

# DE INVLOED VAN GELUID VAN MOTORKETTINGZAGEN OP HET GEHOORORGAAN

[307 : 302]

door

FLORA VAN LAAR

(Arts aan het Instituut voor Preventieve Geneeskunde te Leiden)

## *Inleiding*

Hoewel reeds enkele decennien intensief veld- en laboratoriumonderzoek is verricht naar de relatie tusschen de verschillende voorkomende lawaai-niveaus en de gevolgen voor het gehoororgaan, is het niet mogelijk, om een direct antwoord te geven op de vraag, in welke mate het lawaai geproduceerd door de diverse typen motorkettingzagen voor de arbeiders, die ermee werken, schadelijk is.

De schadelijkheid van lawaai hangt namelijk af van:

1. de totale geluidintensiteit en de verdeling van deze intensiteit over de frequentiebanden;
2. de expositieduur aan dit geluid;
3. de pauzen tussen de achtereenvolgende exposities;
4. de individuele gevoeligheid voor lawaai.

Voor een inzicht in de gestelde problematiek is het nodig allereerst de gevolgen van lawaaiinwerking op het gehoororgaan, voor zover heden ten dage bekend, in het kort weer te geven.

## *Lawaaitrauma*

Honderdvijftig jaar geleden heeft men reeds waargenomen, dat mensen, die jaren in bepaalde bedrijven of werkplaatsen werkzaam waren, op den duur hardhorend of doof werden. Door deze waarneming ontstond het vermoeden, dat er verband zou kunnen bestaan tussen het blootstellen van het gehoororgaan aan dit lawaai en deze doofheid.

Eerst tegen het einde van de 19e eeuw zijn gerichte onderzoekingen gedaan naar het vóórkomen van deze vormen van hardhorendheid. Onderzoek is zowel verricht bij grote groepen arbeiders in bedrijven, waar hoge lawaai-niveaus heersten, als door middel van dierexperimenten, door caviae aan hoge lawaaiintensiteiten bloot te stellen. Deze onderzoekingen hebben bevestigd, dat het vermoede verband tussen lawaai-expositie en hardhorendheid inderdaad bestaat, zodat men van beroepshardhorendheid kan spreken.

De dierexperimenten hebben uitgewezen, dat de hardhorendheid het gevolg is van een beschadiging van het binnenoer en wel van het slakkenhuis, waarin de eindorganen van de gehoorzenuw gelocaliseerd zijn. De mate van beschadiging en van eventueel herstel zijn sterk afhankelijk van het lawaai en van de expositietijd. Indien de geluidintensiteit erg hoog is en/of de duur lang wordt de beschadiging onherstelbaar. Het ontstaan en verloop van beroepshardhorendheid bij de mens werd verklaard in analogie aan de bevindingen uit de dierproeven verkregen. Het opsporen van beroepshardhorend-

heid was echter alleen mogelijk in een vergevorderd stadium, daar de toenmalige methoden het vaststellen van beginsymptomen en nauwkeurig onderzoek naar het verloop van lawaaihardhorendheid niet toelieten.

Pas nadat door de moderne electrotechniek het construeren van meet-apparatuur voor het bepalen van de gehoorscherptheit mogelijk is geworden, heeft men meer inzicht verkregen in ontstaan, verloop en vóórkomen van lawaaitraumata. Door laboratoriumonderzoek bij proefpersonen met zuivere tonen is vastgesteld, dat tijdens en in aansluiting aan de expositie aan tonen met een hoge intensiteit, veranderingen optreden in het horen. Bij analoge proeven met dieren is geconstateerd, dat er veranderingen optreden in de cellen en celstructuren van het binnenoor, die verantwoordelijk geacht kunnen worden voor deze veranderingen in de perceptie van geluid.

Direct in aansluiting aan een enkele minuten tot uren durende expositie aan tonen van hoge intensiteit is de gehoorscherptheit verminderd, m.a.w. de gehoordrempel verhoogd. Deze drempelverhoging kan echter weer verdwijnen. Maar de tijd nodig voor het bereiken van het normale uitgangspunt kan variëren van uren tot dagen, afhankelijk van de individuele gevoeligheid van de mens, de duur van de expositie en de intensiteit van het geluid. Deze tijdelijke drempelverhoging wordt in de internationale vakliteratuur aangeduid als „temporary threshold shift” of T.T.S.

Men kan zich voorstellen, dat indien men de toon langer op het gehoororgaan laat inwerken, of de intensiteit aanzienlijk verhoogd, de gehoordrempel pas na weken of maanden of zelfs helemaal niet meer geheel normaal wordt. Ditzelfde kan gebeuren, indien men achtereenvolgende prikkels elkaar sneller laat opvolgen, dan de tijd, die nodig is voor volledig herstel.

Het vorengenoemde verschijnsel is onderzocht met behulp van zuivere tonen. Indien lawaai op het gehoororgaan inwerkt, treedt hetzelfde fenomeen op. Alleen is de T.T.S. veel breder. Men heeft echter vastgesteld, dat het maximum van deze T.T.S. meestal rond 4000 cps<sup>1)</sup> ligt, hoewel dit kan variëren, afhankelijk van het lawaaispectrum, van 3000—8000 cps.

Door nauwkeurige analyse van de uitkomsten van laboratorium- en veldonderzoek heeft men kunnen vaststellen, dat de T.T.S. niet alleen een der eerste objectieve symptomen is van een beginnende lawaai-beschadiging, maar dat eveneens inzicht verkregen kan worden in de ernst van de definitieve gehoorbeschadiging, zoals die geregistreerd wordt bij mensen, die vele jaren aan lawaai van hoge intensiteit zijn blootgesteld. De T.T.S., die in aansluiting aan een kortdurende expositie aan een bepaald lawaai geregistreerd kan worden, is namelijk niet alleen op ongeveer dezelfde plaats van de gehoordrempel gelocaliseerd, maar bereikt een maximum, dat ongeveer even groot is, als het maximum van de definitieve gehoorbeschadiging. In tegenstelling tot de „temporary threshold shift” wordt de gehoorbeschadiging (d.i. een definitieve drempelverhoging) „permanent threshold shift” (P.T.S.) genoemd.

#### *„Damage risk criterion”<sup>2)</sup>*

Voor het vaststellen van het internationaal aanbevolen „damage risk criterion” is men uitgegaan van de stelling, dat het spraakverstaan van de mens, die vele jaren aan een bepaald lawaai is geëxponerd, niet beïnvloed

<sup>1)</sup> cps = cycles per second = trillingen per seconde.

<sup>2)</sup> Grens tussen schadelijk en niet-schadelijk lawaai.

mag worden. Daar er echter vele vormen van lawaai bestaan en — zoals in de inleiding reeds is opgemerkt — factoren buiten het lawaai mede bepalend zijn voor de schadelijkheid ervan, is het niet mogelijk om *het* „damage risk criterion” vast te stellen.

De ter beschikking staande onderzoekresultaten laten alleen toe exacte richtlijnen op te stellen voor continu lawaai, dat 5 uren per dag, 5 dagen per week gedurende vele jaren op het menselijk gehoororgaan inwerkt. Een dergelijk lawaai mag bij 500, 1000 en 2000 cps de 85 ISO-lijn<sup>3)</sup> niet overschrijden, dat neerkomt op een maximaal toelaatbaar niveau van 87—88 decibel<sup>4)</sup> bij 500, 85 decibel bij 1000, en 82—83 decibel bij 2000 cps. Dit betekent niet, dat indien een dergelijk lawaai beneden 500 of boven 2000 cps de ISO-lijn wel overschrijdt, géén gehoorschade ontstaat. Maar men heeft vastgesteld, dat die gehoorverliezen het spraakverstaan nauwelijks beïnvloeden. Op andere vormen van lawaai en/of voor andere expositie- en rusttijden kan men dit criterium echter niet toepassen.

Om in al deze gevallen vast te kunnen stellen, of een „hearing conservation program”<sup>5)</sup> noodzakelijk is, kan men niet volstaan met het meten van het lawaainiveau alleen, maar zal men ook geïnformeerd moeten zijn over expositie- en rusttijden. Vooral deze laatste informatie is bij vele werkzaamheden niet nauwkeurig genoeg vast te stellen. Daarom zijn de internationaal aanbevolen richtlijnen voor ander dan continue lawaai gebaseerd op het in de vorige paragraaf vermelde verschijnsel der „temporary threshold shift”.

Als algemeen advies is gegeven:

1. indien arts of technicus in onzekerheid verkeren over de mogelijke schadelijkheid van een bepaald lawaai, moet men direct in aansluiting aan de expositie of aan het einde van de dagtaak audiogrammen<sup>6)</sup> opnemen van de geëxponeerde mensen.
2. indien bij geen van hen een T.T.S. is aan te tonen, mag men aannemen, dat ook op den duur geen belangrijke P.T.S. zal ontstaan.
3. indien wel een T.T.S. geregistreerd wordt, moet men herhaalde malen onderzoeken, of deze T.T.S. bij 2000 cps het 12 decibel-niveau niet overschrijdt. Indien dit niet het geval is, is het zeer onwaarschijnlijk, dat op de lange duur een mogelijk definitief gehoorverlies zal interfereren met het spraakverstaan.

Naast deze voorlopige internationaal aanbevolen richtlijnen trachten tegenwoordig in het bijzonder Amerikaanse onderzoekers vast te stellen, hoelang een pauze moet zijn na een bepaalde expositieduur aan geluid van een bepaalde intensiteit. Hun publicaties laten duidelijk zien, dat met het toenemen van de geluidintensiteit de expositieduur steeds korter moet worden, wil de noodzakelijke pauze nodig voor herstel niet onevenredig groot worden. Zo wordt bijvoorbeeld voor een witte ruis (d.i. geluid, waarin de totale geluidsdruk evenredig verdeeld is over alle frequenties) van 105 decibel opgegeven, dat een expositieduur van 5 minuten 7—8 minuten pauze en een expositie-

<sup>3)</sup> ISO = International Standard Organization.

<sup>4)</sup> decibel = dB = eenheid, waarin de intensiteit van het geluid wordt uitgedrukt.

<sup>5)</sup> Hieronder te verstaan: alle maatregelen, noodzakelijk voor het beschermen van het gehoororgaan tegen schadelijke invloeden.

<sup>6)</sup> audiogram = een grafische voorstelling van het geluid, uitgedrukt in toonhoogte en geluidsstrekte, dat de proefpersoon nog juist kan horen.

duur van 10 minuten bijna 40 minuten rust noodzakelijk maakt om de T.T.S. op 2000 cps beneden 12 decibel te doen komen (ten opzichte van het 0-niveau van de audiometer<sup>7)</sup>).

Hoewel de door de onderzoekers geconstrueerde grafieken betreffende de cyclusduur, omvattende expositie- en rusttijd, wel enig houvast kunnen bieden bij het opstellen van een plan van werkzaamheden, kan men het periodiek opnemen van de gehoorscherpthe van de arbeiders (hoe tijdrovend ook) niet achterwege laten, indien men zeker wil zijn over de genomen of de te nemen maatregelen in het kader van een „hearing conservation program”.

#### *De motorkettingzaag als bron van schadelijk lawaai*

Daar noch uit de beschikbare literatuur, noch uit eigen onderzoek gegevens ter beschikking staan over de relatie tussen het geluid van motorkettingzagen en gehoorbeschadigingen, die met zekerheid aan te tonen zijn, mag men toch op grond van andere onderzoeken aannemen, dat de door deze machines geproduceerde lawaainiveaus schadelijk zijn voor het menselijk gehoororgaan. Bij metingen aan verschillende typen motorkettingzagen zijn namelijk lawaainiveaus, variërend tussen 95—105 decibel geregistreerd. Bij jarenlang dagelijks continue gebruik zullen alle arbeiders, die ermee werken, ernstige tot zeer ernstige gehoorverliezen oplopen.

Zelfs indien, uit hoofde van het arbeidsproces, tussen de verschillende expositietijden, rustpauzen bestaan, zullen deze, zeker bij een intensief arbeidsproces, te kort zijn om voldoende herstel van de in eerste instantie optredende T.T.S. te bewerkstelligen. Men zal daarom moeten nagaan, welke maatregelen noodzakelijk en mogelijk zijn om de arbeiders tegen de schadelijke invloed van het geluid van deze motorkettingzagen te beschermen.

#### *Algemene richtlijnen voor een „hearing conservation program”*

Vóórdat men welke maatregelen ook gaat treffen voor het beschermen van de mens tegen schadelijk lawaai, moet men allereerst overwegen, of veranderingen aan de lawaaiproducerende machine het lawaainiveau kunnen verminderen. Indien deze technische voorzieningen niet snel, in het geheel niet of onvoldoende zijn te verwezenlijken, is het noodzakelijk andere maatregelen in overweging te nemen. Men zal moeten trachten veranderingen in het arbeidsproces aan te brengen.

Ten eerste moet men zorg dragen, dat al degenen, die niet direct bij het uitvoeren van de werkzaamheden betrokken zijn, op voldoende afstand van de lawaaibron blijven.

Ten tweede zal men een werkschema moeten opstellen, waarbij na de expositie aan het lawaai een voldoende lange rusttijd mogelijk wordt gemaakt. Indien, om welke reden ook, het arbeidsproces niet voldoende mogelijkheden biedt om deze veranderingen, met behoud van rendement, voldoende door te voeren, zal men de arbeider persoonlijke beschuttingsmiddelen (gehoorbeschermers) moeten verstrekken.

Als algemene richtlijn geldt, dat elke arbeider, die met een motorkettingzaag gaat werken, eerst aan een (audiometrisch) gehooronderzoek moet worden onderworpen. Dit gehooronderzoek zal periodiek herhaald moeten wor-

<sup>7)</sup> audiometer = het toestel met behulp waarvan een audiogram wordt gemaakt.

den. Ten eerste om degenen, die gevoelig zijn voor lawaaiïnvloeden, tijdig op te kunnen sporen. Ten tweede om na te gaan, of de aangebrachte veranderingen aan machines en/of arbeidsproces verbeteringen zijn geweest. Ten derde om vast te kunnen stellen, of de gebruikte gehoorbeschermers inderdaad voldoende bescherming bieden.

#### LITERATUUR:

- Acoustical Society of America. American standard specification for Audiometers for general diagnostic purposes. American Standards Ass., 1951.
- American Standards Association. The relations of hearing loss to noise exposure. New York, 1954.
- British Standard Institution. Pure-tone audiometers. No. 2980, 1958.
- Carhart, R. Critique of present efforts to develop a damage risk criterion. Amer. industr. Hyg. Ass. J., 20, 1959 (441—446).
- Commissie Boshouweiligheid. De invloed van het geluid van motorkettingzagen op de gehoororganen. T. Ned. Heidemij., 72, 1961 (19).
- Dishoek, H. A. E. van. Continuous frequency audiometry. Acta oto-laryng. (Stockh.), 41, 1952 (58—68).
- Glorig, A., W. D. Ward, and J. Nixon. Damage risk criteria and noise induced hearing loss. Arch. Otolaryng., 74, 1961 (413—423).
- International Organization for Standardization, Technical Committee. Proposal for ratings for noises as regards hearing conservation, speech communication and annoyance. ISO, TC 43. Rapallo, 1960.
- Kaminsky, G. Lärm und Erschütterung; zwei beachtenswerte Beanspruchungen bei der maschinellen Forstarbeit. Forstarchiv, 31, 1960 (33—36).
- Kaminsky, G. Der Einfluss von Vibrationen und Lärm auf die Arbeitsleistung in der Forstwirtschaft. XIIIth IUFRO Congress, Vienna, 1961, Section 32, paper 8.
- Köhler, R. Bemerkungen zur Messung und Analyse von Maschinengeräuschen. Kampf dem Lärm, 8, 1961 (99—100).
- Kossatz, G., and H. P. Mosch. Die Funktionen der Hygiene und Sicherheit. Holz Zbl., 88, 1962 (331—332).
- Kylin, B. Temporary threshold shift and auditory trauma following exposure to steady-state noise; an experimental field study. Acta oto-laryng. (Stockh.), 51, 1960, Suppl. 152.
- Lärm und Lärmabwehr bei Motorsägen; ein internationales Symposium in Wageningen/Holland. Holz Zbl., 88, 1962 (152). Zie ook het hierna volgend artikel van M. Bol.
- Loyke, H. J. Zur Lärmbelastung des Motorsägenführers. Holz. Zbl., 88, 1962 (902—903).
- Rosenwinkel, N. E., and K. C. Stewart. Hearing loss related to non-steady noise exposures. Amer. industr. Hyg. Ass. J., 20, 1959 (290—293).
- Schneider, E. J., J. E. Peterson, H. R. Royle, E. H. Ode, and B. B. Holder. Correlation of industrial noise exposures with audiometric findings. Amer. industr. Hyg. Ass. J., 22, 1961 (245—251).
- Sundberg, U., A. Lindholm, J. E. Hansson, I. Troeng, and O. N. Lundgren. Buller och koloxid- en fara vid motorsågning. Meddelanden Fran Statens Skogs-forskningsinst. 44, 1956.
- Technischen Zentralstelle der Deutschen Forstwirtschaft. Der Mensch und die forstliche Technik. Holz Zbl., 88, 1962 (3—4).
- Weising, H. Ueber die messtechnische Erfassung der gehörschädigenden Wirkung von Lärm. Arbeitsökonomik und Arbeitsschutz, 5, 1961 (465—475).