

P 20

TNO-Rapport
98.035

Popmuziek via hoofdtelefoons en gehoorverlies bij jongeren

TNO Preventie en Gezondheid

Datum
augustus 1998

Auteurs:
W. Passchier-Vermeer
J.H.M. Steenbekkers
H. Vos

Gaubiusgebouw, Zernikedreef 9
Gortergebouw, Wassenaarseweg 56
Postbus 2215
2301 CE LEIDEN

Telefoon 071 518 18 18
Fax 071 518 19 20

TNO Preventie en Gezondheid
Gorterbibliotheek

24 AUG 1998

Het kwaliteitssysteem van TNO Preventie
en Gezondheid voldoet aan ISO 9001

Postbus 2215 - 2301 CE Leiden

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van TNO

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeksopdrachten aan TNO, danwel de
betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

© 1998 TNO

Stamboeknummer

16.305

De missie van TNO Preventie en Gezondheid is het bevorderen
van het aantal gezonde levensjaren van de mens.
Het onderzoek richt zich op verbetering van gezondheid en
gezondheidszorg in alle levensfasen: jeugd arbeidende mens
en ouderen.



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

ISBN 6743 555 4

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van *f* 21- (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van het TNO-PG te Leiden onder vermelding van bestelnummer 98.035.

INHOUD

INLEIDING	1
1. VRAGENLIJST	3
2. LUISTERTEST	6
3. AUDIOMETRISCH ONDERZOEK	11
4. RELATIE GELUIDSBELASTING DOOR POPMUZIEK VIA HOOFDTELEFOONS EN GEHOORVERLIES	14
5. PREVALENTIE GEHOORVERLIES DOOR POPMUZIEK VIA HOOFDTELEFOONS BIJ JONGEREN IN NEDERLAND	18
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19
DANKWOORD	21
LITERATUUR	22

INLEIDING

Opzet van het onderzoek

De Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport heeft in een brief aan de Tweede Kamer gesteld dat zij de oorzaak-effectrelatie inzake gehoorverlies door het gebruik van walkmans beter in beeld wil brengen. In overleg met genoemd Ministerie heeft TNO-PG een onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek bestond uit twee fasen.

De eerste fase betrof een inventarisatie (door middel van *vragenlijst*onderzoek) van de blootstelling van jongeren in Nederland aan popmuziek (Passchier-Vermeer en Vos, 1997). Op basis van deze gegevens is een selectie gemaakt van jongeren die in de tweede fase onderzocht zijn. Het belangrijkste criterium daarbij was een relatief hoge belasting aan popmuziek via hoofdtelefoons. Zowel het aantal jaren dat men deze popmuziekactiviteit uitvoert (de luisterperiode), als de mate waarin (wat betreft het luisterniveau en het aantal uren luisteren per dag) hebben bij de selectie een rol gespeeld. De onderzochte groep is dus niet geselecteerd op een hoge belasting bij andere popmuziekactiviteiten zoals het bezoeken van discotheken etc. Op basis van de inventarisatie wordt verwacht dat deze belastingen relatief laag zijn in de onderzochte groep.

In de tweede fase van het onderzoek is het verband onderzocht tussen de blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons en de mogelijke gehoorschade daardoor. Daartoe is bij de geselecteerde jongeren een uitvoerige *vragenlijst* afgenomen, met vragen over popmuziekactiviteiten en een aantal andere relevante variabelen. Een deel van deze vragenlijst was identiek aan die uit fase 1. Tevens is een *luistertest* uitgevoerd waarin het luisterniveau onder de hoofdtelefoons van een 'discman' is gemeten. Ten slotte is een *audiometrisch onderzoek*¹ uitgevoerd om de gehoordrempel van de jongeren vast te stellen. De gehoordrempel (van een bepaald oor) bij een bepaalde toonhoogte (frequentie) is het niveau (in dB) waarop een proefpersoon net een toon met die toonhoogte (aan dat oor) kan horen. De testen zijn verricht in een speciaal ingerichte 'audiomobiel', die ter beschikking is gesteld door het Umwelt Bundesamt te Berlijn.

Op basis van een combinatie van de gegevens uit de inventarisatie (eerste fase) en het veldonderzoek (tweede fase) is een schatting gemaakt van de omvang van de gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons bij de Nederlandse jongeren.

¹ De aanbieding van de tonen geschiedt volgens ISO voorschrift (ISO 6189, 1983) en de gehoordrempel wordt volgens ISO voorschrift uit de responsen van de proefpersoon bepaald. In de audiometrische test is de gehoordrempel afzonderlijk aan beide oren bepaald bij de volgende frequenties: 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 en 8000 Hz.

Dit rapport

Het onderhavige rapport bevat de samenvatting, conclusies en aanbevelingen van de tweede fase van het onderzoek. In Passchier-Vermeer, Vos en Steenbekkers (1998) is een uitgebreide statistische analyse opgenomen van de gegevens. Dat rapport bevat ook de exacte definities van gebruikte geluidexpositie- en ander maten en de gedetailleerde uitkomsten van statistische toetsen, zoals overschrijdingskansen en het gebruik van een één- of tweezijdige toetsing.

Gebruikte terminologie

De termen gehoorverlies en gehoordrempel worden beide in het rapport gebruikt. Een groot gehoorverlies komt overeen met een hoge gehoordrempel. Bij vergelijking van gehoorverliezen betekent een slechter gehoor een hogere gehoordrempel en een groter gehoorverlies. De relatieve gehoordrempels zijn de gehoordrempels ten opzichte van die van een referentiegroep (zie hoofdstuk 3). Ook wordt in het rapport de term gehoorscherpthe gebezigd. Een vermindering van gehoorscherpthe betekent een verhoging van de gehoordrempel en een vermeerdering van het gehoorverlies. Gehoorverlies ten gevolge van blootstelling aan geluid, zoals popmuziek via hoofdtelefoons, wordt ook wel gehoorschade door geluid genoemd.

De onderzochte groep in fase 2

Aan de tweede fase van het onderzoek hebben leerlingen deelgenomen uit de derde klassen van LBO/MAVO-scholen in Rotterdam en leerlingen van de Streekschool voor Beroeps Begeleidend Onderwijs in Leiden. Afgezien van leerlingen die toevallig niet in de gelegenheid waren om aan het onderzoek deel te nemen, was er slechts een enkele leerling die om onbekende redenen afzag van deelname aan het onderzoek. Daarom heeft er naar alle waarschijnlijkheid geen selectie plaatsgevonden die invloed heeft op het verband tussen blootstelling aan popmuziek en gehoorschade.

In totaal hebben 405 leerlingen aan het onderzoek meegedaan: 269 mannen en 136 vrouwen. Vrijwel alle mannen waren tussen 14 en 21 jaar. De leeftijd van de vrouwen lag tussen 14 en 18 jaar. Hoewel er dus ook leerlingen bij zijn die beter omschreven kunnen worden als jongens en meisjes, worden in dit rapport alle leerlingen omschreven als mannen en vrouwen.

1. VRAGENLIJST

Popmuziekactiviteiten in 1997

Er zijn vragen gesteld over het aantal maal dat een leerling elk van de volgende vijf popmuziekactiviteiten in 1997 heeft uitgevoerd:

- luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons (walk- en discmans en stereo-installaties);
- bezoeken van popconcert;
- bezoeken van discotheek of andere gelegenheid waar luide muziek ten gehore wordt gebracht, met uitzondering van houseparty's;
- bezoeken van houseparty;
- spelen in een popgroep, fungeren als diskjockey.

In tabel 1 staat aangegeven hoe vaak of hoe lang de verschillende activiteiten gemiddeld zijn uitgevoerd, en door welk percentage van de leerlingen dat gedaan werd in 1997.

Tabel 1 Percentage leerlingen dat in 1997 een popmuziekactiviteit heeft uitgevoerd en omvang van de deelname aan deze activiteit bij de deelnemende leerlingen.

Popmuziekactiviteit	Percentage leerlingen	Omvang
Gebruik hoofdtelefoons	85	1,3 uur per dag
Bezoeken popconcert	33	2,8 keer per jaar
Bezoeken discotheek etc.	85	3,0 keer per maand
Bezoeken houseparty	26	0,7 keer per maand
Popgroep/diskjockey	8	1,4 keer per maand

Ook is gevraagd naar de stand van de volumeknop van de eigen geluidsapparatuur. Gemiddeld zetten degenen die in 1997 via hoofdtelefoons naar popmuziek luisterden de volumeknop op 65% van het maximum. De luisteraars onder de respondenten uit de eerste fase hadden een gemiddelde van 53% van het maximum.

Voor de geluidbelasting van een leerling in 1997 door de vier genoemde popmuziekactiviteiten anders dan het hoofdtelefoongebruik is een gecombineerde maat opgesteld. In deze gecombineerde geluidbelastingsmaat is zowel de (geschatte) hoogte van de geluidbelasting gedurende elk van de popmuziekactiviteiten verdisconteerd als het aantal maal dat de activiteiten zijn uitgevoerd.

Er blijkt slechts een zeer zwakke correlatie te zijn tussen het luisteren in 1997 naar popmuziek via hoofdtelefoons en de vier andere popmuziekactiviteiten in 1997, zowel wanneer naar elk van de

activiteiten afzonderlijk wordt gekeken als wanneer de gecombineerde geluidsbelasting van de vier activiteiten in combinatie wordt beschouwd.

Popmuziekactiviteiten op langere termijn

Wat betreft de vijf popmuziekactiviteiten is eveneens gevraagd naar het aantal jaren dat een activiteit wordt of werd uitgevoerd. In tabel 2 is het percentage leerlingen gegeven dat een activiteit ooit heeft uitgevoerd en de gemiddelde duur van de activiteit bij deze leerlingen.

Tabel 2 Percentage leerlingen dat ooit een popmuziekactiviteit heeft uitgevoerd en het gemiddeld aantal jaren dat deze leerlingen de activiteit hebben uitgevoerd.

Popmuziekactiviteit	Percentage leerlingen	Aantal jaren
Gebruik hoofdtelefoons	94	5,7
Bezoeken popconcert	44	1,9
Bezoeken discotheek etc.	92	2,8
Bezoeken houseparty	31	2,2
Popgroep/diskjockey	10	1,4

Correlatie tussen de duur van een popmuziekactiviteit en de mate van een activiteit in 1997

Er blijkt voor alle vijf popmuziekactiviteiten een sterke correlatie tussen het aantal jaren dat de leerlingen een bepaalde popmuziekactiviteit uitvoerden en de mate waarin ze die activiteit in 1997 uitvoerden. De vijf correlatiecoëfficiënten liggen tussen 0,56 en 0,87. Bij verschillende activiteiten is de correlatie tussen duur in jaren van de ene activiteit en omvang in 1997 van de andere activiteit zeer zwak. De correlatiecoëfficiënten zijn hoogstens 0,17. Dat impliceert onder meer dat de mate van het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons geen verband houdt met het aantal maal dat popconcerten, houseparty's en discotheken worden bezocht.

Bekendheid SIRE-campagne

Voorafgaand aan en gedurende het veldonderzoek werd op de televisie in een SIRE-campagne gewezen op het gevaar voor het gehoor van het gebruik van te luide walkmans. Meer dan driekwart van de leerlingen was in het geheel niet op de hoogte van de campagne.

Oorsuizen

Ruim 68% van de leerlingen heeft in 1997 na afloop van één of meer van de popmuziekactiviteiten last gehad van oorsuizen, een wattengevoel in de oren of een dovig gehoor. Het vaakst gebeurt dit na het bezoeken van popconcerten. Tijdens of na afloop van een bezoek aan een popconcert heeft 16% van de leerlingen last van oorsuizen, een wattengevoel in de oren of een dovig gehoor. In het geval van

houseparty's heeft 7% van de bezoekers last van de genoemde verschijnselen. Het bezoeken van een discotheek en het spelen in een popgroep of optreden als diskjockey scoren wat betreft oorsuizen e.d. vrijwel gelijk (1 á 2%) en het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons veroorzaakt per keer relatief het minst vaak oorsuizen. Ongeveer eens in de 1000 keer dat een leerling met hoofdtelefoons naar popmuziek luistert, heeft deze na afloop oorsuizen, een wattengevoel in de oren of een dovig gehoor. Er is geen verschil in de uitkomsten voor mannen en vrouwen.

Relatie oorsuizen en gehoorverlies

Oorsuizen, een wattengevoel in de oren of een (tijdelijk) dovig gehoor is een teken dat er een overprikkeling van de haarcellen in het binnenoor heeft plaatsgevonden, waardoor een tijdelijk gehoorverlies is ontstaan. Dit wordt in vakkringen en daarbuiten nogal eens gezien als een verhoogde kans op een permanent gehoorverlies op langere termijn. Er is nagegaan of het aantal maal dat een leerling oorsuizen e.d. heeft gehad tijdens of na afloop van een popmuziekactiviteit, verband houdt met zijn of haar gehoorverlies, zoals bepaald in het audiometrisch onderzoek. Er bleek, statistisch gezien, geen enkel verband tussen de gehoorverliezen, bij welke frequentie dan ook, en het aantal keren oorsuizen, een wattengevoel of een dovig gehoor.

2. LUISTERTEST

Wijze van uitvoering

Een leerling die tijdens het onderzoek een luistertest uitvoert, zet aan het begin van de luistertest de volumeknop van de discman in de testopstelling zodanig dat de popmuziek zo luid klinkt als hij of zij dat met de eigen apparatuur gewend is. Vervolgens luistert de leerling één minuut. Als hij of zij vroeger op een ander niveau luisterde, wordt na de eerste luistertest van één minuut nog een tweede test gedaan, waarbij de leerling aan het begin de discman op het volume zet waarmee hij of zij in het verleden naar popmuziek luisterde. Met behulp van een geluidsmeter is een 'gemiddeld'² geluidsniveau over de betreffende minuut bepaald door aan de uitgang van de discman naar de hoofdtelefoons tevens de geluidsmeter aan te sluiten en die aan het eind van de minuut uit te lezen.³

Huidig luisterniveau

De mediane⁴ waarde van de huidige luisterniveaus van alle leerlingen tezamen die in 1997 gebruik maakten van hoofdtelefoons is 75 dB(A). Over het algemeen luisteren mannen op een hoger luisterniveau dan vrouwen. Dat is te zien in figuur 1, waarin de cumulatieve verdeling van de luisterniveaus van de mannen en vrouwen afzonderlijk is gegeven. De medianen verschillen 7 dB(A). De luisterniveaus van de 10% mannen die hun walk- of discman het hardst aan hebben staan, liggen echter nog maar 1 dB(A) hoger dan die van de 10% vrouwen voor wie dit het geval is.

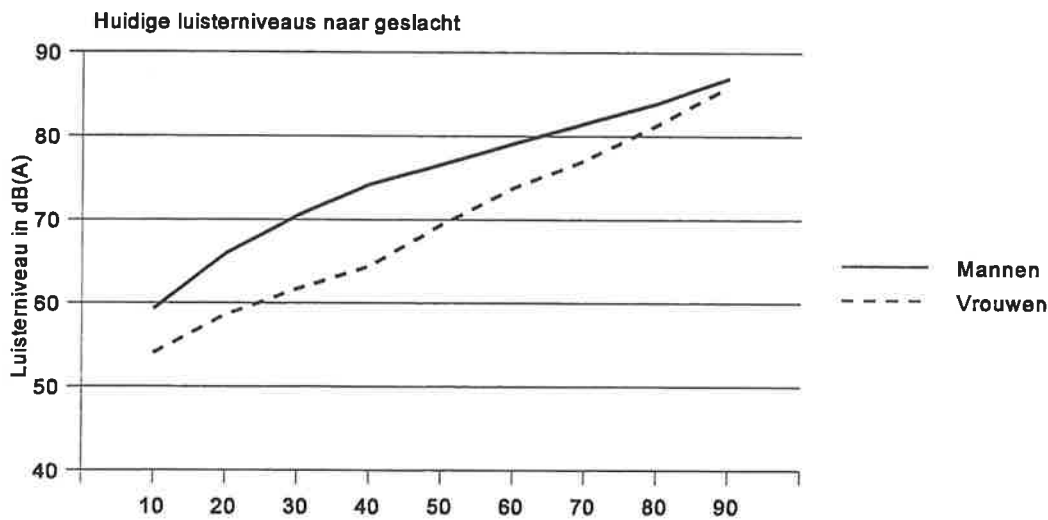
Er is een duidelijke relatie tussen het luisterniveau dat tijdens de luistertest door de leerling wordt ingesteld, en de stand van de volumeknop van zijn of haar eigen walk- of discman (zoals gevraagd in de vragenlijst). Dat is te zien in figuur 2. De leerlingen zijn ingedeeld in vier groepen naar de stand van de volumeknop van de eigen walk- of discman (minder dan de helft van het maximaal mogelijke, op ongeveer de helft, op ongeveer 3/4, op het maximaal mogelijke). Het mediane huidige luisterniveau van deze groepen is met toenemende stand van de volumeknop: 62, 69, 78 en 84 dB(A).

² In de akoestiek wordt voor dit 'gemiddelde' geluidsniveau de term equivalent geluidsniveau gebruikt (ISO 1999, 1990). Het betreft een exponentiële middeling van de in die minuut voorkomende geluidsniveaus.

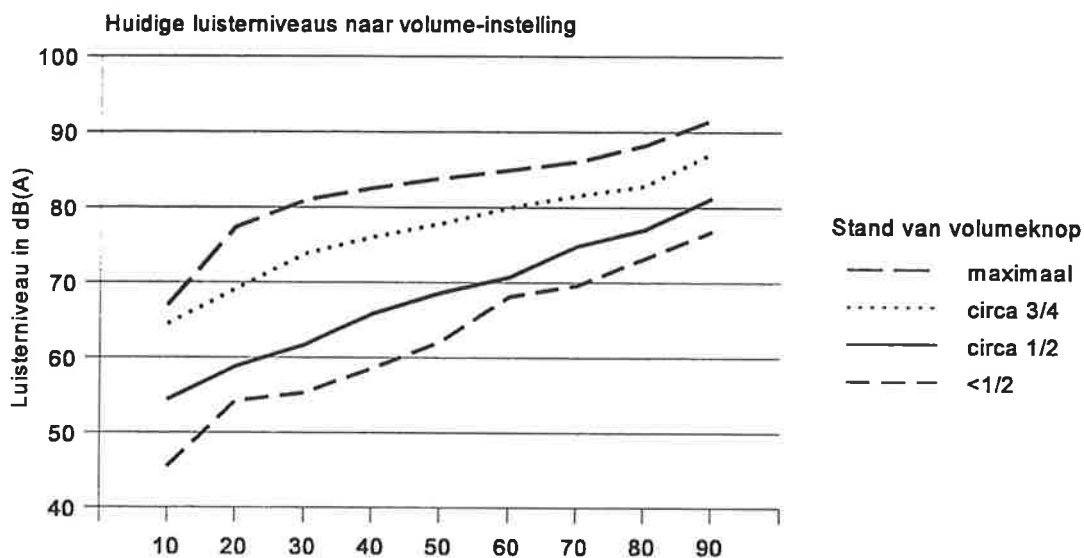
³ De testapparatuur is zo gekalibreerd dat het verkregen luisterniveau gelijk is aan het niveau van popmuziek in een ruimte die dezelfde geluidsbelasting in de gehoorgang teweeg zou brengen.

⁴ De middelste van de naar grootte gerangschikte waarnemingen.

Figuur 1 De cumulatieve verdeling van de luisterniveaus in dB(A) van de onderzochte groep mannen en vrouwen die met hoofdtelefoons naar popmuziek luisteren. De lijnen geven aan wat het luisterniveau ten hoogste is voor een bepaald percentage mannen of vrouwen, die in 1997 met hoofdtelefoons naar popmuziek luisterden. Bijvoorbeeld: 90% van de mannen heeft een luisterniveau van hoogstens 87 dB(A).



Figuur 2 De cumulatieve verdeling van de luisterniveaus in dB(A), van de onderzochte groep leerlingen die met hoofdtelefoons naar popmuziek luisteren, ingedeeld naar de stand van de volumeknop van de eigen walk- of discman. De lijnen geven aan wat het luisterniveau ten hoogste is voor een bepaald percentage luisteraars.



In het verleden zijn metingen verricht aan de output van walkmans (Richter, 1990). Uit deze metingen is een schatting (Passchier-Vermeer en Vos, 1997) gemaakt van de mediane luisterniveaus voor de vier genoemde standen van de volumeknop van walkmans: 75, 80, 88 en 100 dB(A). De verschillen tussen de in de luistertest vastgestelde luisterniveaus en de eerdere schattingen bedragen dus 10 tot 16 dB(A).

Dat betekent dat de in het onderzoek vastgestelde luisterniveaus 10 tot 16 dB(A) onder de eerdere schattingen liggen.

Het hoogste huidige luisterniveau van de leerlingen is 94 dB(A). Dit luisterniveau is een 'gemiddeld' geluidsniveau, dat is bepaald over één minuut. In de Franse regelgeving op het gebied van maximaal toelaatbare geluidsniveaus onder hoofdtelefoons wordt niet het 'gemiddelde' geluidsniveau, maar het maximale geluidsniveau (namelijk van 100 dB(A)) gehanteerd. Dit maximum ligt voor popmuziek ongeveer 6 tot 9 dB(A) boven het 'gemiddelde' geluidsniveau. Dit houdt in dat het hoogste huidige luisterniveau dat in het onderzoek is waargenomen, net boven het in Frankrijk toelaatbare ligt.

'Gemiddelde' huidige geluidsbelasting over 24 uur

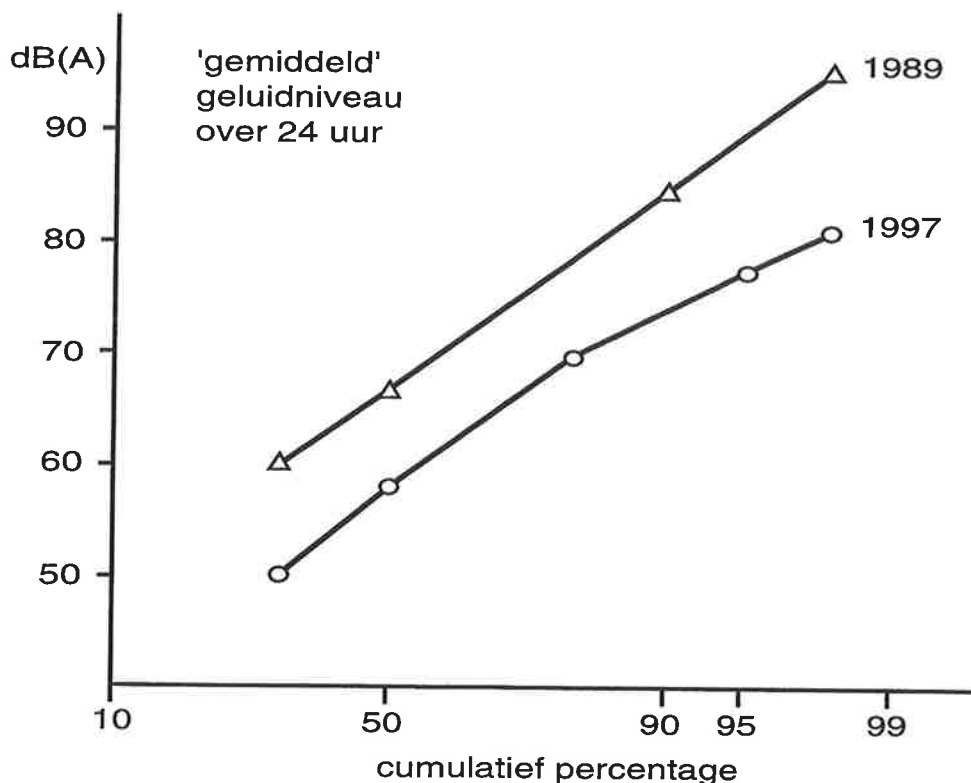
Het huidige luisterniveau van een leerling en het aantal uren dat hij of zij met hoofdtelefoons naar popmuziek luistert, bepalen tezamen de huidige geluidsbelasting door deze popmuziekactiviteit. Deze 'gemiddelde'⁵ geluidsbelasting is voor elke leerling berekend voor een dag van 24 uur. In figuur 3 is de cumulatieve verdeling gegeven van deze 'gemiddelde' huidige geluidsbelastingen over 24 uur van de groep leerlingen die met hoofdtelefoons naar popmuziek luisteren. Het resultaat uit het huidige onderzoek is aangegeven met 1997. Ook zijn in de figuur de resultaten van eerdere schattingen (Passchier-Vermeer, 1989) gegeven. Het verschil in de mediane waarden is 9 dB(A) en neemt toe tot 14 dB(A) bij de hoogste niveaus.

Vergelijking met de internationale standaard ISO 1999 (1990)

De gehoorschade door de 'gemiddelde' geluidsbelasting voor een dag van 24 uur kan voor een *dagelijkse blootstelling aan geluid op de arbeidsplaats* worden geschat uit ISO 1999 (1990). Voor een dergelijke blootstelling begint gehoorschade door de blootstelling aan geluid bij de gevoeligste frequentie (4000 Hz) op te treden vanaf 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur van 70 dB(A). Voor andere frequenties gelden hogere 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur: bijvoorbeeld 73 dB(A) voor 3000 en 6000 Hz. De gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats neemt bij de schadelijke geluidsniveaus ook toe met het aantal jaren blootstelling. Als de relaties tussen 'gemiddeld' geluidsniveau en gehoorschade uit ISO 1999 ook zouden gelden voor de blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons, dan zou er bij de leerlingen in elk geval geen gehoorschade op gaan treden bij niveaus van 70 dB(A) of lager, dat wil zeggen volgens figuur 3 bij ten minste 80% van de leerlingen. Bij de overige leerlingen hangt de eventuele gehoorschade dan af van het 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur en het aantal jaren van blootstelling. Hierop wordt in hoofdstuk 4 verder ingegaan.

⁵ Het betreft in dit geval een 'middeling' van de in 24 uur voorkomende geluidsniveaus (zie ook noot 2).

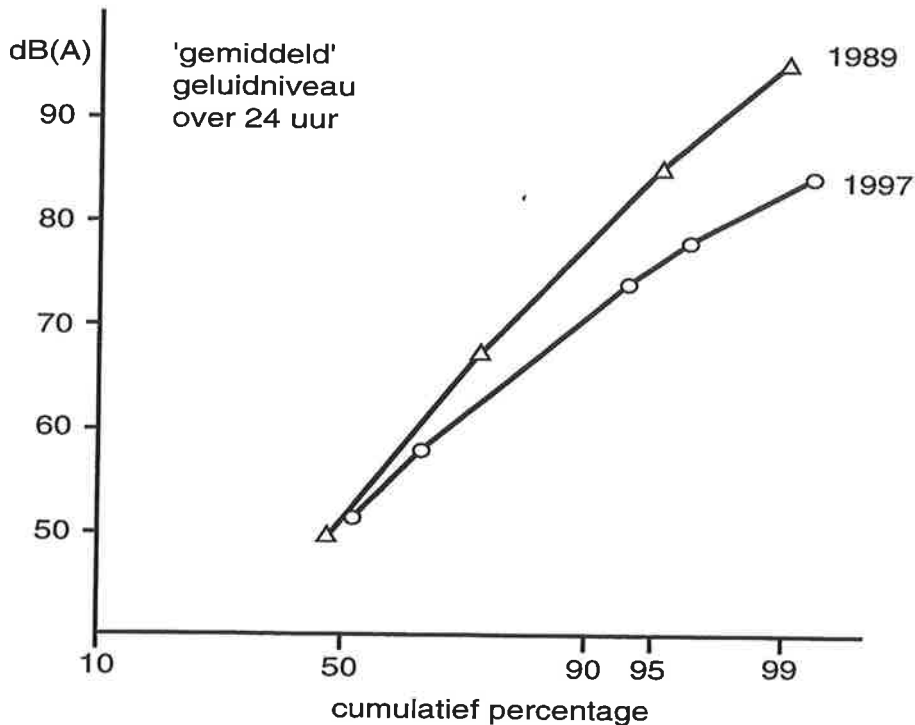
Figuur 3 Cumulatieve verdeling van de 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons bij degenen die van hoofdtelefoons gebruikmaken. Het resultaat van het huidige onderzoek is aangegeven met 1997. Ook is opgenomen het resultaat van een eerder gemaakte schatting (Passchier-Vermeer, 1989).



Schatting geluidsbelasting Nederlandse jongeren

In 1994 (Gezondheidsraad, 1994) is geschat dat in de beginjaren 90 ongeveer 50% van de Nederlandse jongeren met hoofdtelefoons naar popmuziek luistert. Uit de eerste fase van het onderzoek is gebleken dat bij een representatieve steekproef van de Nederlandse jongeren het percentage luisteraars met hoofdtelefoons in de leeftijdsklasse van 12 tot 20 jaar ongeveer 70% is. Het percentage luisteraars in fase 2 (85%) ligt hoger dan dat uit fase 1, aangezien voor fase 2 een hoogbelaste groep is geselecteerd. Met behulp van de genoemde 50% voor de beginjaren negentig en de 70% voor 1997 is een schatting gemaakt van de cumulatieve verdeling van de 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons bij de Nederlandse jongeren van 12 tot en met 20 jaar. Het resultaat is in figuur 4 gegeven. Voor ongeveer de helft van de Nederlandse jongeren is naar verwachting geen verandering in de 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur opgetreden, maar voor de hogere niveaus is er sprake van een duidelijke vermindering in niveau over 24 uur.

Figuur 4 Cumulatieve verdeling van de 'gemiddelde' geluidsniveaus over 24 uur door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons bij de Nederlandse jongeren van 12 tot en met 20 jaar. De schatting uit de resultaten van het huidige onderzoek is aangegeven met 1997. Ook is opgenomen het resultaat gebaseerd op een eerder gemaakte schatting (Passchier-Vermeer, 1989).



Vroegere luisterniveau bij het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons

Van de leerlingen die vroeger op een ander niveau luisterden dan ze nu doen (176 leerlingen) blijkt ongeveer de helft vroeger op een hoger niveau te hebben geluisterd (verschil gemiddeld 6 dB(A)) en ook ongeveer de helft op een lager niveau (verschil gemiddeld - 6 dB(A)). Bij de mannen ligt de mediaan van de vroegere luisterniveaus 1 dB(A) onder die van de huidige luisterniveaus en bij de vrouwen 1 dB(A) erboven. Deze verschillen zijn dus zeer gering. Daarbij dient wel bedacht te worden dat 'vroeger' betrekking heeft op het recente verleden, omdat immers de luisterperiode van de leerlingen die via hoofdtelefoons naar popmuziek luisteren gemiddeld 'slechts' 5,7 jaar is. De hoogste waarde van de vroegere luisterniveaus van de leerlingen is naar schatting 99 dB(A).

3. AUDIOMETRISCH ONDERZOEK

Leerlingen met een groot gehoorverlies

Het aantal leerlingen met een gehoorverlies van tenminste 30 dB aan tenminste één oor en bij tenminste één frequentie bedraagt 32 (27 mannen en 5 vrouwen). De vraag is of het aannemelijk is dat de blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons dit gehoorverlies heeft veroorzaakt. Het lijkt redelijk om ervan uit te gaan dat het bij gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons, net als bij beroepsmatige blootstelling, gaat om een hoogfrequent gehoorverlies dat in de loop van de jaren aan beide oren ontstaat en ook aan beide oren min of meer gelijk is. Dit sluit uit dat gehoorverlies dat alleen in het laagfrequente gebied wordt geconstateerd en gehoorverlies dat, eventueel hoogfrequent, slechts aan één oor aanwezig is, is ontstaan door popmuziek via hoofdtelefoons.⁶ Geen van de leerlingen wijt zijn of haar klachten over het gehoor aan popmuziek, ook niet aan bijvoorbeeld dicht bij luidsprekers staan tijdens popconcerten. Van de 32 leerlingen met een groot gehoorverlies zijn er 21 die mogelijk gehoorverlies hebben door blootstelling aan hoge geluidsniveaus in de beroepssfeer of door andere oorzaken, zoals bepaalde ziekten, erfelijke aandoeningen, ototoxische medicijnen en hoofdletsel. De overige 11 leerlingen (allen mannen) hebben een hoogfrequent gehoorverlies, hetgeen op gehoorschade door geluid zou kunnen wijzen. Echter zeven van hen hebben gehoorverlies aan slechts één oor, terwijl het andere oor een normale gehoordrempel (minder dan 10 dB) heeft. Omdat het niet aannemelijk is dat bij deze 7 leerlingen het gehoorverlies aan het 'slechte'oor is ontstaan door de tweezijdige geluidsbelasting door popmuziek via hoofdtelefoons resteren er 4 leerlingen met mogelijk grote gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons. Van deze vier leerlingen zijn er twee die vrijwel geen geluidsbelasting hebben door popmuziek via hoofdtelefoons. De andere 2 leerlingen behoren wel tot de groep hoogstbelasten (zie later) door popmuziek via hoofdtelefoons. Het is derhalve aannemelijk dat 2 leerlingen **mede** door popmuziek via hoofdtelefoons een tweezijdig hoogfrequent gehoorverlies hebben van 30 dB of meer.

De geselecteerde groep leerlingen

De analyses over het verband tussen blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons en gehoorschade door deze blootstelling worden verricht met de gegevens over een groep geselecteerde leerlingen. Criteria voor selectie zijn: afwezigheid van hoge geluidsbelastingen (anders dan die door popmuziek) waardoor gehoorschade zou kunnen zijn ontstaan, en afwezigheid van andere oorzaken van gehoorverlies (zoals bepaalde ziekten, erfelijke aandoeningen, ototoxische medicijnen en hoofdletsel).

⁶ Hoogfrequent gehoorverlies aan één oor zou overigens eventueel kunnen zijn ontstaan door een plotseling zeer hard geluid, zoals van vuurwerk dat dicht bij het oor van de betrokkene wordt afgestoken of een incidentele hoge blootstelling tijdens bijvoorbeeld een popconcert, waarbij één oor op zeer korte afstand naar een luidspreker gericht was. Daarover kunnen de verzamelde gegevens echter geen uitsluitsel geven.

De geselecteerde groep bestaat uit 238 mannen en 122 vrouwen.

De referentiegroepen en de relatieve gehoordrempels

Het was de bedoeling om uit de groep geselecteerde leerlingen een referentiegroep mannen en een referentiegroep vrouwen samen te stellen, die geen enkele blootstelling aan popmuziek gehad hebben. Het bleek niet mogelijk om dit selectiecriteria te handhaven, omdat er onder de groep van geselecteerde leerlingen slechts één man en één vrouw waren, die geen enkele popmuziekactiviteit hadden uitgevoerd. Daarom zijn die leerlingen voor de referentiegroepen geselecteerd, die een zeer geringe blootstelling aan popmuziek in heden of verleden hebben gehad.

Bij de analyses over het verband tussen geluidsbelasting door popmuziek en gehoorschade zijn de gehoordrempels van een leerling omgerekend naar gehoordrempels ten opzichte van de mediane gehoordrempel van de referentiegroep mannen of vrouwen, afhankelijk van het geslacht van de leerling. Deze gehoordrempels worden in het rapport de relatieve gehoordrempels genoemd.

Gehoorverlies aan beide oren van de leerlingen in de geselecteerde groep

Uit een vergelijking van de gehoordrempels aan het linker- en het rechteroor van de leerlingen uit de geselecteerde groep blijkt, in overeenstemming met eerder verricht onderzoek (Passchier-Vermeer, 1981; Passchier-Vermeer en Rövekamp, 1987), dat het linkeroor gemiddeld 'slechter' is (een hogere gehoordrempel heeft) dan het rechteroor. De verschillen zijn afhankelijk van de frequentie: bij 1000 Hz is het verschil gemiddeld 1 dB en bij 6000 Hz bijna 5 dB. In het rapport zijn analyses uitgevoerd met het gemiddelde van de gehoordrempels aan beide oren.

Verskil in gehoorverlies van mannen en vrouwen in de geselecteerde groep

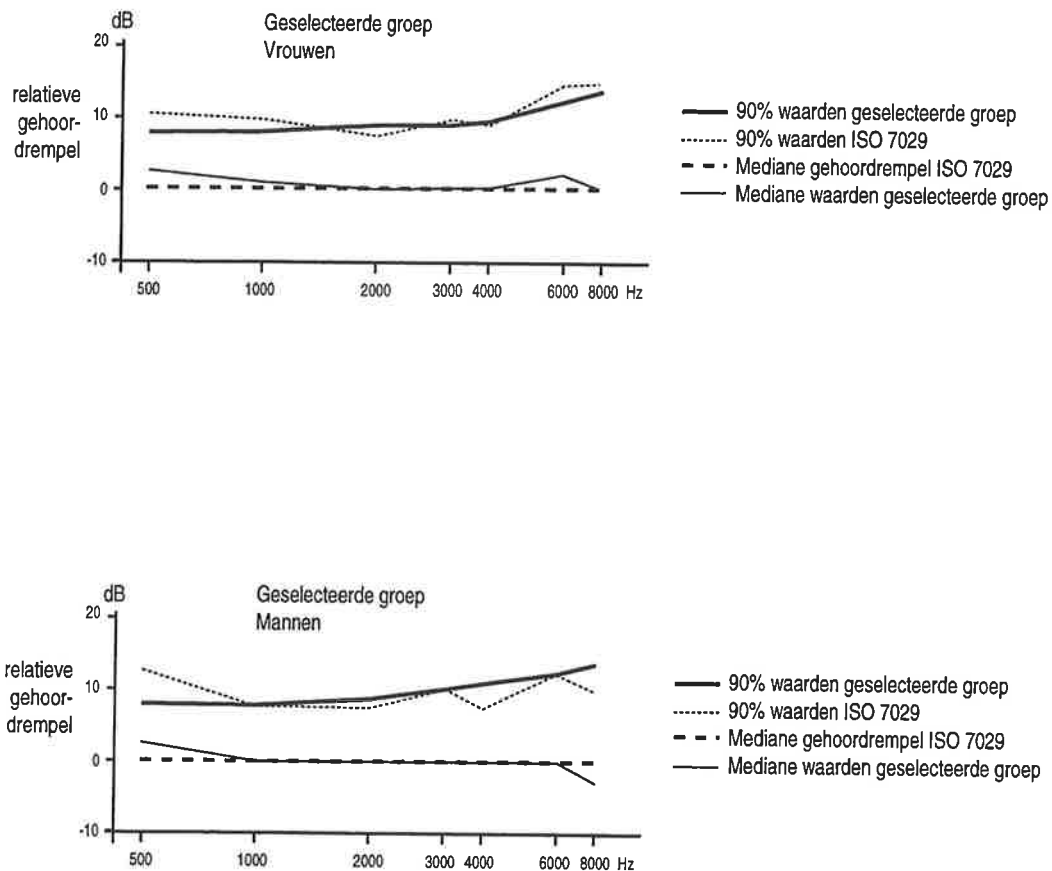
Er is een duidelijk verschil in de gehoordrempels van de groep geselecteerde mannen en die van de groep geselecteerde vrouwen. Bij de lagere frequenties ligt de gehoordrempel van vrouwen iets, maar statistisch niet significant, hoger dan die van mannen (het gehoor van vrouwen is dus iets slechter). Bij de hogere frequenties vanaf 3000 Hz ligt de gehoordrempel van mannen statistisch significant hoger dan die van vrouwen (dat betekent dat bij deze frequenties het gehoor van mannen slechter is).

Cumulatieve verdeling van de gehoordrempels in de geselecteerde groep mannen en vrouwen

In ISO 7029 (ISO, 1997) zijn de cumulatieve verdelingen van relatieve gehoordrempels als functie van de leeftijd gegeven van *referentiegroepen* mannen en vrouwen die aan de eerder genoemde strikte selectiecriteria voldoen. Deze verdelingen uit ISO 7029 zijn vergeleken met die van de groepen geselecteerde mannen en vrouwen uit dit onderzoek (zie figuur 5). Het blijkt dat de cumulatieve verdelingen van de relatieve gehoordrempels in de geselecteerde groep mannen en vrouwen uit dit

onderzoek vrijwel identiek zijn aan die verdelingen voor referentiegroepen uit ISO 7029 met dezelfde leeftijd als de onderzochte groepen. Ondanks de mogelijke gehoorschade door blootstelling aan popmuziek van de geselecteerde groepen in het huidige onderzoek, is het gehoor niet slechter dan volgens ISO 7029 zou gelden voor referentiegroepen mannen en vrouwen, die zoals gedefinieerd 'have no undue exposure to noise'. Dit sluit echter niet uit dat zich in de geselecteerde groep een (kleine) deelgroep bevindt die wel (enige) gehoorschade heeft opgelopen (zie vervolg van dit rapport).

Figuur 5 De mediane relatieve gehoordrempel en de relatieve gehoordrempel die juist wordt overschreden door 90% van de leerlingen, als functie van de frequentie van de gehoordrempels en diezelfde gehoordrempels volgens ISO 7029 voor de betrokken leeftijden. De bovenste grafiek is voor groepen vrouwen en de onderste grafiek voor groepen mannen.



4. RELATIE GELUIDSBELASTING DOOR POPMUZIEK VIA HOOFDTELEFOONS EN GEHOORVERLIES

Effect van andere popmuziekbelastingen op de gehoorscherppte

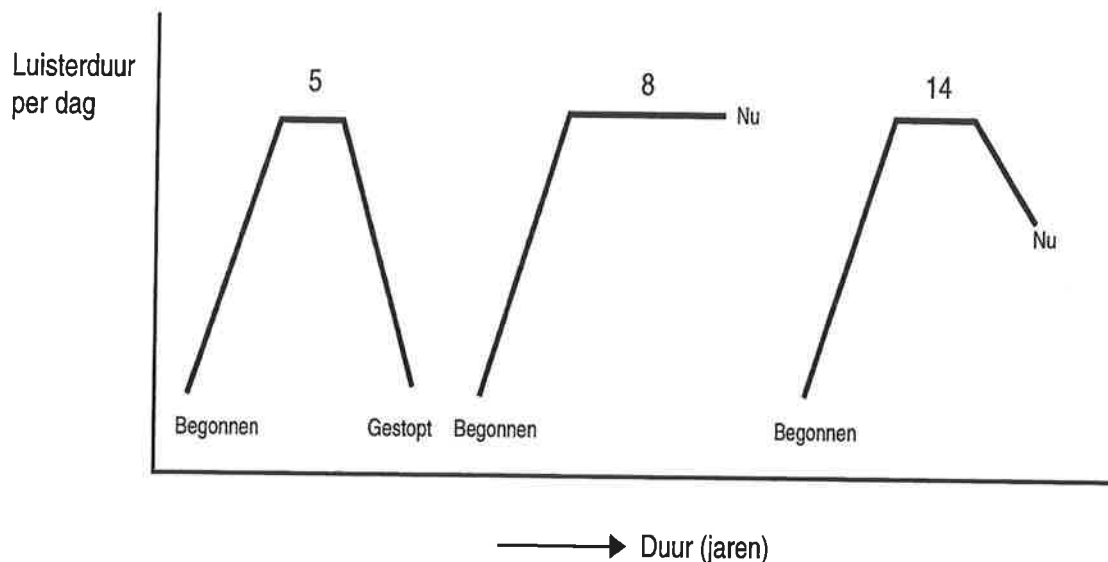
Er is nagegaan of de andere vier soorten popmuziekactiviteiten (bezoeken popconcert, discotheek, houseparty en spelen in popgroep/fungeren als discjockey) gehoorverlies bij de leerlingen hebben veroorzaakt. Allereerst is gekeken of er een verband is tussen de gehoordrempels bij de diverse frequenties en de geluidsbelasting in 1997 door elk van de vier popmuziekactiviteiten afzonderlijk. Bij de groep vrouwen is er een geringe, maar statistisch niet significante, toename van de gehoordrempel bij 8000 Hz als het aantal bezoeken aan houseparty's toeneemt. Alle overige popmuziekactiviteiten anders dan het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons hebben, afzonderlijk beschouwd, geen statistisch significante relatie met de gehoordrempels. Ook is het effect geanalyseerd van de voor de vier popmuziekactiviteiten gecombineerde geluidbelastingsmaat op de gehoorscherppte. Uit de analyses blijken geen statistisch significante verbanden. Dit houdt dus in dat er bij de onderzochte leerlingen (uit fase 2) geen gehoorschade aangetoond kan worden door andere popmuziekactiviteiten dan luisteren via hoofdtelefoons. Deze conclusie betekent niet dat andere, meer belaste groepen, ook geen gehoorschade door deze popmuziekactiviteiten zouden oplopen.

Expositiepatronen voor het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons

Een expositiepatroon is een schematische weergave van de mate van blootstelling van een leerling aan popmuziek via hoofdtelefoons gedurende zijn of haar luisterperiode. De luisterperiode van een leerling is het totaal aantal jaren dat hij/zij met hoofdtelefoons naar popmuziek luistert of geluisterd heeft. Er zijn in het onderzoek 15 expositiepatronen gedefinieerd. Drie van deze patronen zijn weergegeven in figuur 6. De luisterperiode is in drie delen verdeeld. Voor elk van de drie gedeelten zijn aan de hand van de vragenlijst en luistertest voor elke leerling drie karakteristieken bepaald:

- het aantal jaren dat het gedeelte van het expositiepatroon omvat;
- het gemiddeld aantal uren dat in dat gedeelte gedurende een dag via hoofdtelefoons naar popmuziek is/wordt geluisterd;
- het luisterniveau.

Figuur 6 Drie expositiepatronen (nrs. 5, 8 en 14). Expositiepatroon 8 komt het meest voor (bij 24% van de leerlingen). In de drie expositiepatronen neemt in de beginperiode het aantal uren dat per dag geluisterd is langzaam toe en blijft vervolgens gedurende enige tijd ongeveer constant. In expositiepatroon 5 is men vervolgens met de activiteit gestopt, in expositiepatroon 8 wordt nog steeds ongeveer gedurende hetzelfde aantal uren per dag geluisterd en in expositiepatroon 14 is men langzamerhand weer een geringer aantal uren gaan luisteren.



De BEL voor popmuziek via hoofdtelefoons

Er is voor de afzonderlijke kenmerken van de blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons, zoals het aantal uren luisteren met hoofdtelefoons per dag in 1997, het huidige luisterniveau, het vroegere luisterniveau en het aantal jaren luisteren nagegaan of er een statistisch significant verband is met de relatieve gehoordrempels van de leerlingen. Geen van de afzonderlijke expositiekenmerken leverde statistisch significante gehoorverliezen op.

Vervolgens zijn verdergaande analyses uitgevoerd waarbij de diverse kenmerken van de belasting door popmuziek via hoofdtelefoons zijn gecombineerd. Allereerst is uit de gedetailleerde gegevens over het expositiepatroon van een leerling een geluidbelastingsmaat (BEL) bepaald, waarin alle variabelen uit een expositiepatroon zijn verdisconteerd. De berekening van BEL berust op het model dat in ISO1999 (ISO, 1990) is gegeven voor blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats. Door gebruik te maken van de in ISO 1999 gegeven relatie voor dit soort blootstellingen tussen gehoorschade bij 4000 Hz (de toonhoogte waarbij volgens ISO 1999 gehoorschade het grootst is) en het 'gemiddelde' geluidsniveau gedurende een dag van 24 uur, is de BEL voor elke leerling berekend. Deze berekening is zo opgezet dat BEL naast een geluidbelastingkenmerk ook gelijk is aan de te verwachten gehoorschade bij 4000 Hz door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons, als het model uit ISO 1999 ook toepasbaar is op dit soort blootstelling aan geluid. Er moest tot de bepaling van een dergelijke

'ingewikkelde' geluidmaat worden overgegaan, omdat de afzonderlijke kenmerken van de blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons geen verband te zien gaven met gehoorverlies.

Uit de berekeningen blijkt dat 280 (78%) van de 360 geselecteerde leerlingen een waarde van BEL gelijk aan 0 hebben, tachtig leerlingen (22%) een $BEL > 0$, waaronder 32 leerlingen (9%) een $BEL > 1$. Als het model uit ISO 1999 dus ook toepasbaar zou zijn op blootstelling door popmuziek via hoofdtelefoons, zouden 280 leerlingen (78%) geen gehoorschade hebben opgelopen, 48 leerlingen (13%) gehoorschade bij 4000 Hz van minder dan 1 dB en 32 leerlingen (9%) van meer dan 1 dB.

Gehoorverlies door popmuziek via hoofdtelefoons

Er is een aantal analyses uitgevoerd om na te gaan of luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons, gekenmerkt met BEL, verband houdt met de gehoorscherpte bij de diverse frequenties. Uit de analyses blijkt dat bij de groep van 32 leerlingen met $BEL > 1$ het gehoorverlies bij 4000 en 6000 Hz statistisch significant groter is dan bij de overige leerlingen. Er is bij deze 32 leerlingen gehoorschade bij 4000 en 6000 Hz door popmuziek via hoofdtelefoons van gemiddeld 2,7 dB ontstaan. Bij de 48 leerlingen uit de geselecteerde groep met BEL tussen 0 en 1 dB is het gehoorverlies bij een aantal frequenties wel (iets) groter dan bij de leerlingen met $BEL = 0$, maar de verschillen zijn niet statistisch significant. Bij deze groep heeft de popmuziekactiviteit dus geen statistisch significante gehoorschade veroorzaakt.

De totale geselecteerde groep bestond uit 337 leerlingen die wel en 23 leerlingen die nooit met hoofdtelefoons naar popmuziek geluisterd hadden. Dit houdt in dat 32 van de 337 luisteraars (9.5%) een gehoorschade van gemiddeld 2,7 dB bij 4000 en 6000 Hz heeft opgelopen door popmuziek via hoofdtelefoons.

Toepassing van het model uit ISO 1999

De vraag is of het model uit ISO 1999 (1990), dat de relatie beschrijft tussen gehoorschade en de geluidsbelasting door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats, ook toepasbaar is op gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons. De gegevens over de gehoorschade door blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons, voor de ranges van blootstellingskenmerken die in het onderzoek voorkomen (luisterniveaus van ten hoogste 95 dB(A) en luisterperiodes van niet meer dan ruim 10 jaar) leveren de volgende aanwijzingen op:

- Volgens ISO 1999 (1990) veroorzaken geluidsbelastingen zoals die van de leerlingen geen gehoorschade bij de frequenties 500, 1000 en 2000 Hz. Dit is in overeenstemming met hetgeen over de gehoordrempels (bij deze frequenties) van de leerlingen geconstateerd is;
- Bij frequenties vanaf 3000 Hz lijkt het er op dat de frequentie-afhankelijkheid van gehoorschade door blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons anders is dan beschreven

in ISO 1999. De geconstateerde gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons bij frequenties vanaf 3000 Hz kan beter beschreven worden met de relatie die in ISO 1999 gegeven is voor een frequentie die een halve octaaf lager ligt (3000 Hz ligt een halve octaaf lager dan 4000 Hz, 4000 Hz ligt een halve octaaf lager dan 6000 Hz, 6000 Hz ligt een halve octaaf lager dan 8000 Hz). Anders dan bij gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats, is de gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons bij 6000 Hz (iets) groter dan bij 4000 Hz.

5. PREVALENTIE GEHOORVERLIES DOOR POPMUZIEK VIA HOOFDTELEFOONS BIJ JONGEREN IN NEDERLAND

Aantal jongeren met gehoorschade

In Nederland zijn er 4,05 miljoen jongeren in de leeftijd van 12 tot en met 30 jaar. In fase 1 zijn gegevens verzameld over het aantal jaren dat in die leeftijdsgroep (opgedeeld naar geslacht en leeftijd) via hoofdtelefoons naar popmuziek wordt geluisterd, de duur van het luisteren in een kalenderjaar en de stand van de volumeknop hierbij. In fase 2 zijn verbanden gevonden tussen gehoorschade door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons en de luisterkarakteristieken (zoals de luisterperiode en het luisterniveau). De gegevens uit fase 1 en 2 zijn gecombineerd om de omvang van het gehoorverlies (door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons) bij jongeren te schatten. Er is bij de schatting uitgegaan van de veronderstelling dat in het verleden bij gelijke stand van de volumeregelaar de geluidsproductie van muziekapparatuur niet anders is geweest dan van de huidige.

Naar schatting hebben in totaal 260.000 van de jongeren (6,5%) tussen de 12 en 30 jaar een (klein) gehoorverlies van 3 dB bij 4000 en 6000 Hz door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval van genoemd aantal is 190.000 tot 370.000.

Toelichting: Met het vorderen van de jaren neemt het gemiddelde gehoorverlies in bevolkingsgroepen toe. Deze toename begint al vanaf het twintigste levensjaar en wordt met toenemende leeftijd per jaar steeds groter. Gemiddeld neemt het gehoorverlies bij 4000 en 6000 Hz tussen het twintigste en dertigste levensjaar met 3 dB toe. Het gehoor van de groep jongeren in Nederland met gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons komt bij 4000 en 6000 Hz dus gemiddeld overeen met het gehoor van een 10 jaar oudere groep.

Tevens hebben naar schatting 15.000 jongeren (0,4%) in Nederland aan beide oren een hoogfrequent gehoorverlies van 30 dB of meer, mede door luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval van genoemd aantal is 1600 - 51.000.

Toelichting: Bij een hoogfrequent gehoorverlies van 30 dB heeft iemand veelal moeilijkheden met het verstaan van spraak onder alledaagse omstandigheden. Bij een dergelijk gehoorverlies is het moeilijk om woorden met onder meer s- en f-klanken goed te onderscheiden.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Conclusies

Fase 2 van het onderzoek heeft resultaten opgeleverd die een consistent beeld opleveren:

- De luisterniveaus onder de hoofdtelefoons zijn 10 tot 15 dB(A) lager dan eerder op basis van schaarse gegevens is geschat. Gecombineerd met het aantal uren luisteren per dag levert dit voor de meeste leerlingen 'gemiddelde' geluidsniveaus over een etmaal, die niet schadelijk zijn voor het gehoororgaan;
- De verdelingen van de gehoordrempels maken het aannemelijk dat de meeste leerlingen geen gehoorverlies hebben opgelopen door luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons. Bijna 10% van de luisteraars heeft een klein gehoorverlies bij 4000 en 6000 Hz van 3 dB en bij 0,5% is er *mede* door popmuziek via hoofdtelefoons een hoogfrequent tweezijdig gehoorverlies van tenminste 30 dB.

Aanbevelingen

Blootstelling aan popmuziek via hoofdtelefoons en gehoorverlies daardoor, zijn beide geringer dan op basis van eerdere schattingen (Gezondheidsraad, 1994; Passchier-Vermeer en Vos, 1997) verwacht werd. Dat er gehoorverlies door popmuziek via hoofdtelefoons is geconstateerd bij de hoogstbelaste groep, ook al is dat gehoorverlies relatief gering, geeft steun aan de veronderstelling dat bij nog hogere geluidsbelastingen de gehoorschade ook groter zal zijn. Om een goed gehoor van de Nederlandse jongeren te behouden, is het dus zaak om te voorkomen dat deze geluidsbelastingen verder oplopen. Het verdient aanbeveling om de huidige hoogste geluidsbelastingen nog circa 5 dB(A) terug te dringen. Wellicht kan dit bereikt worden door:

- gerichte voorlichting waarin erop wordt aangedrongen het volume van een walk- of discman niet maximaal te zetten;
- de fabricage van walk- en discmans met een lagere maximale output dan de huidige versies.

Aandachtspunt daarbij is de mogelijkheid dat de leerlingen met een huidige hoge geluidsbelasting door popmuziek via hoofdtelefoons later opnieuw aan schadelijke geluidsniveaus worden blootgesteld, bijvoorbeeld bij andere popmuziekactiviteiten of op de werkplaats. De combinatie van blootstellingen, ook al vinden ze niet in dezelfde leeftijdsperiode plaats, zal waarschijnlijk een cumulatief effect op de gehoorscherpte teweegbrengen, waardoor bij hogere percentages jongeren een grotere gehoorschade zal ontstaan.

Vervolgonderzoek

Het in fase 2 verrichte onderzoek heeft als doel gehad de mogelijke gehoorschade door het luisteren naar popmuziek via hoofdtelefoons in kaart te brengen. De betrokken onderzoeksgroep was voor dat

doel geselecteerd. Onderzoek naar het effect van de overige popmuziekactiviteiten op de gehoorscheppte vergt volgens de uitkomsten van de inventarisatie uit fase 1 een andere onderzoeksgroep. Bij met name jongeren in de leeftijdsklasse van 20 tot 25 jaar die een opleiding op HAVO/VWO-niveau volgen of gevolgd hebben, is de geluidsbelasting door de andere vier popmuziekactiviteiten het grootst.

De resultaten uit fase 2 leveren aanwijzingen dat een, enigszins aangepast, model uit ISO 1999 toepasbaar is op de gehoorschade door popmuziek via hoofdtelefoons. Stel dat dit ook geldt voor gehoorschade door de overige popmuziekactiviteiten. Uit fase 1 kan dan worden opgemaakt dat de gehoorschade bij deze onderzoeksgroep aanzienlijk zal zijn, als tenminste de schattingen van de geluidsniveaus bij deze popmuziekactiviteiten die in Passchier-Vermeer en Vos (1997) zijn gebruikt, juist zijn. Daarom verdient vervolgonderzoek in twee fasen aanbeveling: allereerst een onderzoek naar de geluidsbelasting in discotheken, bij houseparty's en bij popconcerten, en als de geluidsbelastingen inderdaad hoog blijken te zijn, audiometrisch onderzoek bij een hoogbelaste onderzoeksgroep.

DANKWOORD

Aan het realiseren van het onderzoek hebben velen buiten TNO-PG een onmisbare bijdrage geleverd. De volgende personen willen wij hierbij danken voor hun medewerking.

- . Dr. Hartmut Ising van het Umwelt Bundesamt te Berlijn voor zijn stimulerende inhoudelijke inbreng in het onderzoek, zijn daadwerkelijke ondersteuning bij de kalibratie van de door hem beschikbaar gestelde audiometers en cd-speler, en zijn medewerking bij het verkrijgen van toestemming van het Umwelt Bundesamt om de audiomobiel aan ons uit te lenen.
- . Alle leerlingen die, veelal met grote interesse, aan de testen hebben meegewerkt.
- . De directeuren, conciërges, contactpersonen, leraren en leraressen van de scholen waar het onderzoek heeft plaatsgevonden en de directeuren van de twee scholen in Rotterdam, die eveneens hun medewerking hadden toegezegd, maar waar het onderzoek niet heeft plaatsgevonden.
- . De contactpersonen en schoolartsen van de GGD Rotterdam en de GGD Leiden.
- . Gijs van Tol voor het vervoeren van de audiomobiel binnen Nederland en van en naar Berlijn.
- . Drs. Michel Simons en Drs. Linda Verhoeven voor het nauwgezet en zelfstandig uitvoeren van het veldwerk.
- . Ing. Ruurt van den Berg van NIA-TNO voor het uitlenen van de geluidsniveaumeter en zijn technische ondersteuning bij het gebruik ervan.
- . Annet Huizing voor het redigeren van dit rapport.

LITERATUUR

CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK. Statistisch Jaarboek 1996. Den Haag: CBS, 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6189. Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes. Geneve: ISO, 1983.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7029 Acoustics - Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age (Revision of ISO 7029: 1984). Geneve: ISO, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 1999. Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced impairment. Geneve: ISO, 1990.

ISING H, HANEL J, PILGRAMM M et al. Gehörschadensrisiko durch Musikhören mit Kopfhörern. HNO 1994; 42:764-8.

PASSCHIER-VERMEER W. De invloed van popmuziek op de gehoorschermte van jonge luisteraars. Delft: IMG-TNO, 1976. Rapport B 350.

PASSCHIER-VERMEER W. Popmuziek van weinig belang bij gehoorverlies van jongeren. TNO Project 1977;7/8:278-80.

PASSCHIER-VERMEER, W. Populaire muziek: Luistergewoonten bij een steekproef uit de Nederlandse bevolking. Delft: IMG-TNO, 1979. Rapport B424.

PASSCHIER-VERMEER, W. Popmuziek. Blijvende gehoorschade door expositie aan popmuziek? Een afdoend antwoord. Delft: IMG-TNO, 1981. Rapport B471.

PASSCHIER-VERMEER W. Popmuziek en gehoorschade. Geluid en Omgeving 1982;2:92-7.

PASSCHIER-VERMEER, W, ROVEKAMP AJM. Het verschil in de gehoordrempel aan het linker- en rechteroor. Leiden: NIPG-TNO, 1987. Rapport 87031.

PASSCHIER-VERMEER, W. Het gehoor van jongeren en blootstelling aan geluid. Leiden: NIPG-TNO, 1989. Rapport 89007. Ook: 's Gravenhage: Gezondheidsraad, 1989. Rapport A89/4.

PASSCHIER-VERMEER W. Noise from toys and the hearing of children. Leiden: NIPG-TNO, 1991. Report nr. 91.032. (This report has been written by order of the EEG, Directorate General of Employment, Social Affairs and Education).

PASSCHIER-VERMEER W. Baby's, kinderen en jongeren: loopt hun gehoor gevaar door blootstelling aan geluid? Horen 1991;19:18-23.

PASSCHIER-VERMEER W. Het gekrakeel rond de walkman. Geluid 1992;3:100-6.

PASSCHIER-VERMEER W. Gehoorschade door lawaai bij baby's voor en na de geboorte, kinderen, pubers en jongeren tot 20 jaar. Lezing gehouden op seminar 1993-I van de Stichting Vakopleiding FIDA op 15-01-1993.

PASSCHIER-VERMEER W. Geluid en Gezondheid: achtergrondstudie. Den Haag: Gezondheidsraad, 1993. Publikatie nr A93/02.

PASSCHIER-VERMEER W. Noise and Health: review. Den Haag: Gezondheidsraad, 1993. Publication no A93/02E.

PASSCHIER-VERMEER W. Noise-induced hearing loss from daily occupational noise exposure: extrapolations to other exposure patterns and other populations. In: Vallet M, ed. Proceedings 6th International Congress on Noise as a Public Health. Volume 3. Nice: INRETS, 1993:99-105.

PASSCHIER-VERMEER W. Ontwikkeling in effecten van geluid en preventie door wet- en regelgeving. Leiden: TNO-PG, 1996. Rapport 96.030.

PASSCHIER-VERMEER W, VOS H. Popmuziek: landelijke inventarisatie expositiepatronen. Leiden: TNO-PG, 1997. Rapport 97.001.

PASSCHIER-VERMEER W, VOS H. Popmusic: Exposure patterns in the Netherlands. Leiden: TNO-PG, 1997. Report 97.003.

PASSCHIER-VERMEER W, STEENBEKKERS JHM, VOS H. De relatie tussen popmuziek via hoofdtelefoons en gehoorverlies bij jongeren. Analyse van gegevens. Leiden: TNO-PG, 1998. Rapport 98.016

RICHTER U. Übertragungsmasse von Kopfhörern aus Mini-Kassettengeräten. Braunschweig: PTB, 1990. Publikation PTB-MA-18.

STRUWE F, JANSEN G, SCHWARZE S, SCHWENZER C, NITZSCHE M. Untersuchung von Hörgewohnheiten und möglichen Gehörrisiken durch Schalleinwirkungen in der Freizeit unter besonderer Berücksichtigung des Walkman-Hörens. Düsseldorf: Institut für Arbeitsmedizin der Heinrich-Heine-Universität, 1996. In BABISCH B, BAMBACH G, ISING H, KRUPPA B, PLATH P, REBENTISCH E, STRUWE F Gehörgefährdung durch laute Musik und Freizeitlärm. Berlin, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, 1996, 44 - 154.

