



Systematische opsporing van lawaaischade bij jongeren

Een geautomatiseerde spraak-in-ruis test (SPIN-test) in de centra voor leerlingenbegeleiding (CLB) in Vlaanderen

C. Guérin · K. Van Hoeck · S. Denys · A. Van Wieringen · J. Wouters · K. Hoppenbrouwers

Published online: 5 September 2018

© Bohn Stafleu van Loghum is een imprint van Springer Media B.V., onderdeel van Springer Nature 2018

Samenvatting Jongeren worden meer dan vroeger blootgesteld aan lawaai, zoals luide muziek, waardoor lawaai-geïnduceerd gehoorverlies vaker voorkomt. Tot voor kort was het gebruik van op toonaudiometrie gebaseerde methoden standaardpraktijk bij de gehoorscreening van schoolgaande kinderen en jongeren in Vlaanderen. Het testen van het spraakverstaan in ruis blijkt echter beginnende lawaaischade beter op te sporen en bovendien een beter beeld te geven van de communicatiemogelijkheden van jongeren. Volgens nieuwe richtlijnen voor de gehoorscreening in de Centra voor Leerlingenbegeleiding (CLB) wordt sinds september 2016 een gehooronderzoek met een nieuwe test, de zogenaamde speech-in-noise-test (SPIN), systematisch afgenomen bij alle leerlingen van het 5^{de} leerjaar van het lager onderwijs (10-jarigen) en het 3^{de} jaar van het secundair onderwijs (14-jarigen). Dit onderzoek is gericht op de vroegtijdige detectie van lawaaischade. In dit artikel wordt toelichting gegeven bij de SPIN-test en de nieuwe richtlijn, en worden de eerste resultaten gepresenteerd van het eerste schooljaar sinds de implementatie van dit nieuwe programma.

Trefwoorden lawaaischade · SPIN · spraak-in-ruis test · gehoorscreening · schoolgezondheidszorg

Inleiding

Systematische neonatale gehoorscreening is sinds 20 jaar onderdeel van het aanbod van de preventieve zuigelingenverzorging in Vlaanderen. Zie voor een uitgebreide beschrijving het artikel van Boelaert en Verstappen elders in dit themanummer [1]. Met dit neonatale programma wordt 96 tot 98% van de pasgeborenen bereikt, waarvan de overgrote meerderheid getest wordt voor de leeftijd van 5 weken. Het succes van neonatale gehoorscreeningsprogramma's – zoals blijkt uit een verbetering van de cognitieve, sociale en taalontwikkeling van kinderen bij wie vroegtijdig een gehoorprobleem werd vastgesteld [2] – heeft geleid tot de vraag of systematische gehoorscreening in de eerste levensjaren of op schoolgaande leeftijd moet herhaald worden. Bij gebrek aan betrouwbare prevalentiecijfers van gehoorverlies bij schoolgaande kinderen en jongeren is deze vraag op dit ogenblik niet eenvoudig te beantwoorden. In recente publicaties variëren de prevalentiecijfers van 1,4 tot 17,5%, afhankelijk van de definitie van gehoorverlies die gehanteerd wordt, de gebruikte testmethode, de steekproeftrekking (en het risico op selectiebias) en de leeftijdsrange van de steekproef [3]. Desondanks bevestigen deze cijfers dat gehoorverlies bij kinderen en jongeren een reëel probleem is. Verschillende auteurs pleiten voor systematische screening op schoolleeftijd omdat de prevalentie van neurosensorieel (en dus blijvend) gehoorverlies toeneemt met de leeftijd [4, 5] en kinderen met nog niet gekend gehoorverlies hiermee geïdentificeerd kunnen worden. Onderzoek toont immers aan dat zelfs een licht (uni- of bilateraal) ongekend gehoorverlies een nadelig effect heeft op de schoolprestaties en ook de sociale en communica-

Met de steun van de Vlaamse Gemeenschap.

C. Guérin · K. Van Hoeck
Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor
Jeugdgezondheidszorg, Leuven, België

S. Denys · A. Van Wieringen · J. Wouters
Onderzoeksgroep Experimentele ORL, Universiteit Leuven,
Leuven, België

K. Hoppenbrouwers (✉)
Centrum Omgeving en Gezondheid, Jeugdgezondheidszorg,
Universiteit Leuven, Leuven, België
karel.hoppenbrouwers@kuleuven.be



tieve vaardigheden in negatieve zin kan beïnvloeden [6–8].

In vele Europese landen is systematische gehoorscreening sinds decennia onderdeel van de schoolgezondheidszorg [9]. In de meeste gevallen worden hierbij op toonaudiometrie gebaseerde methoden toegepast volgens een variatie van niet-gestandaardiseerde protocollen, zowel wat de gebruikte frequenties als de criteria voor verwijzing betreft [10]. Tot voor kort was dit ook in de Vlaamse schoolgezondheidszorg de standaardpraktijk voor gehoorscreening op de leeftijd van 3, 6, 10 en 14 jaar. In september 2016 werd in Vlaanderen een nieuwe richtlijn voor gehoorscreening in de Centra voor Leerlingenbegeleiding (CLB) van kracht. De richtlijn adviseert voor de leerlingen van het 5^{de} leerjaar van het lager onderwijs (10-jarigen) en het 3^{de} jaar van het secundair onderwijs (14-jarigen) een nieuwe test, de zogenaamde *speech-in-noise*-test (SPIN). Deze test is in de eerste plaats gericht op de vroegtijdige detectie van lawaaischade.

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 gesignaleerd wordt [11]. Bovendien spelen individuele genetische factoren en omgevingsfactoren een belangrijke rol bij de gevoeligheid voor en de graad van ernst van het door lawaai-geïnduceerd gehoorverlies [12]. Dat Vlaamse jongeren reeds op de leeftijd van 12 jaar in belangrijke mate blootgesteld zijn aan lawaai, blijkt uit onderzoek van zelfgerapporteerde attitudes en gedrag ten aanzien van draagbare geluidsspelers met hoofdtelefoon en oortjes en het gebruik van gehoorbescherming in deze leeftijdsgroep, waarvan elders in dit themanummer uitvoerig verslag wordt uitgebracht [13]. Ten slotte hebben individuen met reeds opgelopen gehoorschade een groter risico op verdere schade bij verdere blootstelling. Alhoewel de huidige therapeutische mogelijkheden beperkt zijn (behalve behandeling met corticosteroiden en hyperbare zuurstoftherapie kort na een acuut lawaaitrauma), 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 worden gegeven aan jongeren met risicogedrag. Er is een consensus onder experts waarin een systematische gehoorscreening wordt bepleit bij de schoolstart en tijdens de eerste schooljaren (4- tot 7-jarigen) [14].

Behalve preventie en vroegtijdige detectie van gehoorproblemen zijn er initiatieven nodig om op populatieniveau een betrouwbaar beeld te krijgen van de epidemiologie van gehoorverlies, en de graad, de verschillende vormen en de evoluties in de tijd ervan bij kinderen en jongeren te monitoren. Met een erg performante, neonatale gehoorscreening gecombineerd met een programma van gestandaardiseerde gehoormeting bij schoolgaande kinderen en jongeren

volgens de nieuwe richtlijn, tracht de Vlaamse jeugdgezondheidszorg (JGZ) hieraan tegemoet te komen.

Dit artikel spitst zich toe op de toepassing van de nieuwe SPIN-test in de CLB en geeft vooreerst verslag van de voornaamste bevindingen van een praktijktoets die ter voorbereiding van een algemene implementatie van de nieuwe testprocedure in een beperkt aantal CLB's werd uitgevoerd. Vervolgens worden resultaten getoond van het eerste schooljaar van algemene implementatie en de lessen die hieruit te leren zijn voor verder onderzoek en ter verbetering van de uitvoeringspraktijk.

Methoden

De SPIN-test

Met het oog op het opsporen van lawaaischade ontwierp de onderzoeksgroep Experimentele Otorinolaryngologie (ExpORL) van de Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven) deze geautomatiseerde en gebruiksvriendelijke screeningstest op basis van de Digit Triplet test (DTT), die oorspronkelijk door Smits en collega's werd ontwikkeld voor gehoorscreening via de telefoon [15]. Deze zelftest onderzoekt het spraakverstaan in rumoer. De testpersoon krijgt via een hoofdtelefoon korte reeksen van drie cijfers in ruis aangeboden en moet de cijfers op een tablet intikken. Naargelang een juist of fout antwoord worden de daaropvolgende cijfers automatisch zachter of luider aangeboden. In totaal biedt de test 27 cijferreeksen per oor, waarna de resultaten en interpretatie van de testuitslag automatisch worden doorgestuurd naar het leerlingdossier dat de schoolarts op de computer kan raadplegen. Een handig voordeel voor gebruik in de school- en CLB-context is dat de test betrouwbaar blijft bij een verkoudheid (dat geen neurosensorieel, maar wel conductief gehoorverlies veroorzaakt), en dat het in het onderzoekslokaal niet muisstil hoeft te zijn. Deze spraaudiometrie in ruis geeft bovendien een beter beeld van de communicatiemogelijkheden van een jongere in rumoerige omstandigheden (zoals in de klas) dan de methode met toonaudiometrie die vroeger werd toegepast.

Het testresultaat wordt uitgedrukt met een cijfer, dat staat voor *Speech Reception Threshold* (SRT) of spraakverstaandrempel. Dit drukt uit wat het niveau van de spraak is relatief ten opzichte van de ruis (de signaal-ruisverhouding), waarbij de leerling nog de helft correct verstaat. Lagere SRT-waarden stemmen overeen met een beter resultaat. Bij een licht gestoord spraakverstaan volgt een individueel gericht preventief advies met betrekking tot lawaai-blootstelling. Een ernstig gestoord spraakverstaan in rumoer leidt tot een doorverwijzing naar een neus-keel-oor (NKO)-specialist om de ernst van het gehoorverlies en de oorzaak ervan te documenteren en indien nodig te behandelen. Samen met gezondheidsbevorderende interventies en acties op school, maakt de tijdige de-

tectie van lawaaischade deel uit van het preventief gezondheidsbeleid van de CLB's en de scholen.

Een praktijktoets

Met het oog op het bepalen van criteria voor verwijzing na testafname en de evaluatie van de praktische haalbaarheid van de nieuwe testprocedure in de reguliere CLB-werking werd in het schooljaar 2014–2015 met de medewerking van enkele CLB's een praktijktoets met de SPIN-test uitgevoerd.

Gebaseerd op data van voorafgaande validatiestudies, werden initiële afkapwaarden voor de SPIN-test ingesteld op spraakverstaandempels van $-7,2$ dB SNR voor het 5^{de} leerjaar van het basisonderwijs (10-jarigen) en $-8,5$ dB SNR voor het 3^{de} jaar van het secundair onderwijs (14-jarigen) [16]. Hiermee werd een doorverwijspercentage van 5% per leerjaar voorgesteld om over voldoende data te beschikken om een onderscheid te kunnen maken tussen terechte en onterechte doorverwijzingen voor het eventueel bijsturen van de gekozen verwijscriteria. Met controle-audiogrammen als gouden standaard bij een subgroep van geteste leerlingen werd de positieve voorspellende waarde van de SPIN-test (volgens de hoger vermelde afkapwaarden) bepaald.

In deze praktijktoets werd tevens de haalbaarheid van de toepassing van deze nieuwe testprocedure in de reguliere CLB-praktijk geëvalueerd. Via focusgroepgesprekken en semigestructureerde, telefonische interviews werd bij CLB-medewerkers gepeild naar hun ervaringen met de SPIN-test.

Implementatie eerste schooljaar

Op basis van de elektronisch geregistreerde data van het schooljaar 2016–2017 (het eerste jaar van algemene implementatie van de nieuwe test) werden bij twee leeftijdscohorten (van 10- en 14-jarigen) de participatiegraad, de proportie van leerlingen met een onbetrouwbaar testresultaat en de verwijspercentages bepaald.

Resultaten

De praktijktoets

In het schooljaar 2014–2015 werd in 11 CLB's de SPIN-test afgenomen bij 6.499 leerlingen, waarvan 3.304 van het 5^{de} leerjaar van het basisonderwijs (10-jarigen) en 3.195 van het 3^{de} jaar van het secundair onderwijs (14-jarigen). Met de vooropgestelde afkapwaarden werden respectievelijk 137 (4,1%) en 116 (3,6%) leerlingen doorverwezen. Met controle-audiogrammen als gouden standaard werd een positief voorspellende waarde van de SPIN-test van 20% gevonden bij 10-jarigen en 34% bij 14-jarigen. Naar aanleiding hiervan werden de afkapwaarden licht bijgesteld en vastgelegd op $-6,5$ dB SNR voor 10-jarigen en $-8,3$ dB SNR voor 14-

jarigen. Ten slotte werden deze nieuwe afkapwaarden verwerkt in een beslissingsboom met drie mogelijke nazorgopties na afname van de SPIN-test (conform werkkaart in fig. 1):

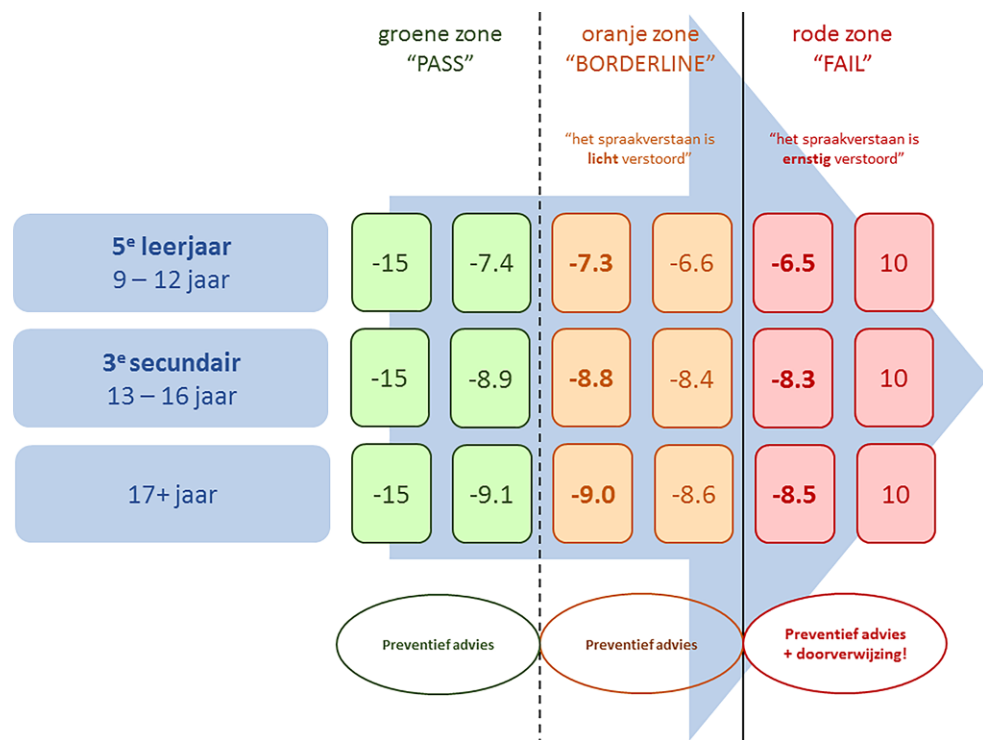
1. het SPIN-resultaat bevindt zich in het rode testgebied (met een afwijking van $\geq 2,5$ interkwartielafstanden van de mediane SRT in de betrokken leeftijdsgroep): de leerling wordt doorverwezen voor verdere evaluatie van de ernst en oorzaak van het gehoorverlies;
2. het SPIN-resultaat bevindt zich in het oranje testgebied (met een afwijking van ≥ 2 en $< 2,5$ interkwartielafstanden van de mediane SRT in de betrokken leeftijdsgroep): de leerling ontvangt een boodschap met betrekking tot preventie van lawaai-blootstelling, zonder doorverwijzing;
3. het SPIN-resultaat bevindt zich in het groene testgebied (met een afwijking van < 2 interkwartielafstanden van de mediane SRT in de betrokken leeftijdsgroep): voor deze leerling is geen nazorg nodig.

Voor een uitgebreide voorstelling en bespreking van de resultaten van het kwantitatieve luik van deze praktijktoets verwijzen we naar een recente publicatie van Denys et al. [17] en naar enkele rapporten van de Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg (VWVJ) [18, 19].

Naar aanleiding van onderzoek van de haalbaarheid werden enkele kinderziekten bij toepassing van het testprotocol en het softwareprogramma verholpen en de ervaringen opgetekend in een implementatiedraaiboek. Positieve elementen die blijken uit de focusgroepgesprekken en semigestructureerde telefonische interviews met CLB-medewerkers zijn dat de jongeren de SPIN-test over het algemeen erg tof vinden en deze zelfstandig kunnen uitvoeren. Bovendien biedt het mogelijkheid om met de leerling in gesprek te treden omtrent de preventie van lawaaischade. Doordat de test bij ongeveer de helft van de aangeboden triplets tot op een punt komt waar de leerlingen de cijfers niet meer verstaan, ervaren ze deze als een moeilijke test en confronteert dit hen met een situatie van niet-verstaan. Dit prikkelt de aandacht van de leerling voor de preventieve boodschap. Remmende factoren bleken het onvoldoende geïnformeerd zijn van de NKO-artsen over de nieuwe test, het moeilijk kunnen motiveren van ouders, huisartsen en NKO-artsen om de nodige nazorg te verlenen door het nog onvoldoende bekend zijn met de SPIN-test en ook onvoldoende kennis bij CLB-medewerkers over het wenselijke vervoltraject na verwijzing voor een NKO-consult [20].

Ter voorbereiding van de algemene implementatie van de nieuwe richtlijnen voor gehoorscreening (vanaf september 2016) werden verschillende opleidingsrondes voor CLB-medewerkers georganiseerd om de nieuwe competenties aan te leren en ervaringen uit te wisselen.

Figuur 1 Werkkaart SPIN-test (schooljaar 2016–17)



Bovendien werden initiatieven genomen om de registratie en uitwisseling van data te verbeteren. Enerzijds werd de elektronische overdracht van het resultaat van de neonatale gehoorscreening en de gegevens van relevante risicofactoren uit het dossier van Kind en Gezin naar het CLB-dossier mogelijk gemaakt. Anderzijds werd in het elektronische CLB-registratiesysteem een module gemaakt om de resultaten en de nazorg van de gehoortest systematisch en uniform te registreren.

Ten slotte leverde de VVWJ grote inspanningen om de partners van de curatieve sector – in het bijzonder de NKO-specialisten – grondig te informeren over de nieuwe richtlijn, de wetenschappelijke onderbouwing ervan en de verwachtingen na verwijzing.

Resultaten van het eerste schooljaar (2016–2017)

Voor de periode van 1 oktober 2016 tot en met 30 juni 2017 werden 132.999 gehoormetingen geregistreerd bij 69.019 10-jarigen en 63.980 14-jarigen. Op basis van inschrijvingscijfers van het Vlaamse Ministerie van Onderwijs en Vorming (VMOV) [21] werd de participatiegraad aan het programma geschat op respectievelijk 96,5% en 87,9% van de betrokken leerlingpopulaties. Er werd een hoge testprecisie van 0,6 dB gevonden. De testafname duurde gemiddeld 6'55" (SD: 1'35") bij 10-jarigen en een minuut korter bij 14-jarigen (5'53", SD: 1'07"). Omdat leerlingen de SPIN-test meestal zelfstandig doorlopen (in sommige gevallen wordt door de CLB-medewerker vooraf een korte instructie gegeven) blijkt deze testduur haalbaar te zijn

in de context van de reguliere CLB-consulten. Bij respectievelijk 4,5% en 1,9% van de geteste leerlingen in beide leeftijdsgroepen kon geen betrouwbaar screeningsresultaat verkregen worden, vermoedelijk door een tekort aan aandacht of het niet begrijpen van de instructies. In deze analyse van de registratiegegevens was het nog niet mogelijk een onderscheid te maken tussen leerlingen van het gewoon en het buitengewoon onderwijs. Bij toepassing van de vooropgestelde verwijscriteria (de onbetrouwbare resultaten niet meegerekend) werden respectievelijk 2,5% van de 10-jarigen en 4,2% van de 14-jarigen doorverwezen naar een NKO-arts voor verder onderzoek. De follow-up-data naar aanleiding van een verwijzing zijn op het moment van de voorbereiding van dit artikel nog te beperkt en bovendien nog onvoldoende systematisch ingebracht in het elektronische CLB-registratiesysteem om de testresultaten na verwijzing te kunnen valideren aan de hand van de bevindingen van de NKO-arts.

Discussie

Het is opmerkelijk dat reeds in het eerste schooljaar van veralgemeende implementatie van deze nieuwe testprocedure in beide leeftijdsgroepen een hoog bereik werd gerealiseerd. Intussen wordt dit bevestigd in het schooljaar 2017–2018, waaruit blijkt dat deze nieuwe praktijk op korte termijn ingang heeft gevonden en de toonaudiometrie die decennialang gangbaar was vlot heeft vervangen.

Het valt op dat bij 14-jarigen een hoger verwijsperscentage wordt vastgesteld dan bij 10-jarigen. Of dit verband houdt met een reëel hogere prevalentie van lawaai-geïnduceerd gehoorverlies, waarvan bekend is dat deze stijgt met de leeftijd (samen met de toenemende blootstelling aan lawaai), zal verder moeten aangetoond worden. Longitudinale analyses van elektronisch geregistreerde testuitslagen zullen in de toekomst de opvolging van het gehoor met de leeftijd mogelijk maken.

Een knelpunt dat verdere oppuntstelling vereist, is de eerder lage positief voorspellende waarde van de SPIN-test voor een afwijkend audiogram, dat in de praktijktoets als gouden standaard werd gebruikt. Dit betekent dat een afwijkende SPIN-test niet altijd overeenstemt met een perifere gehoorverlies dat blijkt uit het controle audiogram. De keuze voor een audiogram als gouden standaard is nochtans gerechtvaardigd, omdat deze test een prominente plaats inneemt in het diagnostisch arsenaal van de NKO-arts en audioloog bij de verdere exploratie van het gehoor van een door het CLB verwezen kind of jongere. In de wetenschappelijke literatuur worden verschillende verklaringen voor dit gebrek aan overeenkomst vooropgesteld, waaronder het feit dat de SPIN-test:

- gevoeliger zou zijn voor gehoorschade voorbij het perifere gehoorsysteem;
- de test kinderen die moeilijkheden hebben met de bredere auditieve procesverwerking – namelijk het verwerken van auditieve informatie door het centraal zenuwstelsel – beter zou oppikken;
- een grotere mate van (volgehouden) aandacht en geheugen en algemene executieve functies (omdat het een zelftest is) vereist voor een correcte uitvoering ervan dan het geval is voor een klassiek toonaudiogram [17].

Alhoewel door de ontwikkelaars van de SPIN-test (ExpORL, KU Leuven) en de VVWJ reeds heel wat inspanningen geleverd werden om NKO-artsen en audiologen te informeren over deze nieuwe test en hen aan te moedigen om in hun diagnostisch traject de CLB-testresultaten te helpen valideren, blijft dit nog een uitdaging voor de toekomst.

Tot slot werden belangrijke stappen gezet om ook op populatieniveau een betrouwbaar zicht te krijgen op de epidemiologie van gehoorproblemen bij zuigelingen, kinderen en jongeren. Dankzij ontwikkelingen inzake elektronische registratie en data-overdracht tussen het neonatale screeningsprogramma (Kind en Gezin) en de screening op schoolleeftijd (CLB) zullen we in de toekomst over een longitudinale dataset beschikken, waarin de resultaten van het volledige programma van gehoorscreening op kindniveau gebundeld kunnen worden. Dit zal toelaten om (de evoluties van) het gehoor van kinderen en jongeren, individueel en op groepsniveau, van geboorte tot in de adolescentie in kaart te brengen en op basis hiervan

het preventief beleid en de eventuele gespecialiseerde diagnostiek en behandeling beter vorm te geven.

Meer informatie

Verdere informatie over deze en andere Vlaamse richtlijnen (inclusief de integrale versie van de standaard en documentatie voor ouders en gezondheidswerkers) is beschikbaar op de website van de VVWJ: <http://vvwj.be>. Voor vragen kunt u terecht bij info@vvwj.be. De SPIN-test kun jezelf uitvoeren op de website <http://testjehoort.be>.

Literatuur

1. Boelaert K, Verstappen L. Neonatale gehoorscreening in Vlaanderen: een overzicht van 20 jaar ervaring. *Tijdschr Jeugdgezondheidsz.* 2018; <https://doi.org/10.1007/s12452-018-0152-z>.
2. DECIBEL Collaborative Study Group, Korver AM, Konings S, Dekker FW, et al. Newborn hearing screening vs later hearingscreening and developmental outcomes in children with permanent childhood hearing impairment. *JAMA.* 2010;304:1701–8.
3. Lieu J. Variations in the prevalence of hearing loss in children: truth or artifact? *Jama Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;143:935–6.
4. Fortnum HM, Summerfield AQ, Marshall DH, Davis AC, Bamford JM. Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: questionnaire based ascertainment study. *BMJ.* 2001;323:536–40.
5. Feder KP, Michaud D, McNamee J, Fitzpatrick E, Ramage-Morin P, Beaugregard Y. Prevalence of hearing loss among a representative sample of Canadian children and adolescents, 3 to 19 years of age. *Ear Hear.* 2017;38:7–20.
6. Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker RA. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance, and functional status. *Ear Hear.* 1998;19:339–54.
7. Porter H, Sladen DP, Ampah SB, et al. Developmental outcomes in early school-age children with minimal hearing loss. *Am J Audiol.* 2013;22:263–70.
8. Winiger AM, Alexander JM, Diefendorf AO. Minimal hearing loss: from a failure-based approach to evidence-based practice. *Am J Audiol.* 2016;25:232–45.
9. Wieske RCN, Nijhuis MG, Carmiggelt BC, Wagenaar-Fisher MM, Boere-Boonekamp MM. Preventive youth health care in 11 European countries: an exploratory analysis. *Int J Public Health.* 2012;57:637–41.
10. European Federation of Audiology Societies. Minutes of meeting of Working Group for School Hearing Screening on 15 November 2017. Leuven: European Federation of Audiology Societies; 2017.
11. Harrison R. Noise-induced hearing loss in children: a “ess than silent” environmental danger. *Paediatr Child Health.* 2008;13:377–82.
12. Sliwinski-Kowalska M, Davis A. Noise-induces hearing loss. *Noise Health.* 2012;14:274–80.
13. Hoppenbrouwers K, Guérin C, Van Doorslaer K, Van Leeuwen K, Desoete A, Roelants M. Attituden en zelf gerapporteerde lawaai blootstellingen en gehoorbescherming bij 12-jarige jongeren in Vlaanderen. *Tijdschr Jeugdgezondheidsz.* 2018; <https://doi.org/10.1007/s12452-018-0157-7>.

14. Skarzynski H, Piotrowska A. Screening for pre-school and school-aged hearing: European consensus statement. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2012;76:120–1.
15. Smits C, Kapteyn TS, Houtgast T. Development and validation of an automatic speech-in-noise screening test by telephone. *Int J Audiol.* 2004;43:15–28.
16. Jansen S, Luts H, Dejonckere P, Wieringen A van, Wouters J. Efficient hearing screening in noise-exposed listeners using the digit triplet test. *Ear Hear.* 2013;34(6):773–8.
17. Denys S, Hofmann M, Luts H, Guérin C, Keymeulen A, Van Hoeck K, Wieringen A van, Hoppenbrouwers K, Wouters J. School-age hearing screening based on speech-in-noise perception using the digit triplet test. *Ear Hear.* 2018; <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000563>.
18. Guérin C, Van Hoeck K, Keymeulen A, Hoppenbrouwers K, Denys S, Luts H, et al. Rapport praktijktoets van de SPIN-test in de CLB: een onderzoek ter voorbereiding van de implementatie van de Standaard Gehoor in Vlaanderen. Deel 1. Situering en methode. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg, Experimentele ORL KU Leuven; 2015. https://www.vwvj.be/sites/default/files/horen/horen_-_standaard/rapport_praktijktoets_deel_1_situering_en_methode_v7.pdf.
19. Denys S, Luts H, Wouters J. Rapport praktijktoets SPIN-test: een onderzoek ter voorbereiding van de implementatie van de Standaard Gehoor in Vlaanderen. Deel 2. Kwantitatieve bespreking. Leuven: Experimentele ORL, KU Leuven; 2015. https://www.vwvj.be/sites/default/files/horen/horen_-_standaard/rapport_praktijktoets_deel_2_kwantitatief_verslag_v9.pdf.
20. Keymeulen A, Van Hoeck K, Guérin C, Hoppenbrouwers K. Rapport praktijktoets SPIN-test. Deel 3. Kwalitatieve bespreking. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg; 2015. https://www.vwvj.be/sites/default/files/horen/horen_-_standaard/rapport_praktijktoets_deel_3_kwalitatief_verslag_v7_10_07_2015_ok.pdf.
21. Vlaamse Ministerie van Onderwijs en Vorming. Dataloep: aan de slag met cijfers over onderwijs (geraadpleegd op 1/9/2017). <https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/dataloep-aan-de-slag-met-cijfers-over-onderwijs>

C. Guérin, jeugdarts

K. Van Hoeck, jeugdarts

S. Denys, doctoraal onderzoeker

A. Van Wieringen, gewoon hoogleraar

J. Wouters, gewoon hoogleraar

K. Hoppenbrouwers, hoogleraar