen (i.c. de driecijfercombinaties) wordt verstaan, uitgedrukt in dB SNR (figuur 3). Wanneer, bijvoorbeeld, het spraaksignaal op 60 dB SPL wordt aangeboden tegen een achtergrondruis van 65 dB SPL, spreekt men van een SNR van -5 dB SNR.



Figuur 2: De 'staircase' tekent het progressieve verloop van de responsen op de aangeboden spraaksignalen in de achtergrondruis van 65 dB SPL. De SRT (speech reception threshold) is het gemiddelde van de laatste 22 aanbiedingen, in dit voorbeeld -10,6 dB SNR (signal to noise ratio).



Figuur 3: De psychometrische curve tekent de relatie tussen de signaal-ruis-verhouding (x-as) versus het % van de aangeboden spraaksignalen (y-as) die correct werden verstaan. De SRT is de signaal-ruis-verhouding waarbij 50% van de spraaksignalen correct werd geïdentificeerd.

Uit onderzoek bij volwassenen is geweten dat deze SPIN-screeningstest een hogere precisie heeft dan de toonaudiometrie (respectievelijk een precisie van ongeveer 0,7 dB en 5dB), en bovendien zeer gevoelig is voor het opsporen van een algemeen (hoogfrequent) sensorineuraal gehoorverlies (30, 31). Zeer recent werd ook aangetoond dat beginnende lawaaischade bij volwassen arbeiders met hoge sensitiviteit (92%) en specificiteit (89%) gedetecteerd kan worden aan de hand van deze test (32, 33).

Een belangrijk voordeel van de SPIN-test is dat het spraakverstaan in achtergrondruis wordt getoetst en niet louter het horen/detecteren van pure tonen zoals bij de toonaudiometrie. Hiermee sluit de test nauwer aan bij de dagelijkse realiteit en menselijke communicatie.

Samengevat kan worden gesteld dat de SPIN-test drie grote voordelen heeft voor een snelle en eenvoudige screening van het gehoor in de CLB:

- Het betreft een bovendrempelige test; het spraaksignaal start op een geluidsterkte van 65 dB tegen achtergrondgeruis en hoeft bijgevolg niet afgenomen te worden in een geluidsarme ruimte. Een rustig lokaal volstaat;
- Per oor dient slechts 1 drempel (de SRT), en dus ook slechts 1 verwijs criterium bepaald te worden, die zowel gevoelig is voor lawaaislechthorendheid als voor andere vormen van permanente perceptieve slechthorendheid. Dit in tegenstelling tot een toonaudiometrie waarbij per frequentie een gehoordrempel moet worden onderzocht.
- De test verloopt volledig automatisch en past zich aan aan de respons van de geteste persoon. Er is geen testleider nodig.

Deze drie voordelen maken de SPIN-test uitermate interessant voor grootschalig gebruik in de CLB.

6.2 Haalbaarheid van de SPIN-test bij 10 tot 13-jarigen

Om de validiteit en haalbaarheid van de SPIN-test bij kinderen vanaf 10 jaar na te gaan, werd in 2012 een project opgezet door de onderzoeksgroep Experimentele Oto-Rino-Laryngologie (ExpORL) - KU Leuven en de VVWJ in samenwerking met twee CLB (34, 35).

De steekproef bestond uit 100 leerlingen uit het 5de leerjaar en 114 leerlingen uit het 1ste jaar secundair

onderwijs. In een tweede fase werd bij een selectie van 126 van deze 214 leerlingen een uitgebreid audiometrieprotocol afgenomen (Gouden Standaard onderzoek). Uit de resultaten van deze studie blijkt dat de precisie (intrasubject betrouwbaarheid) respectievelijk 0,7 dB en 0,5 dB bedraagt in deze 2 leeftijdsgroepen, hetgeen even hoog is als bij volwassenen. De vergelijking tussen resultaten op de SPIN-test en op de uitgebreide toonaudiometrie maakte het mogelijk om de validiteit van de verwijscriteria opgesteld voor volwassenen, te toetsen bij een jongere doelgroep. Uiteindelijk werd het pass/fail criterium op -8,0 SNR gezet bij leerlingen uit het 5de leerjaar en op -8,5 SNR bij leerlingen uit het 1ste secundair.

De uitvoering van de SPIN-test bleek haalbaar te zijn in een CLB-werkcontext. Met een gemiddelde tijdsduur van 6 minuten 7 seconden zijn de leerlingen van het 1^e jaar secundair onderwijs ruim een minuut sneller klaar dan de leerlingen van het 5^e leerjaar.

6.3 De praktijktoets van de SPIN-test in de CLB

In de voorbereiding van de implementatie van de SPIN-test in alle CLB werd de SPIN-test op grotere schaal (11 CLB) toegepast voor het onderzoek van het gehoor bij leerlingen van het 5^e leerjaar en het 3^e jaar secundair onderwijs. Doel van deze praktijktoets is dubbel, met name:

- onderzoek naar de knelpunten en bevorderende factoren bij de praktische organisatie van de implementatie van de SPIN-test in de centra voor leerlingenbegeleiding. De ervaring van de CLB-medewerkers draagt bij tot de opmaak van een implementatiedraaiboek voor de CLB in Vlaanderen.
- de eventuele verfijning van de afkapwaarde van de SPIN-test met het oog op een gebalanceerde sensitiviteit en specificiteit van de test.

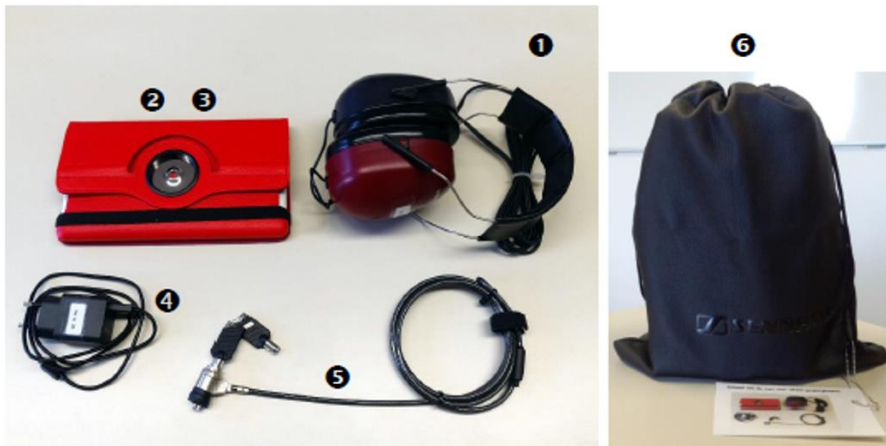
Voor uitgebreider verslag van de methode en de resultaten van dit onderzoek wordt verwezen naar de respectievelijke rapporten (36-38).

6.4 Het materiaal

Het materiaal dat aanbevolen wordt bij de start van de implementatie van de nieuwe aanbeveling bestaat uit volgende onderdelen (figuur 4):

- Een tablet
- Een hoofdtelefoon met aansluiting voor een tablet
- Een etui ter beveiliging van de tablet
- Een anti-diefstalsysteem
- Een beschermzakje voor de gehele onderzoeksset.

Inhoud van set materiaal voor de SPIN-test



Figuur 4: de onderzoeksset voor de SPIN-test

Op datum van 18 augustus 2015 zijn de specificaties voor het materiaal de volgende:

Item	Afbeelding	Model
Hoofdtelefoon	①	Headset DD45 + Peltor cups + 4pole mini-jack aansluiting met 3.5 mm diameter De TRRS (Tip, Ring 1, Ring 2, Sleeve)-connectoren van de aansluiting moeten worden verbonden volgens de CTIA-standard: - Tip: audio links - Ring 1: audio rechts - Ring 2: aarde - Sleeve: niet verbonden (https://en.wikipedia.org/wiki/Phone_connector_%28audio%29#TRRS_standards)
Tablet + oplader	② ④	Samsung Galaxy Tab 4 Tablette Tactile 7" (17,78 cm) 1,2 GHz 8 Go Android Wi-Fi
Beschermhoes voor tablet	③	Etui Luxe Rotatif pour Samsung Galaxy Tab 4 7.0 T230 T231 (opmerking: compatibel met onderstaande anti-diefstal systeem)
Antidiefstal voor tablet	⑤	TabletLock
Beschermzakje voor hoofdtelefoon	⑥	Sennheiser 528104

7 De verwijscriteria voor de CLB-praktijk

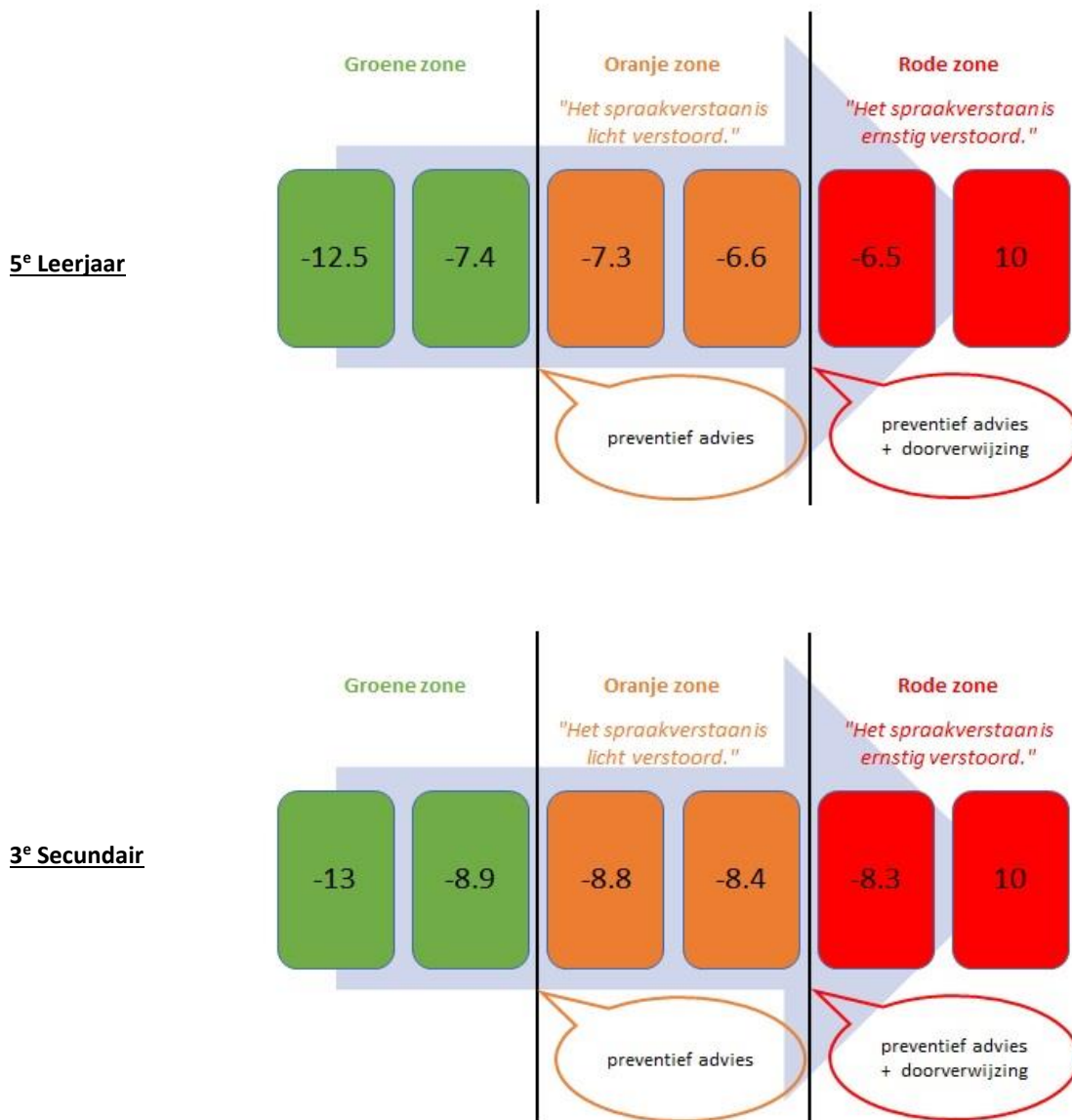
Als verwijscriteria voor de implementatie van de nieuwe aanbeveling werden afkapwaarden gedefinieerd die milder zijn dan de criteria toegepast in de praktijktoets, met name -6,5 (ipv -7,2) dB SNR in het 5de leerjaar en -8,3 (ipv -8,5) dB SNR in het 3de secundair. Naar schatting zullen hiermee respectievelijk 2,3 à 2,6% en 2,7 à 3% van de leerlingen doorverwezen worden, met een positieve predictieve waarde van het screeningsprogramma dat een stuk hoger ligt dan bij de praktijktoets, met name 34% in het 5de leerjaar en 44% in het 3de secundair.

Na afname van de test stellen zich 3 mogelijkheden voor wat de nazorg betreft:

- **“Rode zone”**: SPIN-uitslag met afwijking van $\geq 2,5$ interkwartielafstanden van de mediane SRT in de betrokken leeftijdsgroep:
 - Informatie naar ouders ‘het spraakverstaan in rumoer is ernstig verstoord’.
 - Advies: doorverwijzing naar NKO-arts + preventieve boodschap: “Lawaaiblootstelling vermijden”
- **“Oranje zone”**: SPIN-uitslag met afwijking van ≥ 2 (en $< 2,5$) interkwartielafstanden van de mediane SRT in de betrokken leeftijdsgroep:
 - Informatie naar ouders ‘het spraakverstaan in rumoer is licht verstoord’.
 - Preventieve boodschap: “Lawaaiblootstelling vermijden”.
- **“Groene zone”**: SPIN-uitslag met afwijking < 2 interkwartielafstanden van de mediane SRT in de betrokken leeftijdsgroep: Geen nazorg

In figuur 5 wordt het voorgestelde verwijlsbeleid schematisch weergegeven voor elke leeftijdsgroep.

De software van de SPIN-test wordt aangepast worden zodat CLB-medewerkers naast de testuitslag (SRT-waarde) ook onmiddellijk de juiste interpretatie van de test zien, rekening houdend met de leeftijd van het kind.



Figuur 5: Schematische voorstelling van het verwijfsbeleid voor het screenen naar lawaaischade in de CLB aan de hand van de SPIN-test.

Een onbetrouwbare meting wordt als volgt gedefinieerd:

- Meting waarbij ergens in de staircase +10 dB SNR (stimuli 10 dB intenser dan de ruis) wordt geraakt (d.i., plafondeffect);
- en/of een instabiele meting (zoals aangegeven door een standaarddeviatie $\geq 3,0$ dB).

In dit geval zal de SPIN-test automatisch stoppen en melding geven van een onbetrouwbaar testresultaat, met de vraag tot hernemen van de test. Een onbetrouwbare test wordt bij voorkeur eerst herhaald, en geïnterpreteerd in functie van de context, vooraal te beslissen om de leerling al dan niet door te verwijzen naar de NKO-arts.

Referenties

1. Smith A. The World Health Organisation and the prevention of deafness and hearing impairment caused by noise. *Noise and Health*. 1998;1(1):6-12.
2. Noise and Hearing Loss. National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement (pp. 1-24). NIH; 1990.
3. Noise and Hearing Loss. NIH Consensus Statement Online 1990 Jan 22-24 ;8(1):1-24., (1990).
4. Niskar A, Kieszak S, Holmes A, Esteban E, Rubin C, Brody D. Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Pediatrics*. 2001;108:40-50.
5. Van Doorslaer K, Van Hoeck K, Guérin C. *Gehoovorverlies en schoolprestaties*. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg, 2013.
6. Daniel E. Noise and Hearing Loss: A Review. *Journal of School Health*. 2007;77(5):225-31.
7. Dalton D, Cruickshanks K, Wiley T, Klein B, Klein R, Tweed T. Association of leisure-time noise exposure and hearing loss. *Audiology: official organ of the International Society of Audiology*. 2001;40:1-9.
8. Schmuziger N, Patscheke J, Probst R. Hearing in nonprofessional pop/rock musicians. *Ear and Hearing*. 2006;27:321-30.
9. Torre P. Young adults' use and output level settings of personal music systems. *Ear and Hearing*. 2008;29:791-9.
10. Vogel I, Verschuure H, van der Ploeg C, Brug J, Raat H. Adolescents and MP3-players: Too many risks, too few precautions. . *Pediatrics*. 2009;123(6):e953-e8.
11. Sliwinska-Kowalska M, Davis A. Noise-induced hearing loss. *Noise and Health*. 2012;14(61):274-80.
12. Desloovere C. Lawaaischade bij jongeren: diagnostiek en therapie. *Lawaaitrauma bij jongeren: huidige inzichten en behandelingsmogelijkheden*. 2013.
13. Leefmilieu VMv. Nota ter voorbereiding van de rondetafelconferentie muziekgerelateerde hinder en gehoorverlies op 1 december 2009. . 2009.
14. Hoppenbrouwers K, Guérin C, Roelants M, Van Doorslaer K, Van Leeuwen K, Desoete A. MP3-spelers, een bedreiging voor het gehoor van jongeren? Kencijfers van de studie JOnG! SWVG Feiten & Cijfers 2011-24. *Steunpunt Welzijn Volksgezondheid en Gezin*. 2011.
15. WHO-PDH. Report of an Informal Consultation of Future Programme Developments for the Prevention of Deafness and Hearing Impairment. Geneva. 1997.
16. Vinck B. Gehoorschade: oorzaken en gevolgen. Rondetafelconferentie muziekgerelateerde hinder en gehoorschade. 1 december 2009, Brussel. 2009.
17. Borchgrevink H. Does health promotion work in relation to noise? *Noise and Health*. 2003;5(18):25-30.
18. Folmer RL, Griest SE, Martin WH. Hearing Conservation Education Programs for Children: A Review. *Journal of School Health*. 2002;72(2):51-7.
19. Shargorodsky J, Curhan S, Curhan G, Eavey R. Change in prevalence of hearing loss in US adolescents. *JAMA*. 2010;304(7):772-8.
20. Henderson E, Testa M, Hartnick C. Prevalence of noise-induced hearing-threshold shifts and hearing loss among US youths. *Pediatrics*. 2011;127:e39-46.
21. Cone B, Wake M, Tobin S. Slight-mild sensorineural hearing loss in children: audiometric, clinical and risk factors profiles. . *Ear Hear*. 2010;31(2):202-12.
22. (HGR) HG. Advies van de HGR betreffende het gebruik van draagbare digitale muziekspelers (MP3) en

het risico van gehoorbeschadiging. . In: 7/02/2007 Hn, editor. 2007.

23. Verhaert N. Preventie van lawaaischade bij jongeren. Lawaaitrauma bij jongeren: huidige inzichten en behandelingsmogelijkheden, PENTALFA Interactief postgraduaat afstandsonderwijs op 18 april 2013.2013.
24. Gilles A, De Ridder D, Van Hal G, Wouters K, A KP, Van de Heyning P. Prevalence of leisure noise-induced tinnitus and the attitude toward noise in university students. *Otology & neurotology*. 2012;33:899-906.
25. Van de Heyning P, Gilles A. Gehoorschade en luide muziek bij jongeren in Vlaanderen. Presentatie naar aanleiding van de campagne "iets minder is de Max!". Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid, Brussel, 26 mei 2011. . 2011.
26. Bennett M, Kertesz T, Yeung P. Hyperbaric oxygen for idiopathic sudden sensorineural hearing loss and tinnitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;24(1):CD00473. Update in *Cochrane Database Syst Rev*, 10: CD004739. .
27. Baldo P, Doree C, Molin P, McFerran D, Cecco S. Antidepressants for patients with tinnitus. *CochraneDatabaseSystRev*. 2012;12(9):CD003853.
28. Hobson J, Chisholm E, El Refaie A. Sound therapy (masking) in the management of tinnitus in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;14(11):CD006371.
29. Harrison R. Noise-induced hearing loss in children: a "less than silent" environmental danger. *Paediatr Child Health*, 13(5), 377-82. *Paediatr Child Health*. 2008;13(5):377-82.
30. Smits C, Kapteyn T.S, Houtgast T. Development and validation of an automatic speech-in-noise screening test by telephone. *Int J Audiol*. 2004;43:15-28.
31. Jansen S, Luts H, Wagener KC, Frachet B, Wouters J. The French digit triplet test: A hearing screening tool for speech intelligibility in noise. *Int J Audiol*. 2010;49(5):378-87.
32. Jansen S, Luts H, Dejonckere P, van Wieringen A, Wouters J. Efficient Hearing Screening in Noise-Exposed Listeners Using the Digit Triplet Test. *Ear and Hearing*. 2013;34(6):773-8.
33. Wouters J, Jansen S. Nieuwe methode om efficiënt te screenen voor lawaaislechthorendheid. Lawaaitrauma bij jongeren: huidige inzichten en behandelingsmogelijkheden, PENTALFA Interactief postgraduaat afstandsonderwijs op 18 april 2013.2013.
34. Lesire L. haalbaarheid van de digit triplet test als gehoorscreeningsinstrument bij schoolgaande kinderen. Leuven: KU Leuven; 2013.
35. Wouters J, Jansen S, Hoppenbrouwers K. Onderzoek naar de validiteit en de haalbaarheid van de SPIN-test voor de evaluatie van het gehoor bij 10- tot 13-jarigen. Aanvraagdossier Commissie voor Medische Ethiek (bijlage 1). 2012.
36. Guérin C, Van Hoeck K, Keymeulen A, Hoppenbrouwers K, Denys S, Luts H, et al. Rapport praktijktoets van de SPIN-test in de CLB. Deel 1. Situering en methode. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg, Experimentele ORL KU Leuven, 2015.
37. Denys S, Luts H, Wouters J. Rapport praktijktoets SPIN-test. Deel 2. Kwantitatieve bespreking. Leuven: Experimentele ORL, KU Leuven, 2015.
38. Keymeulen A, Van Hoeck K, Guérin C, Hoppenbrouwers K. Rapport praktijktoets SPIN-test. Deel 3. Kwalitatieve bespreking. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg, 2015.