

**Die effek van ototoksiese koolwaterstowwe op die
gehoordrempels van werkers by 'n petrochemiese fabriek.**

Wilhelm Joubert

Honneurs B.Sc.

**Skripsie voorgelê ter nakoming aan die vereistes vir die graad
Magister Scientiae in Beroepshigiëne in die vakgroep Fisiologie.
Skool vir Fisiologie, Voeding en Verbruikerswetenskappe aan die
Noordwes Universiteit, Potchefstroom kampus**

Studieleier: Mnr. P. J. Laubscher

Potchefstroom

2004

Bedankings

Hiermee wil ek graag my dank betuig aan:

Die Hemelse Vader wat my vermoëns gegee het en vir Sy leiding, krag en genade.

Dokter Willie Labuschagne, verbonde aan Sasol (Beroepsgesondheid) wat hierdie projek moontlik gemaak het.

Meneer Laubscher, verbonde aan die Departement Fisiologie vir studieleiding.

Inhoudsopgawe

Opsomming	1
Voorwoord	5

1. LITERATUURSTUDIE

1.1. Gehoorverlies en die werkplek	6
1.1.1. Geraas geïnduseerde gehoorverlies	6
1.1.2. Gehoorverlies en ototoksiese koolwaterstowwe	7
1.1.3. Ototoksiese interaksies	8
1.2. Faktore van gehoorverlies	9
1.3. Patofisiologie van gehoorverlies	10
1.3.1. Die oor	10
1.3.1.1. Anatomie en fisiologie van die binne oor	10
1.3.1.2. Neurosensoriese epiteel	11
1.3.2. Die invloed van geraas	15
1.3.3. Die invloed van ototoksiese substansie	16
1.4. Ototoksiese koolwaterstowwe in die werkplek	16
1.4.1. Koolstofdissulfied	20
1.4.2. Trichloroetileen	20
1.4.3. Stireen	20
1.4.4. Tolueen	21
1.4.5. Xileen	21
1.5. Gehoortoetse	22
1.6. Voorstelle vanuit die literatuur oor navorsing aangaande die verskynsel van ototoksisiteit	24

Inhoudsopgawe (vervolg)

Bibliografie	26
Riglyne vir outeurs	29

ARTIKEL

INLEIDING

1. Opsomming	34
2. Inleiding	35

METODE

3.1. Studiepopulasie	38
3.2. Metings	39
3.2.1. Persoonlike lugmonsterneming	39
3.2.2. Siftingsoudiometrie	39
3.2.3. Bepaling van geraasvlakke	40
3.2.4. Biologiese monitering	40
3.2.5. Statistiese analises	40

RESULTATE

4.1. Gehoorverwante faktore by die studiepopulasies	53
4.2. Persoonlike lugmonsterneming	54
4.3. Biologiese monitering	55

Inhoudsopgawe (vervolg)

4.4. Geraasmetings	56
4.5. Siftingsoudiometrie	57
4.5.1 Die gebruik van gehoorbeskerming by die geraasgroep	57
4.5.2 Gehoordrempels van die regterore	57
4.5.3 Gehoordrempels van die linkerore.	58
4.5.4. Effekgroottes (δ) van die betekenisvolle verskille tussen die regterore (Tabel 7).	58
4.5.5. Effekgroottes (δ) van die betekenisvolle verskille tussen die linkerore (Tabel 7).	58

BESPREKING EN GEVOLGTREKKING

5.1. Bespreking	60
5.2. Gevolgtrekking	64
Bibliogragfie	67
Vitae	71
Byvoegsel 1:vraelys	72

Lys van Figure en Tabelle

LITERATUURSTUDIE

Fig 1.	7
Fig 2.	11
Fig 3.	11
Fig 4.	13
Tabel 1.	16
Tabel 2.	19
Tabel 3.	22

ARTIKEL

Fig 1.	41
Fig2.	42
Fig 3.	48
Fig 4.	50
Tabel 1.	40
Tabel 2.	43
Tabel 3.	44
Tabel 4.	46
Tabel 5.	47
Tabel 6.	49
Tabel 7.	51

Opsomming

Die doel van die studie was om op 'n empiriese wyse vas te stel of die verskynsel van gehoorverlies 'n gevolg is van die blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels wat in die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek teenwoordig is.

Die eksperimentele groepe het bestaan uit werkers (N=20) wat nie blootgestel is nie (die kontrolegroep), werkers (N=20) wat slegs aan geraas blootgestel is en werkers (N=19) wat aan geraas en vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel is. Die volgende metings is uitgevoer: siftingsoudiometrie vir die bepaling van gehoordrempels; biologiese monitering vir die biologiese merkers van tolueen (orto-kresol en hippuursuur), passiewe lugmonsternemings en geraasmetings. Vraelyste is deur die drie groepe ingevul om inligting oor ouderdom, ras, rookgewoontes, alkoholinnome, werkgeskiedenis t.o.v. blootstelling aan ototoksiese substansie, geraasblootstelling en die aantal jare in diens te verkry.

Geen betekenisvolle verskille het tussen die gemiddelde ouderdomme van die drie groepe voorgekom nie. Meer van die geraasgroep se werkers het egter in die hoër ouderdomsgroepe (40jr+) geval as wat die geval was met die ander groepe. Dit kan, tesame met die groep se werkgeskiedenis, as 'n moontlike faktor wat 'n invloed op die gehoorstudie kan hê, beskou word. Die resultate van die passiewe lugmonsterneming toon aan dat al die vlakke van vlugtige organiese oplosmiddels op die dag van meting laer as die beroepsblootstellingsdrempels was. Biologiese moniteringsresultate van die merkers, hippuursuur en o-kresol was laer as die biologiese blootstellingsindekse. Die geraasgroep was blootgestel aan klankdrukvlakke van 79-90 dB(A) en die geraas + koolwaterstofgroep aan 85-88 dB(A). Die gemiddelde gehoordrempels van die geraasgroep was by die meeste van die frekwensies (0,5-8 kHz) betekenisvol hoër ($p \leq 0,05$) as die geraas + koolwaterstofgroep s'n. Die gemiddelde gehoordrempels van die kontrolegroep was oor die algemeen laer as die geraasgroep s'n, maar effens hoër as die geraas + koolwaterstofgroep se gemiddelde gehoordrempels.

In die studie is daar nie 'n verband tussen blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels (soos tolueen wat in die studie gebruik is as merker-chemikalie) en die

verhoging in gehoordrempels van werkers by die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek gevind nie.

Sleutelwoorde: tolueen, gehoorverlies, ototoksisiteit, vlugtige organiese oplosmiddels, geraas.

Abstract

The aim of this study was to determine in an empirical manner whether the phenomenon of hearing loss due to the exposure to volatile organic solvents was present in the gasification plants of a petrochemical factory.

The experimental groups included unexposed (N=20) workers, workers (N=20) exposed to noise and workers (N=19) exposed to noise and volatile organic solvents. The following assessments were made: diagnostic audiometry for the assessment of hearing thresholds; biological monitoring of ortho-cresol and hippuric acid for the biological markers of toluene; passive air sampling and noise measurements. Questionnaires were completed by the three groups to collect information about age, ethnicity, smoking habits, alcohol consumption and work history regarding the exposure to ototoxic substances as well as the period of employment.

There were no statistically significant differences between the average ages of the three groups, but more of the workers in the noise group were from a higher age group. This age composition and the work history of the noise group were considered as possible influences on the results of this hearing study. The results of the passive air sampling show that the levels of volatile organic solvents were lower than the occupational exposure limits on the day of sampling. The biological monitoring shows that the markers, namely hippuric acid and o-cresol, were lower than the biological exposure indices. The noise group was exposed to sound pressure levels of 79-90 dB(A) and the noise + hydrocarbon group to levels of 85-88 dB(A). The average hearing thresholds of the noise group were at most of the frequencies (0,5-8 kHz) significantly higher ($p \leq 0,05$) than that of the noise + hydrocarbon group. The average hearing thresholds of the control group were overall lower than the noise group's hearing thresholds, but on average a little higher than the noise + hydrocarbon group's hearing thresholds.

No relationship was found in this study between the exposure to volatile organic solvents (for example toluene that was used as marker in this study) and the elevation

of hearing thresholds of workers at the gasification plants of the petrochemical factory.

Key words: toluene, hearing loss, ototoxicity, volatile organic solvents, noise.

Voorwoord

- Die artikelformaat is gekies vir die voorlegging van die skripsie.
- Die artikel is volgens die formaat van die tydskrif: Annals of Occupational Hygiene.
- Die artikel is in Afrikaans geskryf en sal nie gepubliseer word nie.

1. LITERATUUR STUDIE

1.1. Gehoorverlies en die werkplek

1.1.1. Geraas geïnduseerde gehoorverlies

Geraas geïnduseerde gehoorverlies is 'n kumulatiewe en permanente sensories-neurale gehoorverlies wat ontwikkel as gevolg van die langtermyn blootstelling (weke tot jare) aan geraas. Wanneer 'n normale oor aan geraasvlakke, wat skade kan veroorsaak, vir 'n kort periode blootgestel word van tyd kan 'n tydelike verswakking in gehoor plaasvind. Die laasgenoemde tydelike gehoorverlies is 'n fisiologiese verskynsel en staan as 'n tydelike drempel verskuiwing bekend. Die tydelike drempelverskuiwing vind moontlik by die haarselle van die orgaan van Corti plaas. Die tydelike drempelverskuiwing word moontlik deur meganiese stres veroorsaak wat die haarselle beseer of as gevolg van die versteuring van 'n metaboliese proses in die haarselle wat essensieël is vir sellulêre bestaan. Die herstel van 'n gehoordrempel na 'n tydelike drempelverskuiwing vind gewoonlik binne die eerste 2 ure, nadat die blootstelling nie meer voorkom nie, plaas. Geraas wat 'n tydelike drempelverskuiwing kan veroorsaak met 'n kort blootstellingtyd word oor die algemeen as geraas beskou wat permanente skade kan aanrig wanneer die periode van blootstelling verleng word (McGuire, 1991).

Met volgehoue blootstelling aan geraas word 'n stadium bereik waar die gehoordrempelvlak onherstelbaar is. Dié gehoorverlies staan as geraas geïnduseerde permanente drempelverskuiwing bekend en word as geraas geïnduseerde gehoorverlies beskou. Geraas geïnduseerde gehoorverlies vind gewoonlik by die hoër frekwensies (hoofsaaklik by die 3 tot 4 kHz frekwensies) van 'n gehoordrempel plaas. Met die verloop van langtermyn blootstelling aan geraas verwyd die gehoordrempel en die drempelverskuiwing versprei na hoër en laer frekwensies (Fig 1). Verswakking van die gehoor word gewoonlik nie aanvanklik deur die werknemer herken nie, totdat die vlakke van belangrike spraak frekwensies (500, 1000 en 2000 Hz) met 'n gemiddeld van meer as 25 dB verskuif (McGuire, 1991). Volgens die die SABS gebruikskodes (SABS 083:1996) word gehoorskade beskou as 'n verswakking van die gehoordrempel met 15 dB by enige van die 500 Hz, 1000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz,

6000 Hz of 8000 Hz frekwensies oor 'n periode van nie meer as 12 maande nie of 20 dB oor 'n periode van nie meer as 20 maande nie.

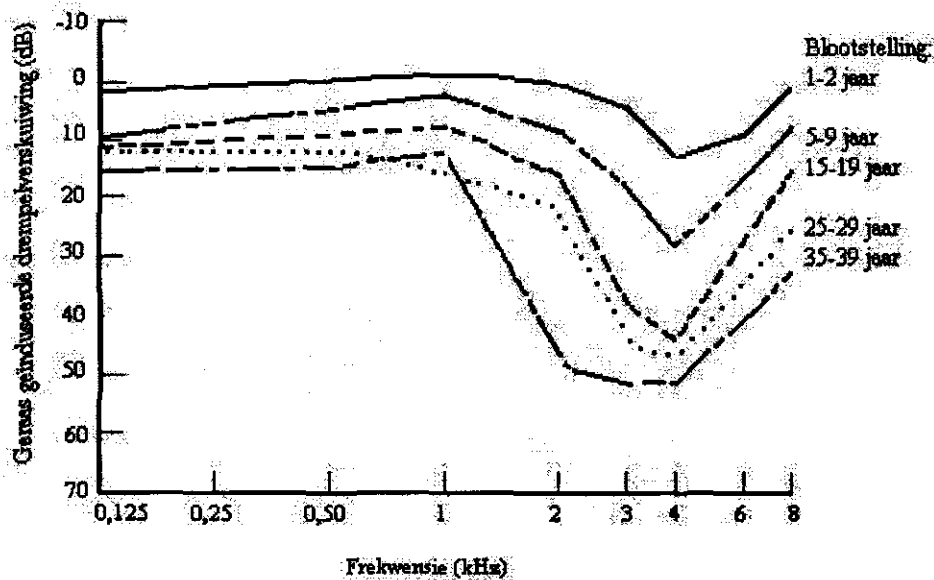


Fig 1. Oudiogram wat die ontwikkeling van geraas geïnduseerde gehoorverlies aantoon (Malerbi, 1989).

1.1.2. Gehoorverlies en Ototoksiese koolwaterstowwe

Die term ototoksiteit word oor die algemeen gebruik om na die verskynsel te verwys waar sekere medisyne en omgewingsagente soos vlugtige organiese oplosmiddels, skade by die strukture van die oor wat vir gehoor en balans verantwoordelik is, aanrig.

Blootstelling aan hoë konsentrasies van vlugtige organiese oplosmiddels veroorsaak akute en omkeerbare neurotoksisiteit. Die moontlike ototoksiese effekte van vlugtige organiese oplosmiddels was eerste waargeneem by die ongewone hoë aantal van werkers in die chemiese industrie wat gehoorverlies getoon het en van gevalle studies van gehoorafwykings by persone wat die chemikalie misbruik. 'n Verskeidenheid van vlugtige organiese oplosmiddels word met ototoksiteit geassosieer. Eksperimentele studies van toluen as ototoksiese agens is egter meer algemeen as die studies op ander moontlike ototoksiese koolwaterstowwe. Daar is verder aangetoon dat die eienskappe van toluen se toksisiteit vir die koglea moontlik deur ander chemikalieë soos trichloroetileen, gedeel mag word. Spesifieke toksiese effekte by die koglea wat

'n gevolg is van blootstelling aan tolueen was vir eerste maal tydens 'n studie op rotte waargeneem. Die rotte is aan tolueen blootgestel en gehoortoetse soos gedrags-oudiometrie, het aangetoon dat daar ouditoriese afwykings na herhaaldelike blootstelling aan hoë dosisse vir periodes van 2-16 weke voorgekom het (Forge en Harpur, 2000).

Blootstelling van werkers aan ototoksiese koolwaterstowwe verhoog die risiko vir hoë frekwensie gehoorverlies wat moontlik soortgelyk aan die van geraas geïnduseerde gehoorverlies kan wees (Morata *et al.*, 1997; Morata *et al.*, 1994). Studies het aangetoon dat dié vorm van gehoorverlies as gevolg van die blootstelling aan ototoksiese substansie mag voorkom al is die vlakke van die ototoksiese substansie in die werkplek laer as die beroepsblootstellingsdrempels (Morioka *et al.*, 2000). 'n Studie wat uitgevoer is deur Morata *et al.* (1997) toon ook aan dat die moontlike ototoksiese effekte van chemikalië soos tolueen en xileen nie met die samestelling van beroepsblootstellingsdrempels bygereken is nie. Dit beteken dat moontlike ototoksiese substansie werkers se gehoordrempels kan aantas al is die vlakke van dié substansie laer as die beroepsblootstellingsdrempels. In 'n studie wat uitgevoer is deur Morata *et al.* (1997), is daar met behulp van statistiese analyses aangetoon dat waar vlakke van tolueen van 50 dpm teenwoordig is, die moontlike waarskynlikheidsverhouding vir gehoorverlies, groter as 2 is. Die beroepsblootstellingsdrempel vir tolueen wat deur die Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansie voorgeskryf is, is 50 dpm. Daar is egter nog min inligting oor die effek van die blootstelling aan lae konsentrasies van ototoksiese substansie in die werksomgewing beskikbaar (Morata *et al.*, 1997).

1.1.3.Ototoksiese interaksies

Epidemiologiese studies oor die voorkoms van gehoorverlies by die mens en by eksperimentele studies op diere het aangetoon dat die blootstelling aan geraas saam met die blootstelling aan 'n ototoksiese substansie moontlik meer intensiewe skade kan aanrig as elke agent alleen. Selfs in kondisies waar daar verwag sou word dat nie een van die twee agente alleen skade sal veroorsaak nie kan daar moontlik 'n drempelverskuiwing plaasvind wanneer die twee agente saam voorkom (Forge en

Harpur, 2000). Die blootstelling aan moontlike ototoksiese koolwaterstowwe gaan dikwels met blootstelling aan geraas in 'n industriële omgewing gepaard.

Navorsing oor die gekombineerde effek van geraas en vlugtige organiese oplosmiddels op gehoor is as gevolg van 'n verskeidenheid van verwarrende faktore, moeilik om te analiseer. Morata *et al.* (1993) het aangetoon dat die gelyktydige blootstelling aan geraas en tolueen die risiko vir gehoorverlies 11 keer verhoog teenoor, die 5 keer hoër risiko as gevolg van blootstelling aan 'n koolwaterstof mengsel en die 4 keer hoër risiko as gevolg van die blootstelling aan geraas alleen. Sliwinska-Kowalska *et al.* (2001) is van mening dat die interpretasie van resultate, soos dié van die vorige studie, die kwantitatiewe en strukturele verskille in die groepe in ag moet neem. Die werkers wat aan geraas en tolueen blootgestel was, veral voor die installasie van lugversorging, was blootgestel aan hoër vlakke van tolueen. Daarteenoor was die groep werkers wat slegs aan die koolwaterstof mengsel blootgestel was, se blootstelling wat tolueen ingesluit het by baie laer vlakke. Dus die effek van die tolueen blootstelling by die eerste groep kon 'n groter effek gehad het as die effek van die koolwaterstof mengsel by die tweede groep ten spyte van die moontlike effek van geraas. Die outeur toon egter aan dat die blootstelling aan moontlike ototoksiese koolwaterstowwe die gehoor meer vatbaar maak vir verlies by klankdrukvlakke van 80 tot 85 dBA (Sliwinska-Kowalska *et al.* 2001).

1.2. Faktore wat gehoorverlies veroorsaak

Met die evaluasie van gehoorverlies wat 'n gevolg is van industriële geraas moet daar 'n aantal faktore in ag geneem word. Selfs in die afwesigheid van geraasblootstelling in die werkplek kan gehoorsensitiwiteit normaal verlaag soos wat individue ouer word. Die verskynsel staan bekend as presbikose. Gehoorverlies as gevolg van veroudering is soortgelyk aan dit wat veroorsaak word deur geraas, maar dit is by hoër frekwensies differensieël groter.

Ander oorsake van gehoorverlies sluit die gebruik van medisyne, siektetoestande en hoofbeserings in. Geraaskondisies buite die werkplek, veral by onder andere rekreasieaktiwiteite, kan 'n risiko vir gehoordrempelverskuiwing wees of kan gehoorverlies vererger wat dan verkeerdelik met die werkplek geassosieer word.

Sulke kompliserende faktore moet egter nie die belangrikheid van geraas- en gehoorverlies probleme in die industrie verminder nie. Geraasopnames in verskeie produksie, konstruksie, myn, transport en boerdery operasies het getoon dat daar geraaskondisies is wat definitief die potensiaal het om skadelik vir miljoene werkers te wees.

As gevolg van die sensitiwiteit van die oor as orgaan vir akoestiese energie is dit meer vatbaar vir skade tydens blootstelling aan geraas. As toelaatbare klankdrukvlakke behoorlik gehandhaaf word, sal ander fisiologiese funksies wat minder sensitief is vir klankstimuli nie so vatbaar wees vir geraasgeïnduseerde skade nie. Dit is bekend dat mense wat in geraasareas werk meer mediese probleme toon as mense wat in nie-geraas areas werk. Navorsing op geraas geïnduseerde biologiese effekte is egter nog onbeduidend. In baie studies is dit tog moontlik dat die verskille in gespesifiseerde gesondheidsparameters moontlik deur ander faktore soos ouderdom, ander omgewings kontaminante, werkslading, werksgewoontes ensovoorts, verklaar kan word.

1.3. Patofisiologie van gehoorverlies

1.3.1. Die oor

1.3.1.1. Anatomie en fisiologie van die binne oor

Die binne oor (Fig. 2) bestaan uit die gehoororgaan, die koglea en die organe wat belangrik is vir balans, naamlik die vestibulêre stelsel. Die organe is uit membraanagtige kanale gevorm wat deur beenagtige kanale in die basis van die skedel omsluit word. Die beenagtige kanale word gevul met perilimf waar natrium, soos gevind by meeste ekstra sellulêre vloeistowwe, hoofsaaklik as kation voorkom. Endolimf vul die membraanagtige kanale. Endolimf is 'n ongewone ekstrasellulêre vloeistof, omdat dit 'n hoë kalium konsentrasie bevat.

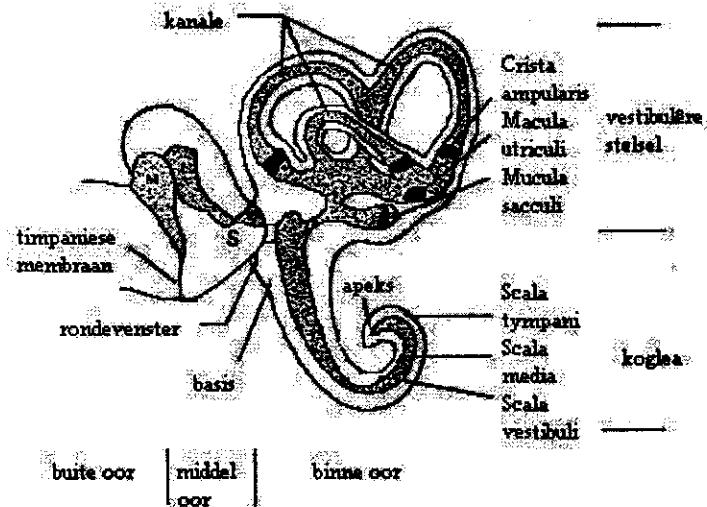


Fig 2. Skematiese skets van die binne oor (Forge en Harpur, 2000).

1.3.1.2. Neurosensoriese epiteel

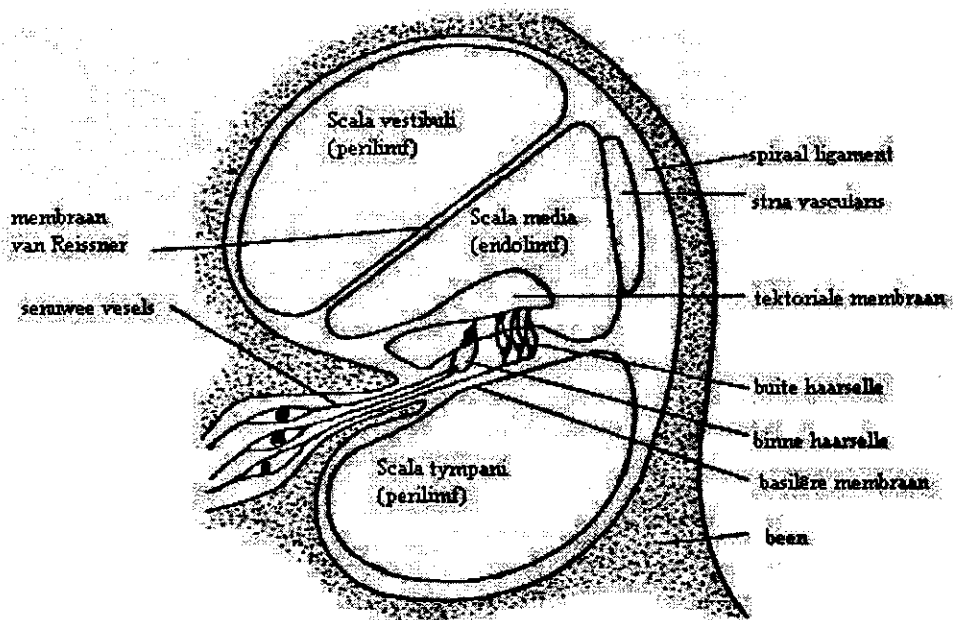


Fig 3. Dwarsdeursnit van die koglea (Forge & Harpur, 2000).

Die koglea is in 'n spiraal opgerol. Die aantal draaie van die basis tot by die apeks wissel van spesies tot spesie. Die middelpunt van die spiraal staan as die modiolus bekend. Laasgenoemde bevat die senuwee en bloedvoorsiening van die koglea. Figuur

3 toon 'n dwarsnit van die koglea aan. In die koglea verdeel die membraanagtige kanaal die beenkanaal in drie kompartemente: die scala vestibuli, scala media en scala tympani. Die scala vestibuli en scala tympani is met perilimf gevul. Die scala media is met endolimf gevul. Die scala vestibuli en scala tympani is aan die apeks van die koglea verbind. Die membraan kanaal is ongeveer driehoekig in vorm. Die scala media en scala vestibuli word deur 'n membraan, bekend as die vestibulêre- of Reissner membraan, verdeel. Die asellulêre basilêre membraan verdeel die scala media en die scala tympani. Die orgaan van Corti (kogleêre neuro-epiteel) rus op die laasgenoemde membraan. Sensoriese haarselle kom in die orgaan van Corti voor en is in parallelle rye langs die lengte van die spiraal gerangskik. Die parallelle rye word in 'n enkele ry van binne-haarselle en drie tot vyf rye (spesie afhanklik) van buite haarselle gerangskik. In die mens is daar ongeveer 3000 binne haarselle en 9000 buite haarselle. Die orgaan van Corti en die haarselle word deur nog 'n asellulêre struktuur, die tektoriale membraan bedek. Die stapes verplaas die vloeistof van die scala vestibuli en scala tympani tydens klank stimulasie wat veroorsaak dat die basilêre membraan na en weg van die scala media verplaas word. Die beweging van die basilêre membraan veroorsaak stimulasie van die sensoriese selle. Daar is verskeie sistematiese dimensionele variasies van die basilêre membraan en die orgaan van Corti langs die lengte van die spiraal wat 'n invloed op die meganiese eienskappe van die stelsel het. Dit het tot gevolg dat vir verskillende frekwensies van klank stimulasie, maksimum vibrasie van die basilêre membraan by verskillende areas plaasvind. Hoë frekwensie klanke veroorsaak maksimum verplasing en dan ook maksimum stimulasie van die haarselle by die basis van die koglea en lae frekwensies word maksimaal by die apikale kant geregistreer. Dit beteken dat differensiële skade by die orgaan van Corti lengtegewys gereflekteer sal wees by die differensiële verlies van frekwensie persepsie. As haarselle by die basis kant van die koglea geaffekteer word sal 'n hoë frekwensie gehoorverlies voorkom, maar die vermoë om lae frekwensies waar te neem mag moontlik nie geaffekteer word nie.

Haarselle is sensoriese selle wat meganiese stimulasie kan omsit na neurale stimulasie (meganotransduksie). Haarselle word oor die algemeen as verlengde strukture beskou wat by die basolaterale oppervlak geïnnerveer word. Dié selle word deur die teenwoordigheid van georganiseerde bondels van uitsteeksels by die apikale kant, naamlik die stereosilia, gekenmerk. Die silia is gemodifiseerde mikrovilli wat

elk diggepakte aktienfilamente bevat. In die apikale sitoplasma van die sel is 'n netwerk van aktienfilamente bekend as die kutikulêre plaat, waarin die wortels van die stereosiliêre mikrofilamente kruis om ondersteuning aan die stereosilia te gee. Die apikale oppervlak van die haarselle kom in die endolimf voor, waarin die stereosilia projekteer, terwyl die liggaam van die sel deur perilimf omring is. Digte aansluitings wat tussen haarselle en aanliggende ondersteunende selle voorkom verhoed dat die vloeistowwe meng. Haarselle word met die defleksie van die stereosilia gestimuleer. Dit beheer die oopmaak van ion kanale wat moontlik by die distale punte van die stereosilia voorkom. Die oopmaak van die geleidings kanale lei tot 'n stroomvloei vanaf endolimf in die sel in, hoofsaaklik deur kalium (wat hoofsaaklik as kation voorkom in die endolimf). Dit veroorsaak depolarisasie en eksitasie van die neurone. Kogleêre endolimf (nie vestibulêre nie) het ook 'n hoë positiewe potensiaal (endokogleêre potensiaal). Laasgenoemde, gekoppel met 'n negatiewe rustende potensiaal in die haarsel gee die dryfkrag vir die stroomvloei, sodat die sensitiwiteit van die sisteem verhoog word.

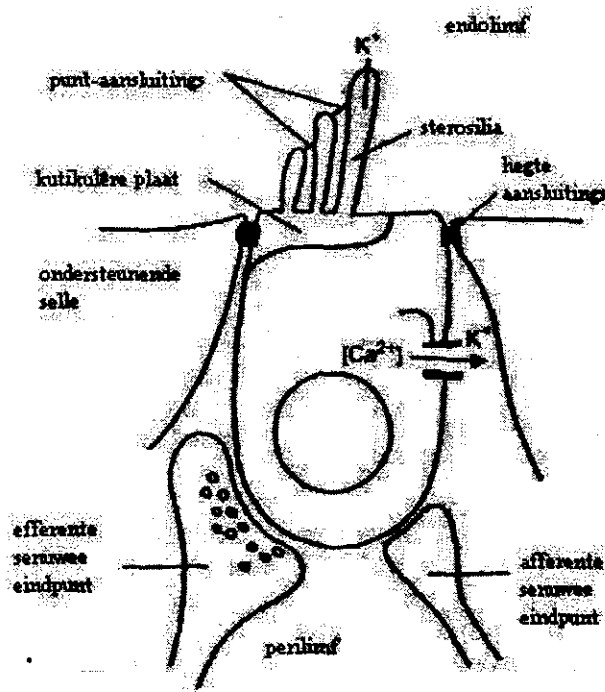


Fig 4. Veralgemeende skets van 'n sensoriese haarsel wat die rigting van kalium vloei aantoon wat geassosieer word met geleiding (Forge & Harpur, 2000).

In die koglea word die twee tipes haarselle op verskillende maniere geïnnerveer. Binne haarselle word byna heeltemal geïnnerveer deur afferente vesels (90-95% van die totale afferent innervasie na die koglea). Elke haarsel vorm 'n sinaps met verskeie verskillende vesels. Slegs 5% van die kogleêre afferente innervasie termineer op die buite haarselle en elke afferente vesel in die buite haarsel streek innerveer verskeie verskillende selle. Buite haarselle het ook 'n uitgebreide efferente innervasie. Tussen die binnehaarselle sinaps die efferente senuwee met die afferente eindpunte onder die senuwee sel. Die innervasie patroon en ander funksionele data suggereer dat binne haarselle die primêre reseptorsel vir akoestiese inligting is. Buite haarselle het 'n modulatoriese of effektor rol. Die registrasie van neurale aktiwiteit van die individuele kogleêre afferente senuwee in reaksie op klank, toon aan dat elke senuwee hoogs sensitief is vir een spesifieke frekwensie. Hierdie hoë graad van sensitiwiteit van 'n senuwee vir 'n spesifieke frekwensie veroorsaak dat dit fisiologies kwesbaar is.

Ototoksiese agente wat 'n verlies van buite haarselle kan veroorsaak maar wat binne haarselle moontlik intak hou, kan 'n verlies aan fynere neurale instelling veroorsaak. Daar is 'n aktiewe proses wat geassosieer word met die instelling van die senuwee en die word gemanifesteer deur die emissie van akoestiese seine vanaf die oor (otoakoestiese emissies) as 'n respons op stimulasie van inkomende seine. Dit is moontlik om buite haarselle te isoleer en dit buite die koglea in 'n kort termyn groeimedium te onderhou. Die geïsoleerde haarselle het sogenaamde motiele eienskappe d.w.s. dat daar omkeerbare veranderinge in lengte onder sekere omstandighede kan voorkom. Daar word beweer dat buite haarselle in vivo op 'n aktiewe manier die beweging van die basilêre membraan moduleer in reaksie op klank. Laasgenoemde lei tot 'n amplifisering of versterking van die sein wat die binne haarselle bereik sodat die sensitiwiteit verhoog word. Daar word beweer dat die endokogleêre potensiaal die krag voorsien wat die kogleêre versterkingsfunksie van die buite haarselle dryf.

Die volledige omsluiting van die strukture van die binne oor in been beteken dat die strukture nie direk aan skadelike omgewings agente blootgestel is nie. Toegang tot die binne oor word moontlik gemaak deur die middelloor opening via die membraan wat die ronde venster bedek by die basis van koglea. Ototoksiese agente bereik die binne

oor hoofsaaklik deur middel van bloedvoorsiening. Daar is egter beperkinge op die toegang van agente tot die vloeistof van die binne oor. Perilimf is nie eenvoudig 'n ultrafiltraat van bloedplasma nie. So ook is dit nie 'n derivaat van die serebrospinale vloeistof nie, ten spyte van die teenwoordigheid van die perilimfatiese buis wat die scala vestibuli en die sub-arachnoid spasie verbind. Die samestelling van die perilimf verskil van dié van die serebrospinale vloeistof en bloedplasma. Die samestelling van die perilimf van die scala vestibuli verskil ook van dié van die scala tympani. Dit dui aan dat die perilimf lokaal geproduseer en gesirkuleer word en dat daar 'n sogenaamde 'bloed-perilimf' skans is. Die toegang van byvoorbeeld glukose vereis gefasiliteerde diffusie deur middel van glukose draer molekules. Dit kan moontlik die toegang van potensiaal skadelike agente tot die perilimf beperk. Toegang tot die endolimf by die interne kompartement van die binne oorkanale is egter meer beperk en die samestelling van die endolimf word streng gereguleer. Die relevansie van 'n agent in die perilimf wat 'n toksiese effek op die haarselle kan hê, kan deur 'n ondersoek afgelei word. Die intrasellulêre spasies wat die haarselle van die orgaan van Corti omring is met 'n vloeistof gevul wat identies en aaneenlopend met die perilimf is. 'n Agent wat in die perilimf van die scala tympani teenwoordig is sal maklik die basilêre membraan penetreer en toegang tot die haarselle se laterale membrane en die sinaptiese streke by hul basisse kry. Die primêre grense tussen die endolimf en die perilimf, word deur selektiewe deurlaatbare membrane gevorm en hegte aansluitings tussen naasliggende selle kom voor. Penetrasie van 'n ototoksiese agent in die endolimf in en oor die grense sal 'n voorvereiste wees tot die toegang tot die apikale gedeeltes (stereosilia) van die haarselle (Forge en Harpur, 2000)

1.3.2. Die invloed van geraas

Die primêre skade wat deur geraasblootstelling veroorsaak word vind by die sensoriese haarselle van die orgaan van Corti, veral die buite haarselle, plaas. Geraasblootstelling veroorsaak tipiese buiging, fusie en die breek van haarsel stereosilia wat uiteindelik tot die nekrose van haarselle en degenerasie kan lei. Die beskadigde gedeeltes word deur letsels vervang. Die biologiese meganismes wat onderliggend is aan die akoestiese besering aan die koglea is nie bekend nie. Kalsium (Ca^{2+}) is 'n ioon in soogdier selle (by baie lae vrye intrasellulêre konsentrasies) en is krities in die regulasie van baie sellulêre aktiwiteite soos die vrystel van

neurotransmitters en selbeweging. As daar egter hoë vlakke van vrye intrasellulêre kalsium (as gevolg van die beweging deur ion kanale of vrystel van intrasellulêre store) voorkom kan ooraktivering van 'n reeks van ensieme, insluitende fosfolipases, proteïen kinase C, proteases, endonukleases en depolimerases, voorkom. Die gevolg is onder andere dat membraan afbraak, depolimerisasie van mikrotubuli en die versteuring van proteïen sintese plaasvind. Kalsium invloed by selle kan gedeeltelik deur medisyne, wat ionkanale blokkeer, beheer word (Boettcher et al., 1998).

1.3.3. Die invloed van ototoksiese substansie

Eksperimentele studies van toluen is meer algemeen as studies op ander moontlike ototoksiese koolwaterstowwe, maar daar is getoon dat die karakteristieke van toluen se toksisiteit vir die koglea deur ander chemikalieë soos trichloroetileen gedeel mag word. Onderdrukking van akoestiese emissies deur toluen toon aan dat die buite haarselle die plek is waar skade in vivo voorkom. Skade, as gevolg van toluen blootstelling is gewoonlik by die mid- frekwensie areas. Dit stem ooreen met 'n verlies van haarselle by die middel en apikale gedeeltes van die orgaan van Corti (Forge en Harpur, 2000). Inkubasie van geïsoleerde haarselle tesame met toluen veroorsaak 'n verkorting van die haarselle. Stadige veranderinge van die buite haarselle se lengte kan die gevolg wees van veranderinge in vrye intrasellulêre kalsium. Liu en Fechter (1997) het gevind dat toluen die vrye intrasellulêre kalsiumvlakke van buite haarselle verhoog.

1.4. Ototoksiese koolwaterstowwe in die werkplek

Tabel 1: Persentasie van Amerikaanse werkers wat aan geraas en potensieël ototoksiese chemikalieë blootgestel word, 1981-1983 Nasionale Beroepsblootstelling ondersoek (National Occupational Exposure Survey)

Ekonomiese sektor	Beskrywing	CS ₂	TCE	Stireen	Tolueen	Xileen	Geraas
Landbou, bosbou en vis	Landboudienste	-	x	-	xx	xxx	K,U
Myn	Olie en gas ekstraksie	-	-	-	xx	xxx	K,I

Ekonomiese sektor	Beskrywing	CS₂	TCE	Stireen	Tolueen	Xileen	Geraas
Konstruksie	Algemene bou kontrakteur	-	x	xx	xxx	xxx	K,I
	Konstruksie as bou	-	x	x	xx	xx	K,I
	Spesiale handelskontrakteur	-	x	x	xxx	xxx	K,I
Vervoer, kommunikasie, elektriese, gas, en sanitêre dienste	Spoorvervoer	-	x	xx	xxxx	x	K
	Lokale en voorstedelike vervoer en hoofwegpassasier vervoer	-	-	x	xxx	xxx	K
	Motorvragvervoer en pakhuis	-	x	x	xxx	xx	K,I
	Water vervoer	-	-	xx	xxxx	xxx	K
	Lugvervoer	-	xx	xx	xxxx	xxx	K,I,U
	Pyplyne, behalwe natuurlike gas	-	-	-	-	-	K
	Vervoer dienste	-	-	-	-	xx	K
	Kommunikasie	-	xx	x	xx	xx	K
	Elektriese, gas en sanitêre dienste	-	x	x	xxx	xxx	K,I,U
Grootmaat handel	Grootmaat bestendig-hanteerbare goedere	-	x	x	xx	xxx	K,I
	-nie bestendig-hanteerbare goedere	-	x	x	xxx	xx	K,I
	Motorhandelaar en brandstof stasies	-	x	x	xxx	xxx	K,I
Dienste	Persoonlike dienste	-	x	x	xx	x	K,I
	Besigheidsdienste	x	x	xx	xxx	xxx	K,I,U
	Motor herstelwerk, garages	-	xx	xxx	xxxx	xxxx	K,I
	Diverse herstel dienste	-	x	-	xx	xxx	K,I
	Gesondheidsdienste	x	x	x	xx	xx	K,I,U

Ekonomiese sektor	Beskrywing	CS₂	TCE	Stireen	Tolueen	Xileen	Geraas
Dienste (vervolg)	Museums, kunsgalerye, botaniese tuine	xxx	xxx	-	xxxx	xxxx	-
Vervaardiging	Kos en verwante produkte	-	x	x	x	x	K,I
	Tabak produsente	-	x	x	x	x	K
	Tekstiel meule produkte	-	xx	x	xx	xx	K,I
	Apparele en ander tekstiele	-	x	x	x	xx	K,I,U
	Hout produkte behalwe meubels	-	x	x	xxx	xx	K,I,U
	Meubels	-	x	x	xxx	xxx	K,I,U
	Papier en verwante produkte	x	x	x	xxx	xx	K,I
	Drukkery, uitgewers en verwante industrie	-	xx	x	xxx	xxx	K,I,U
	<i>Chemiese en</i>	xx	x	xx	xxx	xxx	<i>K,I</i>
	<i>Petroleum raffinaderye en verwante industrie</i>	xxx	x	-	xxxx	xxxx	<i>K</i>
	Rubber en diverse produkte	x	xx	xx	xxx	xxx	K,I,U
	Leer en leer produkte	-	x	-	xxx	xx	K,I
	Steen, klei, glas en sement produkte	x	x	xx	xx	xx	K,I,U
	Primêre metaal industrie	-	x	x	xx	xx	K,I,U
	Vervaardigde metaal produkte behalwe masjinerie en vervoer masjinerie	-	xx	x	xxx	xxx	K,I,U
	Masjinerie behalwe elektriese	x	x	x	xxx	xxx	K,I,U

Ekonomiese sektor	Beskrywing	CS ₂	TCE	Stireen	Tolueen	Xileen	Geraas
Vervaardiging (vervolg)	Elektriese en elektroniese masjinerie, gereedskap en voorraad	x	xx	x	xx	xx	K,I,U
	Vervoer gereedskap	x	x	xx	xxx	xxx	K,I,U
	Metings, analise en beheer instrumente, fotografiese, mediese en optiese goedere, horlosie en klokke	-	xx	x	xxx	xxx	K,I,U
	Veelsydige vervaardigings industrie	-	x	x	xxx	xx	K,I,U

Blootstelling aan chemikalië: --geen blootstelling, x= $\leq$ 2%, xx=3-10%, xxx=11-25%, en xxxx=26-50%. Geraasblootstelling: K=kontinue geraas, I=impak geraas, U=ultrasoniese geraas. (Morata *et al*, 1994).

Tabel 2: Beraming van die totale hoeveelheid van Amerikaanse werknemers wat moontlik blootgestel word aan selektiewe vlugtige organiese oplosmiddels, 1981-1983 Nasionale beroepsblootstelling ondersoek (National Occupational Exposure Survey)

Chemikalië	Hoeveelheid werkers	Standaard fout van beraming
Tolueen	2 015 881	20 158
Xileen	2 145 039	21 450
Trichloroetileen	401 373	5 418
Stireen	333 212	4 665
Koolstofdissulfied	45 760	778

(Morata *et al*, 1994).

Tabel 1 toon die persentasie van Amerikaanse werkers aan wat aan ototoksiese koolwaterstowwe en geraas blootgestel word. Tabel 2 toon die beraamde hoeveelheid van Amerikaanse werkers aan wat blootgestel word aan ototoksiese koolwaterstowwe

wat in Tabel 1 en Tabel 2 gelys is. Die vyf vlugtige organiese oplosmiddels wat in die bogenoemde tabelle gelys is word verder bespreek (Die studie is uitgevoer by 'n chemiese industrie: sien kursief gedrukte gedeelte in Tabel 1).

1.4.1. Koolstofdisulfied

Koolstofdisulfied kan beide akute en chroniese vorme van vergiftiging veroorsaak. Die effekte is nie-spesifiek wat 'n individuele diagnose 'n saak van waarskynlikheid maak. Laasgenoemde diagnose word op die bevestiging van blootstelling, teenwoordigheid van simptome en die uitsluiting van ander siektes gebaseer (Morata *et al*, 1994). 'n Studie op 115 werkers is in 'n fabriek wat koolstofdisulfied in hul prosesse gebruik, uitgevoer. Die groep wat blootgestel is het uit 75 werkers bestaan. Dié groep is in drie kleiner groepe, ten opsigte van die lengte van die blootstellingsperiode, verdeel en is vergelyk met die groep wat nie blootgestel is nie (n=40). Rekords van die breinstamaktiwiteit wat deur oudiotoriese stimuli gestimuleer is, is geanaliseer en die resultate suggereer dat chroniese blootstelling aan koolstofdisulfied by mense 'n effek op gehoor het (Hirata *et al*, 1992).

1.4.2. Trichloroetileen

Trichloroetileen is 'n kleurlose, nie-korrosiewe oplosmiddel wat hoofsaaklik gebruik word as 'n ghriesverwyderaar, maar dit word ook soms in droogskoonmaak- en in matskoonmaakmiddels gebruik. Dit word ook in die vervaardiging van verf, plaagbeheermiddels, lak en smeermiddels gebruik (Rybak, 1992). In 'n studie op 40 werkers wat aan trichloroetileen blootgestel is, is daar 26 gevalle van gehoorverlies gevind. Die gehoorverlies was bilateraal, sensorineuraal en het die hoë frekwensies van gehoor geaffekteer. Verdere ondersoek het aangetoon dat daar skade by die balanssisteem voorkom. Daar word gemeen dat die waargenome afwykings in gehoor en vestibulêre funksies, vroeë tekens van 'n afname in die gesondheidstatus van werkers wat aan trichloroetileen blootgestel is, kan wees (Morata *et al*, 1994).

1.4.3. Stireen

Stireen word grootliks in die produksie van verskeie soorte plastiek, sintetiese rubber, harpui en insulerende materiale gebruik (Rybak, 1992). 'n Studie is op werkers wat aan lae vlakke van stireen blootgestel is uitgevoer en dit het getoon dat daar nie 'n

verhoogde ouderdomafhanklike gehoorverlies by die hoër frekwensies voorkom nie. 'n Vergelyking binne die groep ten opsigte van die wat die minste blootgestel word teenoor die wat die meeste blootgestel is het aangetoon dat daar statistiese betekenisvolle verskille tussen die gehoordrempels van die hoër frekwensies is (Muijser et al, 1988). Roetine gehoortoetse van werkers in 'n aanleg wat blootgestel is aan stireen het nie aangetoon dat die gehoorverlies ontstaan het as gevolg van ander oorsake anders as geraas nie. Daar is egter gevind dat sewe van die 18 werkers abnormale resultate in toetse van die sentrale ouditoriese sisteem gehad het. (Moller *et al*, 1990).

1.4.4.Tolueen

Tolueen word in die industrie tydens die vervaardiging van chemikalië, verf, verdunners, lak, rubber, in drukwerk en leerlooierye gebruik. Tolueen word dikwels in produkte wat deur die publiek gebruik word aangetref en blootstelling by die huis kan dus moontlik plaasvind. Die stof is ook al deur dwelmverslaafdes misbruik (Benignus, 1981). In 'n studie om die effek van tolueen op die balansfunksies van mense wat by 'n drukkerij werk ($n=53$), te bestudeer is gehoorverlies by 11 van die 15 werkers wat vestibulêre skade gehad het waargeneem (Coscia *et al.*, 1983). 'n Studie is op 190 werkers wat werksaam was by 'n drukkermaatskappy uitgevoer. Die gehoor en balansfunksies van die groep van werkers wat beide aan geraas en tolueen blootgestel was is vergelyk met (a) 'n groep van werkers wat net aan geraas blootgestel is (b) 'n groep van werkers wat aan 'n oplosmiddelmengsel blootgestel is en (c) 'n groep van werkers wat nie aan geraas of tolueen blootgestel is nie. Die aangepaste relatiewe risiko wat beraam is vir gehoorverlies was 4 keer groter (95% betroubaarheid interval $[CI]=4.1-28.9$) vir die geraas groep, 11 keer groter vir die geraas en tolueen groep en 5 keer groter vir die mengsel groep. Akoestiese refleks metings suggereer dat gehoorverlies wat in die groep wat blootgestel was aan beide agente gevind is moontlik 'n gevolg van skade by die sentrale ouditoriese stelsel mag wees (Morata *et al.*, 1993).

1.4.5.Xileen

Xileen word in verskeie mengsels van oplosmiddels, insluitende verwe en verdunners gevind. Die chemikalie word ook in histologie laboratoriums gebruik. Verder word dit

ook deur dwelmverslaafdes misbruik (Rybak, 1992). 'n Studie wat deur Pryor *et al.* (!986) uitgevoer is het aangetoon dat proefdiere wat blootgestel was aan 'n xileen mengsel (orto-, meta-, en para-xileen) noemenswaardige gehoorverlies gehad het. Verder het dit voorgekom of die chemikalie 'n sterker ototoksiese effek as tolueen het (Pryor *et al.*,1986).

1.5. Gehoortoetse

Oudiometrie is die proses waar 'n individu se gehoordrempels oor 'n spesifieke reeks van audiofrekwensies bepaal word. 'n Minimum vereiste is dat die reeks van frekwensies die 500; 1000; 2000; 3000; 4000; 6000 en 8000 Hz frekwensies insluit maar die 125 en 250 Hz frekwensies mag ook bykomstig getoets word. Roetine siftingsoudiometrie gebruik luggeleidingstegnieke om basislyn-, periodieke siftingsmonitering- en uitgangs oudiogramme te bepaal. Diagnostiese oudiometrie word vir spesialis mediese evaluasies gebruik en sluit addisionele tegnieke soos beengeleiding, spraak herkenning en/of oudiometrie van oto-akoestiese emissie in. Die toepassing, die doel en die vereistes vir die prosedures van verskeie tipes van oudiometrie word in tabel 3 opgesom (Franz & Phillips, 2001).

Tabel 3: Verskillende tipes oudiometrie.

Tipe oudiometrie	Toepassing	Doel	Vereiste tydens prosedure
Basislyn	Voor die begin van werk in 'n geraassone (TBG groter en gelyk 85dB) of binne 30 dae vandat indiensneming begin is.	Verkryging van 'n verwysing vir toekomstige veranderinge in gehoorstatus.	Periode van 16 uur sonder geraasblootstelling voor die toets. Gebruik die beste van 2 oudiogramme wat binne 10 dB by 0,5; 1; 2; 3 en 4 kHz van mekaar is. Waar konsekwensie nie moontlik is nie of waar verwag word dat patologie voorkom, moet verwys word vir mediese opinie vir die vasstel van moontlike 'n oudiologiese of spesialis evaluasie. Inkorporeer resultate in mediese rekords.
Siftings	Jaarliks vir individue met geraasblootstelling (TBG groter en gelyk aan 85dB).	Meting van enige permanente gehoorverlies as gevolg van die blootstelling aan geraas	Voor die toets 'n periode van 16 uur sonder geraasblootstelling (gebruik van gehoorbeskerming wat voldoen aan die vereistes van SABS 1451 is aanvaarbaar). Inkorporeer resultate in mediese rekords.

Tipe oudiometrie	Toepassing	Doel	Vereiste tydens prosedure
Monitering	Elke 6 maande vir werkers met hoë risiko blootstelling (TBG groter en gelyk 105 dB), onderhewig aan werkgewer se kode van werkpraktyk.	Identifisering van 'n tydelike drempel verskuiwings en die toepassing van voorkomende maatreëls om permanente gehoorverlies te voorkom. Evaluasie van die doeltreffendheid van gehoorbeskerming	Toets so gou as moontlik na blootstelling aan geraas. Dus aan die einde van die werkskof.
Uitgang	Aan einde van 'n indiensneming in 'n geraassone (TBG groter en gelyk aan 85 dB), of einde van indiensneming.	Verkryging van 'n rekord van gehoorvlakke na werk verrig in geraassone	Geen geraasblootstelling vir 16 uur voor toets nie. (gebruik van gehoorbeskerming wat voldoen aan die vereistes van SABS 1451 is aanvaarbaar). Inkorporeer resultate in mediese rekords.
Diagnostiese	Wanneer 'n mediese opinie nodig is en dat spesialis evaluasie verkry word vir die ondersoek van oorpatologie, onreëlmatige basislyn resultate of 'n potensiële kompensasie eis vir geraas geïnduseerde gehoorverlies.	Vir die kry van spesialis evaluasie van gehoorstatus soos vereis. Vir die ondersteuning van 'n kompensasie eis.	Voor toets 'n 16 uur periode van geen blootstelling aan geraas nie. Geen gehoorbeskerming mag tydens die periode gebruik word nie. Om die geldigheid vir kompensasie te bepaal moet 2 oudiogramme verkry word by twee aparte geleenthede (beide kan op die dieselfde dag wees). As die 2 verskil met meer as 10 dB vir enige oor by enige frekwensie van 0,5 tot 8 kHz moet 'n derde oudiogram verkry word. Wanneer die derde oudiogram ook onreëlmatighede groter as 10 dB het moet die individu geherevalueer word in 6 maande. Dan as daar nog steeds onreëlmatige resultate verkry word moet saak verwys word vir spesialis evaluasie. Inkorporeer resultate in mediese rekords.

(Franz & Phillips, 2001)

TBG: Tyd Beswaarde Gemiddeld

1.6.Voorstelle vanuit die literatuur oor navorsing aangaande die verskynsel van ototoksisiteit.

Voorstelle wat hier bespreek word is van toepassing op die navorsing aangaande die verskynsel van ototoksisiteit in die werkplek.

Konvensionele oudiometrie word dikwels op werkers wat blootgestel word aan vlugtige organiese oplosmiddels en geraas in fabriek, uitgevoer. Morata *et al.* (1993) toon aan dat die ideale prosedure vir die bestudering en evaluering van die effekte van vlugtige organiese oplosmiddels op gehoor, met 'n kombinasie van oudiologiese toets is. Na die afloop van 'n studie deur Morioka *et al.* (2000) oor die effek van organiese oplosmiddels en geraas op die boonste gehoorgrense van mense se gehoor, is daar aangetoon dat konvensionele oudiometrie nie die effek van blootstelling aan ototoksiese koolwaterstowwe kon bepaal nie, maar dat evaluering van die gehoordrempels by hoër frekwensies 'n verskynsel van gehoorverlies geregistreer het. Met die evaluering van die boonste gehoorgrense word daar 'n konstante klankdrukvlak van 75 dB gebruik binne 'n frekwensie reeks van 0,5 tot 25 kHz. Die toets begin by 'n frekwensie van 25 kHz en word dan geleidelik verlaag. Die boonste gehoorgrens is die frekwensie waar die proefpersoon die toon vir die eerste keer waarneem. Morioka *et al.* (2000) toon ook aan dat gehoordrempel by hoër frekwensies meer vatbaar is vir ototoksiese faktore as die laer frekwensies. Die toets word deur Morioka *et al.* (2000) as 'n roetine prosedure voorgeskryf vir werkers wat aan organiese oplosmiddels en geraas in die werkplek blootgestel word.

'n Studie deur Sliwinska-Kowalska *et al.* (2001) toon aan dat die akkurate indentifisering van die betrokkeheid van elke risiko faktor, in die geval van gekombineerde blootstelling aan chemiese en fisiese gevare, verdere studies vereis. Hierdie studies moet op ewekansige populasies, wat 'n groep insluit wat slegs aan geraas blootgestel is, uitgevoer word. Sover het epidemiologiese data nie daarin geslaag om 'n korrelasie tussen die vlak van koolwaterstof blootstelling en die moontlike risiko vir gehoorverlies aan te toon nie (Sliwinska-Kowalska *et al.*, 2001). 'n Studie deur Sliwinska-Kowalska *et al.* (2001) het egter aangetoon dat daar 'n lineêre

korrelasie is tussen die graad van gehoorverlies en sekere blootstellings indekse waar die resultate 'n moontlike verwantskap tussen die parameters toon. Dit wil voorkom of biologiese monitering meer doeltreffend is vir dié doel. (Sliwinska-Kowalska *et al.*, 2001). Morata *et al.* (1997) kon met 'n studie aantoon dat daar 'n korrelasie tussen gehoorverlies en hippuursuur is, 'n biologiese merker vir tolueen in urine. Na afloop van dié studie is daar aangetoon dat die waarskynlikheidsverhouding 1,76 keer groter is vir elke gram styging in hippuursuur per gram kreatinien. Die nadeel van hippuursuur as biologiese merker vir tolueen is dat hippuursuur beskou word as 'n swak biologiese merker vir tolueen blootstelling laer as 50 dpm (Morata *et al.*, 1997). Sliwinska-Kowalska *et al.* (2001) toon aan dat meer navorsing oor die dosis-respons verhouding nodig is.

Sliwinska-Kowalska *et al.* (2001) toon aan dat die evaluering van industriële chemikalië tans op psigologiese, hepatotoksiese en respiratoriese simptome gebaseer is. Huidige voorgestelde blootstellingsdrempels omskryf nie volledig die situasies waar gekombineerde blootstelling voorkom nie en die beroepsblootstellingsdrempels neem ook nie die ototoksisiteit van industriële chemikalië in ag nie (Morata *et al.*, 1997).

Bibliografie

- Benignus VA. Neurobehavioral effects of toluene: a review. 1981 3(4):407-15
Beskikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com> [Datum van gebruik : Julie 2003].
- Boettcher FA, Caldwell RK, Gratton MA, White DR, Miles LR. Effects of nimodipine on noise-induced hearing loss. 1998 121(1-2):139-146. Beskikbaar in [Web:] <http://www-sciencedirect.com> [Datum van gebruik : Aug 2003].
- Coscia GC, Tabaro G, Albera C, Tubino L, Morra B, Discalzi G, Turco L. Vestibular changes in toluene exposure. 1983 74(1):23-9. Beskikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com> [Datum van gebruik: Julie 2003].
- Forge A, Harpur ES. Ototoxicity. (In B. Ballantyne, T. Marrs & T. Syversen, eds. General and applied toxicology. Londen: Macmillan Reference; 2000. p775-801.)
- Franz RM, Phillips JI. Noise and vibration. In: R. Guild, R.I. Ehrlich, J.R. Johnston & M.H. Ross, editors. SIMRAC Handbook of occupational health practice in the south african mining industry. Johannesburg: The Safety in Mines Research Advisory Committee (SIMRAC); 2001. p193-230.
- Hirata M, Ogawa Y, Okayama A, Goto S. A cross-sectional study on the brainstem auditory evoked potential among workers exposed to carbon disulfide. *International archives of occupational and environmental health* 1992; 64(5):321-4.
- Liu Y, Fechter LD. Toluene disrupts outer hair cell morphometry and intracellular calcium homeostasis in cochlear Cells of Guinea Pigs. 1997

142(2):270-277. Beschikbaar in [Web:] <http://www.sciencedirect.com> [Datum van gebruik : Mei 2003].

- Malerbi B. Audiometry. (In H.A. Waldron. Ed. Occupational Health Practice. Londen: Butterworths; 1989. p245-268.)
- McGuire J. Hearing conservation and employee protection. Occupational health fundamentals. (In D.J. Hansen, ed. The Work Environment. Michigan: Lewis Publishers; 1991. p209-240.)
- Moller C, Odkvist L, Larsby B, Tham R, Ledin T, Bergholtz L. Otoneurological findings in workers exposed to styrene. 1990 16(3):189-94. Beschikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com> [Datum van gebruik : Julie 2003].
- Morata TC, Dunn DE, Sieber WK. Occupational exposure to noise and ototoxic organic solvents. *Archives of environmental health* 1994; 49(5):359-65.
- Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scandinavian journal of work and environmental health* 1993; 19:245-54.
- Morata TH, Fiorini AC, Fischer FM, Colacioppo S, Wallingford KM, Krieg EF, Dunn DE, Gozzoli L, Padrão MA, Cesar CLG. Toluene-induced hearing loss among rotogravure workers. *Scandinavian journal of work and environmental health* 1997; 23(4):289-98.

- Moriaka, I., Miyai, N., Yamamoto, H. & Miyashita, K. Evaluation of combined effect of organic solvents and noise by the upper limit of hearing. *Industrial health* 2000; 38:252-257.
- Muijser H, Hoogendijk EM, Hooisma J. The effects of occupational exposure to styrene on high-frequency hearing thresholds. 1988 49(2-3):331-40
Beskikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com> [Datum van gebruik : Julie 2003].
- Pryor GT, Howd RA. Toluene-induced ototoxicity by subcutaneous administration. *Neurobehav Toxicol Teratol*. 1986 8(1):103-4. Beskikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com> [Datum van gebruik : Julie 2003].
- Rybak LP. Hearing: The effects of chemicals. *Otolaryngology and head and neck surgery* 1992; 106(6):667-686.
- Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytke E, Szymczak W, Kotylo W, Fiszer M, Dudarewicz A, Wesolowski W, Pawlaczyk-Luszczynska M, Stolarek R. Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solvents. *Scandinavian journal of work and environmental health* 2001; 27(5):335-342.
- South African Bureau of Standards. The measurement and assessment of occupational noise for hearing conservation purposes. Pretoria. SABS 083:1996.

Annals of Occupational Hygiene

Instructions for Authors - Page 1

Instructions for Authors

From the end of October 2003 all manuscripts must be submitted online. Once you have prepared your manuscript according to the instructions below please visit the [online submission web site](#). Instructions on submitting your manuscript online can be [viewed here](#).

□ *Annals of Occupational Hygiene* publishes material that significantly extends knowledge on any aspect of occupational health and hygiene. Further details are given in the Aims and Scope, near the start of each issue. The usual categories are Papers, Meeting Reports, and Letters to the Editor. Review Articles are normally specially commissioned, and authors should not submit a review without prior consultation with the Editor-in-Chief or North American Editor. Meeting Reports must convey scientific information of interest to the readership. Letters to the Editor may deal with any topic of interest to the readership, but are usually comments on items already published. Books and software may be submitted for independent review at the editor's discretion.

Editorial policy

2. ***Quality.*** Papers and Review Articles (and sometimes other categories) are normally sent to two referees (reviewers), selected for expertise and having regard to the international nature of the journal. **Authors are invited to suggest the names and addresses of up to three independent referees when they submit a paper**, but these referees will not necessarily be used. After considering referees' comments, the editor will inform the author whether or not the paper is acceptable, and what modifications, if any, are necessary. Referees' anonymised comments will be transmitted to the author with the editor's decision. That decision is final. Minor editorial changes may be made to accepted material.

3. *Speed.* The editors' target is to send a decision to the author within two months of receiving a paper.

Submission

4. Once you have prepared your manuscript according to the instructions for authors information relating to online submission may be [viewed here](#).
5. All hardcopy correspondence (unless dealing with papers from North America) should be sent to the Editor-in-Chief, Dr Trevor Ogden, *The Annals of Occupational Hygiene*, BOHS, Georgian House, Great Northern Road, Derby DE1 1LT, UK. Any hardcopy correspondence relating to submissions from North America should be sent to the North American Editor, Professor Stephen Rappaport, University of Carolina School of Public Health, Cb7400, Chapel Hill, NC 27599-740044, USA.
7. *Originality.* Only original work, not published elsewhere, should be submitted. If the findings have been published elsewhere in part, or if the submission is part of a closely-related series, this must be clearly stated and the submitted manuscript must be accompanied by a copy of the other publications (or by a copy of the other manuscripts if they are still under consideration), which may be sent in hard copy to the Editorial Office.
8. *Authorship and ethics.* The corresponding author should be identified in the submission. Full postal addresses must be given for all co-authors. The preferred practice is that persons should only be named as authors if they have made significant intellectual contributions to the work, and other contributions may be recognised by acknowledgement at the end of the submission. We may request details of the role of each author in the work. A letter consenting to publication should be signed by all authors of a submission and sent to the Editorial Office. If requested, authors must produce original data for inspection by the editor. Possible fraud may be referred to the authors' institutions. The source of financial support for the work must be stated in the Acknowledgements, unless it is clear from the authors' affiliations. Authors of papers that describe studies carried out on human subjects, other than

measurements in the course of their normal work activities, must confirm and be able to provide evidence that the protocol was approved by an ethics committee and that all the subjects gave their informed consent.

9. *Language.* Manuscripts must be in English. Authors should try to write in a way which is clear to all, including those whose first language is not English. British or American styles and spelling may be used, but should be used consistently, and words or phrases which might be unclear in other parts of the world should be avoided. Authors whose first language is not English should seek help from a native speaker or competent translator. The editors are sympathetic to their difficulties, but any extra work may result in delay in publication.
10. *Brevity, and supplementary material.* A paper should be as brief as possible consistent with clarity. It is possible to include supplementary material, such as large data sets, in the on-line edition only. This material must be included in the submission and will be peer-reviewed.
11. *Structure.* Papers should generally conform to the pattern: Introduction, Methods, Results, Discussion and Conclusions - consult a recent issue for style of headings. A paper must be prefaced by an abstract of the argument and findings, which may be arranged under the headings Objectives, Methods, Results, and Conclusions. Keywords should be given after the list of authors, to assist indexers.
12. *Units and symbols.* SI units should be used, though their equivalent in other systems may be given if convenient.
13. *Figures.* Good quality low resolution electronic copies of figures, which include photographs, diagrams and charts, should be sent with the first submission, but the revised and accepted versions, after refereeing, should be accompanied by high-resolution electronic copies in a form and of a quality suitable for reproduction. They should be about the size they are to be reproduced, with font size at least 6 point, using the standard Adobe set of

fonts. Fine hairlines should be avoided and clear hatching patterns should be used in preference to solid grey shadings wherever possible. They should be on separate pages at the end of the text. All figures should be black and white unless the first author is willing to pay for colour reproduction at standard Oxford University Press rates (available on request). Authors should submit high-resolution electronic copies of the figures when they send the revised version of the paper. Figures should preferably be supplied as TIFF or EPS (with fonts embedded where appropriate). Graphics in WordPerfect, Word, Excel and PowerPoint formats are incompatible with typesetting systems and will not be accepted. Files of scanned graphics can be accepted at a resolution of 300 d.p.i. for halftones and 600 d.p.i. for line/tones. Computer-generated graphics should be reproduced in grey-scale if they are to be published in black and white. Colour photographs should be scanned at 300 d.p.i. (600 dpi for colour line/tones) and be in CMYK colour mode.

14. *Tables.* Tables should be numbered consecutively and given a suitable caption, and each table typed on a separate page. Footnotes to tables should be typed below the table and should be referred to by superscript lowercase letters.
15. *References.* References should only be included which are essential to the development of an argument or hypothesis, or which describe methods for which the original account is too long to be reproduced. References in the text should be in the form Jones (1995), or Jones and Brown (1995), or Jones *et al.* (1995) if there are more than two authors. For example:

Jones and Brown (1995) observed total breakdown of control...

or

Total breakdown of control has sometimes been observed (Jones and Brown, 1995)...

At the end of the paper, references should be listed in alphabetical order by name of first author, using the Vancouver Style of abbreviation and presentation. Examples are given below, and other details of the style can be found on various websites. ISBNs should be given for books and other

publications where appropriate. Material unobtainable by readers should not be cited. Personal Communications, if essential, should be cited in the text in the form (Professor S.M. Rappaport, University of North Carolina). References will not be checked editorially, and their accuracy is the responsibility of authors.

Simpson AT, Groves JA, Unwin J, Piney M. (2000) Mineral oil metal working fluids (MWFs)—Development of practical criteria for mist sampling. *Ann Occu Hyg*; 44 165–72.

Vincent JH. (1989) *Aerosol sampling: science and practice*. Chichester, UK: John Wiley. ISBN 0 471 92175 0.

Swift DL, Cheng Y-S, Su Y-F, Yeh H-C. (1994) Ultrafine aerosol deposition in the human nasal and oral passages. In Dodgson J, McCallum RI, editors. *Inhaled Particles VII*. Oxford: Elsevier Science. p. 77–81. ISBN 0 08 040841 9 H.

16. Morse SS. (1995) Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis* [serial online] 1995 Jan–Mar [cited 1996 Jun 5];1(1):[24 screens]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

17. Contributors will receive pdf proofs via e-mail, on which only minor alterations may be made. The corresponding author of a published paper will receive a url for free access to the on-line article; paper reprints may also be ordered when the proofs are returned.

Copyright ©British Occupational Hygiene Society 2003

Print ISSN: 0003-4878 Online ISSN: 1475-3162.

Oxford University Press Privacy Policy and Legal Statement

Die gekombineerde effek van organiese oplosmiddels en geraas op die gehoordrempels van werknemers by 'n petrochemiese fabriek.

W.H. Joubert en P.J.Laubscher

Sleutelwoorde: tolueen, gehoorverlies, ototoksisiteit, vlugtige organiese oplosmiddels, geraas.

Skool vir Fisiologie, Voeding en Verbruikerswetenskappe aan die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Privaatsak X6001, Potchefstroom, 2520, Suid Afrika.

Opsomming

DOEL

Die doel van die studie was om op 'n empiriese wyse vas te stel of die verskynsel van gehoorverlies 'n gevolg is van die blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels wat in die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek teenwoordig is.

METODE

Die eksperimentele groepe het bestaan uit werkers (N=20) wat nie blootgestel is nie (die kontrolegroep), werkers (N=20) wat slegs aan geraas blootgestel is en werkers (N=19) wat aan geraas en vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel is. Die volgende metings is uitgevoer: siftingsoudiometrie vir die bepaling van gehoordrempels; biologiese monitering vir die biologiese merkers van tolueen (ortokresol en hippuursuur), passiewe lugmonsternemings en geraasmetings. Vraelyste is deur die drie groepe ingevul om inligting oor ouderdom, ras, rookgewoontes, alkoholiname, werksgeskiedenis t.o.v. blootstelling aan ototoksiese substansie, geraasblootstelling en die aantal jare in diens te verkry.

RESULTATE

Geen betekenisvolle verskille het tussen die gemiddelde ouderdomme van die drie groepe voorgekom nie. Meer van die geraasgroep se werkers het egter in die hoër ouderdomsgroepe (40jr+) geval as wat die geval was met die ander groepe. Dit kan, tesame met die groep se werksgeskiedenis, as 'n moontlike faktor wat 'n invloed op die gehoorstudie kan hê, beskou word. Die resultate van die passiewe lugmonsterneming toon aan dat al die vlakke van vlugtige organiese oplosmiddels op die dag van meting laer as die beroepsblootstellingsdrempels was. Biologiese moniteringsresultate van

die merkers, hippuursuur en o-kresol was laer as die biologiese blootstellingsindekse. Die geraasgroep was blootgestel aan klankdrukvlakke van 79-90 dB(A) en die geraas + koolwaterstof-groep aan 85-88 dB(A). Die gemiddelde gehoordrempels van die geraasgroep was by die meeste van die frekwensies (0,5-8 kHz) betekenisvol hoër ($p \leq 0,05$) as die geraas + koolwaterstofgroep s'n. Die gemiddelde gehoordrempels van die kontrolegroep was oor die algemeen laer as die geraasgroep s'n, maar effens hoër as die geraas + koolwaterstofgroep se gemiddelde gehoordrempels.

GEVOLGTREKKING

In die studie is daar nie 'n verband tussen blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels (soos toluen wat in die studie gebruik is as merker-chemikalie) en die verhoging in gehoordrempels van werkers by die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek gevind nie.

Inleiding

Blootstelling aan geraas word oor die algemeen as die primêre risiko vir gehoorverlies in die werksomgewing aanvaar. Ander ototoksiese faktore wat geassosieer word met die werksplek, beide van 'n chemiese en van 'n fisiese aard, word dikwels met die toepassing van 'n gehoorbeskermingsprogram buite rekening gelaat. Navorsing toon aan dat die effek van verskeie chemikalieë, byvoorbeeld vlugtige organiese oplosmiddels waarvan toluen 'n voorbeeld is, moontlik ototoksies van aard is. Hierdie substansie kom dikwels in die industriële werksomgewing voor, soos gevind by 'n petrochemiese fabriek (Sliwinska-Kowalska et al., 2001).

Die binne-oor van die mens bestaan uit die gehoororgaan naamlik die koglea en die vestibulêre stelsel. Die laasgenoemde stelsel is belangrik vir balans. Die koglea is opgerol in 'n spiraal waarvan die middelpunt, bekend as die modiulus, die senuwee en bloedvoorsiening van die koglea bevat. Die koglea is binne, vanaf die basis tot die apeks van die spiraal, met neuro-epiteel uitgevoer. Die neuro-epiteel bevat sensoriese selle bekend as haarselle. Stimulasie van die haarselle vind plaas met die waarneming van klank, sodat meganiese stimulasie wat deur klank veroorsaak word in die oor omgesit kan word na 'n neurale stimulasie. Hoëfrekwensieklanke veroorsaak

maksimum stimulasie van die haarselle by die basis van die koglea en lae frekwensies word beter by die apikale kant geregistreer. Dit beteken dat differensiële skade van die neuro-epiteel, lengtegewys gereflekteer sal word by die differensiële verlies van die persepsie van 'n frekwensie van klank. As haarselle by die basiskant van die koglea geaffekteer sal word, sal 'n hoëfrekwensiegehoorverlies voorkom, maar die vermoë om lae frekwensies waar te neem, kan moontlik nie geaffekteer word nie (Forge en Harpur, 2000). Langtermynblootstelling aan geraas affekteer gewoonlik die hoër frekwensies, rondom 4 kHz, van gehoor. Die tendens kom voor, omdat die haarselle in die binneoor, wat meer sensitief is vir die hoër frekwensies van klank, fisiologies ook meer vatbaar vir geraas is. Die verskynsel van geraasgeïnduseerde gehoorverlies is moontlik as gevolg van 'n metaboliese stres wat op die haarselle geplaas word wat meer vatbaar is, sodat daar dan skade by die selle veroorsaak word (Olishifski, 1988). Chan *et al.* (1998) toon aan dat die oorstimulasie van geïsoleerde haarselle 'n styging in die intrasellulêre kalsiumvlak veroorsaak. 'n Verhoogde kalsiumvlak kan moontlik proteolitiese ensieme aktiveer, wat sitoskeletale veranderinge of sellulêre skade bemiddel, wat gevolglik die funksie van die sel kan verander. Permanente skade kom voor, aangesien die selle waarskynlik 'n swak herstelmechanisme het (Chan *et al.*, 1998). 'n Soortgelyke tendens kom voor met die blootstelling aan ototoksiese koolwaterstowwe waar senuweeselle, wat hoogs sensitief is vir spesifieke frekwensies, ook fisiologies meer vatbaar vir die substansie is. 'n Studie wat uitgevoer is deur Liu en Fechter (1997) het aangetoon dat die blootstelling van geïsoleerde haarselle aan tolueen 'n styging in intrasellulêre kalsium veroorsaak het. Volgens (Forge en Harpur, 2000) kan blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels soos tolueen, trichloroetileen en xileen moontlik gehoordrempels rondom die drie tot vier kHz frekwensies beïnvloed. Laasgenoemde substansie word deur Forge en Harpur (2000) geklassifiseer as stowwe wat permanente gehoorverlies kan veroorsaak.

In 'n werksomgewing waar vlugtige organiese oplosmiddels gebruik word, kom die blootstelling aan geraas ook dikwels voor (Moriaka *et al.*, 2000). Na afloop van 'n studie wat gedoen is om die gehoorsensitiwiteit van werkers by industrieë te evalueer, is daar gevind dat die aangepaste risiko vir gehoorverlies vir die groep werkers wat aan geraas blootgestel is, vier keer hoër is as vir die kontrolegroep, maar dat die groep wat aan geraas sowel as vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel was, se risiko 11

keer hoër is. Die outeur wat die laasgenoemde studie uitgevoer het, toon aan dat gehoordrempels verhoog as gevolg van blootstelling aan ototoksiese substansie en dat dit 'n noemenswaardige effek het, moontlik meer as die effek van geraas (Morata *et al.*, 1993). Die outeur het met 'n verdere studie bepaal, deur middel van veelvoudige logistieke regressie, dat die waarskynlikheidsverhouding vir gehoorverlies groter is as 2 by vlakke van toluen in die lug met 'n konsentrasie van 50 dele per miljoen (Morata *et al.*, 1997). Laasgenoemde vlak word deur die Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansie as 'n beroepsblootstellingsdrempel voorgestel. Vlakke van 'n substansie laer as die beroepsblootstellingsdrempel word as veilig vir mense se gesondheid in die werkplek beskou. Sliwinska-Kowalska *et al.*, (2001) toon aan dat die evaluering van die veiligheid van organiese oplosmiddels vir werkers op psigologiese, hepatotoksiese en respiratoriese simptome gebaseer is en dat die blootstelling aan 'n mengsel van organiese oplosmiddels by konsentrasies wat as veilig beskou is vir daardie simptome nogtans die risiko vir gehoorverlies kan verhoog.

Tydens die evaluering van 'n werksomgewing is 'n meer holistiese benadering nodig, sodat die omgewing waar werk verrig word, beskou word as 'n kombinasie van fisiese, chemiese, biologiese en organisatoriese faktore, wat 'n impak kan hê op die gesondheid en veiligheid van werknemers. Dié benadering het tot gevolg dat die gekombineerde effekte van geraas- en chemiese blootstelling in die werksplek ondersoek word, asook die effek wat hierdie faktore op gehoor het (Morata *et al.*, 1997).

DOEL

Die doel van hierdie studie is om op 'n empiriese wyse vas te stel of die verskynsel van gehoorverlies as gevolg van die blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels teenwoordig is in die omstandighede wat heers in die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek.

HIPOTHESE

Daar bestaan 'n statistiese betekenisvolle verband tussen die blootstelling van werkers aan vlugtige organiese oplosmiddels en die mate van gehoorverlies by die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek.

Metode

3.1. Studiepopulasie

Twee proefgroepe is vir die studie gebruik wat uitgevoer is as 'n beskikbaarheidssteekproef. Die twee groepe bestaan uit werkers van Sasol Sintetiese Brandstowwe (SSF), Brandspruit-steenkoolmyn en Sascoal Engineering. Die proefgroep wat blootgestel is aan ototoksiese koolwaterstowwe soos toluen en geraas, werk by die gasproduksie-aanlegte van SSF. Die groep bestaan uit negentien persone. Twaalf proefpersone van die Brandspruit-steenkoolmyn en agt proefpersone van Sascoal Engineering, wat slegs aan geraas blootgestel word in die werksomgewing, dien as die tweede proefgroep. Die proefgroep wat blootgestel is aan geraas en chemikalieë sal verder bekend staan as die gekombineerde groep (chemikalieë + geraas) en die ander proefgroep (blootgestel aan slegs geraas) bekend as die geraasgroep. 'n Derde groep van 20 persone wat in Potchefstroom woon het as 'n kontrolegroep gedien. Die kontrolegroep bestaan uit werknemers van die Potchefstroomse Universiteit, waar blootstelling aan ototoksiese chemikalieë en geraas nie deel van hulle daaglikse werkverrigtinge uitmaak nie.

Die uitsluitingskriteria wat ten opsigte van die proefpersone gegeld het, is as volg:

- Persone op medikasie wat gehoordrempelverskuiwing kan veroorsaak.
- Persone met 'n familiegeskiedenis van gehoorverlies.
- Persone met oorpatologie, bv. oorinfeksie.

Inligting oor proefpersone is deur middel van vraelyste verkry. Waar dit nodig was vir die tolking van vraelyste vir proefpersone wat nie Engels of Afrikaans kan lees nie, is die hulp van personeel by die mediese stasie en die mynhospitaal verkry.

Goedkeuring vir die uitvoer van die studie is by die Etiekkomitee van die Potchefstroomse Universiteit verkry. Verder is goedkeuring ook van die proefpersone vir hul deelname aan die studie verkry.

Inligting is met behulp van die vraelyste oor die volgende ingesamel: ouderdom, ras, rookgewoontes, alkoholinnome, werksgeskiedenis t.o.v. blootstelling aan ototoksiese substansie, geraas en die aantal jare in diens. Die vraelys word aangeheg as Byvoegsel 1.

3.2. Metings

Proefpersone is ingelig oor die eksperimentele prosedure. Die volgende bepalings en monsternemings is op die proefpersone uitgevoer:

3.2.1. Persoonlike lugmonsterneming

Bepaling van die persoonlike blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels is met SKC-passiewe lugmonsternemers uitgevoer. Vir die studie is tolueen as merker-chemikalieë gebruik, aangesien die meerderheid van navorsing oor die ototoksiteit van vlugtige organiese oplosmiddels op die substans uitgevoer is. Laasgenoemde vergemaklik die interpretasie en vergelyking van data wat tydens die studie verkry is. Passiewe lugmonsternemers is vir die geraas- en gekombineerde groepe op die derde dag van die werkswaek aan die begin van 'n skof gegee om persoonlike blootstelling aan tolueen en soortgelyke vlugtige organiese oplosmiddels te meet. Hierdie lugmonsternemers is weer aan die einde van die skof versamel, herverseel en gestoor in 'n yskas, soos wat voorgeskryf is deur die vervaardiger. Die monsternemers is na Protechnik-laboratorium geneem vir analise. Persoonlike lugmonsterneming is nie uitgevoer by die kontrolegroep nie, omdat hulle nie aan vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel was nie.

3.2.2. Siftingsoudiometrie

Siftingsoudiometrie is deur geakkrediteerde oudioloë uitgevoer volgens 'n standaard diagnostiese metode wat goedgekeur is deur die SABS-gebruikskodes 083:1996. Oudiometrie is op dag 1, 3 en 5 van die werkswaek by die betrokke instansies se mediese stasies, voordat die werkers op skof gegaan het, uitgevoer. Die negentien proefpersone, wat werkzaam is by die twee vergassingsaanlegte, is na die mediese stasie van SSF vir oudiometriese toetse geneem. Die twintig proefpersone van die Sascoal Engineering-fabriek en die Brandspruitmyn is na die mynhospitaal vir

oudiometrie geneem. Die kontrolegroep is na oudioloë in Potchefstroom geneem. Die bepaling van hierdie groep se gehoordrempels is volgens dieselfde metode gedoen as vir die geraas- en gekombineerde groepe.

3.2.3. Bepaling van geraasvlakke

Geraasvlakke in die werkplekke is met behulp van 'n Rion NL-14 integreerende klankpeilmeter gemeet. Hierdie meter was gestel op A-frekwensie beswaarde en I-tyd beswaarde funksies. Die metode wat vir die evaluasie van die werkplekke gebruik is, word deur die SABS-gebruikskodes 083-1996 voorgestel. Die meting van die geraas is uitgevoer deur 'n werkarea af te tas. Die duur van 'n metingsperiode was ongeveer 10 minute. Metings is herhaal in die areas waar die proefpersone die meeste werk verrig en waar afwisselende periodes van geraas voorgekom het.

3.2.4. Biologiese monitering

Urienmonsters is versamel om die vlakke van die biologiese merker van tolueen te meet. Die biologiese merker wat vir tolueenblootstelling gekies is, is gram hippuursuur per gram kreatinien en dit is verkry d.m.v. urienanalises. Geskikte houers vir die neem van urienmonsters is vir die proefpersone op die derde werksdag gegee en urienmonsters is aan die einde van die skof versamel. Die urienmonsters is gevries om kontaminasie te verhoed en vir analise na die Toksikologie-laboratorium van die Departement Chemiese Patologie by die Universiteit van Pretoria geneem. Die laboratorium het bykomend ook analises vir 'n tweede biologiese merker van tolueen, naamlik orto-kresol per gram kreatinien uitgevoer. Die vlakke van laasgenoemde biologiese merker word ook in die verslag weergegee.

3.2.5. Statistiese analises

Statistiese analises van die data is deur die Departement Statistiese Konsultasiediens van die Potchefstroomse Universiteit uitgevoer. T-toetse en effekgroottes is gebruik om verskille tussen die groepe te definieer. Die program wat hiervoor gebruik is, is die SAS System for Windows Release 6.12 (1996).

Daar is getoets vir statistiese betekenisvolle verskille waar $p \leq 0.05$. Effekgroottes is ook bereken om uitsprake oor beduidendheid makliker te maak. Laasgenoemde word

gedoen deur die gestandaardiseerde verskil te bereken. Dit is die verskil tussen twee gemiddeldes gedeel deur die gemeenskaplike standaardafwyking. Die waarde wat hierdeur verkry word, staan bekend as die effekgrootte van die verskil in die populasiegemiddeldes en dit word verder beskryf deur die riglyne in Tabel 1

Tabel 1: Effekgroottes en riglyne vir die gebruik daarvan.

Effekgrootte (δ)	
$ \delta = 0,2$	Klein effek. Beteken dat as dit deur nuwe navorsing verkry is, die eksperiment of opname liever herhaal moet word om seker te maak of daar wel 'n effek is. In ander gevalle sou so 'n resultaat as nie-beduidend beskou word.
$ \delta = 0,5$	Matige effek. Mag dalk op beduidendheid dui. 'n Beter beplande projek mag resultate lewer wat 'n groter beduidendheid het.
$ \delta = 0,8$	Groot effek. Resultate is beduidend en van praktiese belang.

(Steyn, H.S., 1999)

Resultate

Die eksperimentele resultate wat tydens hierdie projek behaal is, volg hieronder in die volgorde waarin hulle in die hoofteks weergegee word.

Verwys na die hoofteks vir die volledige bespreking van hierdie resultate, wat op die bladsye soos aangedui by die opskrifte, verskyn.

4.1. Gehoorverwante faktore by die studiepopulasies (Bladsy 52)

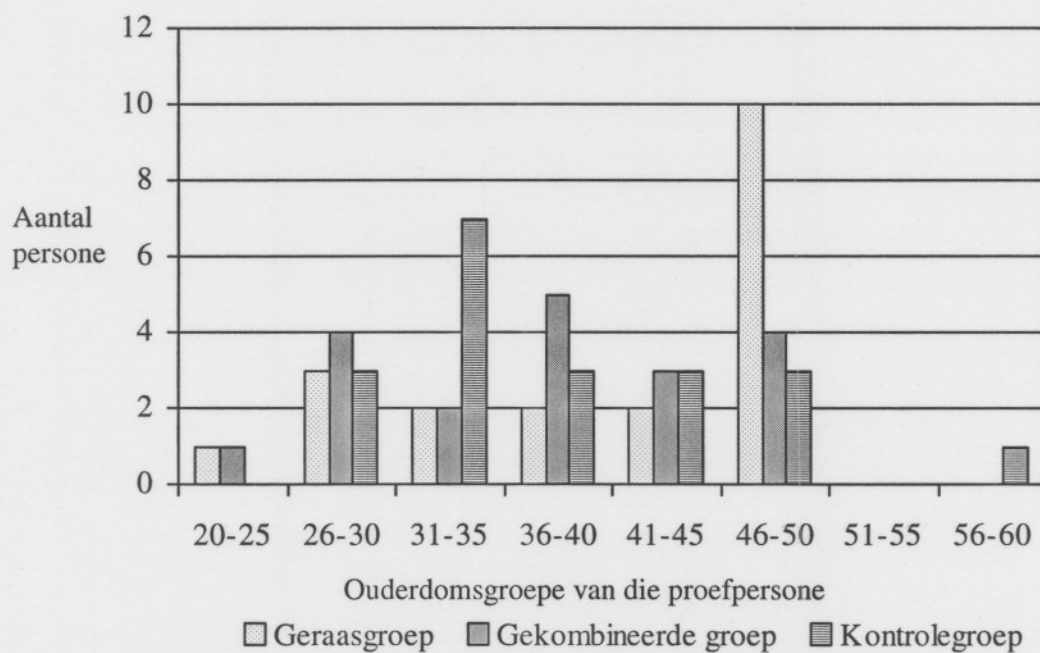


Fig 1. Die verdeling van ouderdomme van die drie groepe.

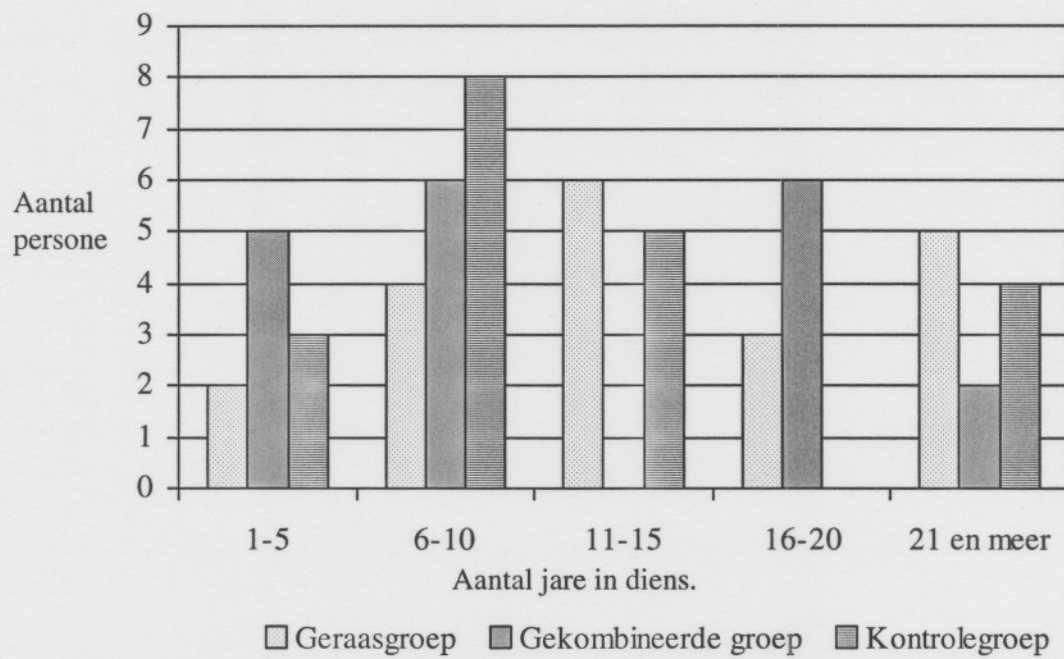


Fig 2. Die aantal jare van indiensneming van die drie groepe by die petrochemiese fabriek (geraas- en gekombineerde groepe) en by die universiteit (kontrolegroep).

Tabel 2. Die bedrywe waarby proefpersone was (bo en behalwe hul huidige werk).

	Geraasgroep	Gekombineerde groep	Kontrolegroep
Totale aantal persone	18	4	6
Werkskategorie			
Mynbedryf	10	0	0
Konstruksiebedryf	7	1	1
Vervoerbedryf	1	1	0
Produksiebedryf	geen	2	5
Stressors in die vorige werkplek waaraan die persone gereeld blootgestel was			
Geraas	11	2	1
Organiese oplosmiddels bv. toluen en xileen	6	1	0
Verdamping van verwe, lak of verdunners	6	0	1
Huidige werk			
Mynbedryf	20	0	0
Chemiese bedryf	0	19	0
Dienswerkers	0	0	20

4.2. Persoonlike lugmonsterneming (Bladsy 53)

Tabel 3. Die gemiddelde konsentrasies van vlugtige organiese oplosmiddels in die werkareas van die twee proefgroepe.

	Tolueen*		Xileen*		n-heksaan*	
	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA
geraasgroep	0.009	0.021	0.01	0.026	0	0
gekombineerde groep	0.17	0.12	0.068	0.051	0.017	0.03
BBd	50		100		50	
MRV	4 (a); 0,4 (c)		1(a); 0,7(i); 0,1(c)		0,6 (c)	
	Sikloheksaan		Benseen		n-heptaan	
	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA
geraasgroep	0	0	0	0	0	0
gekombineerde groep	0.011	0.042	0.122	0.127	0.003	0.013
BBd	300		0,5		400	
MRV	-		0,05 (a); 0,004(i)		-	
	Etielbenseen*		Sikloheksanoon		1,2,3-trimetiëlbenseen	
	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA	(TB G) (dp m)	SA
geraasgroep	0	0	0.004	0.015	0.00 8	0.02
gekombineerde groep	0.006	0.017	0.024	0.095	0.11 1	0.092
BBd	100		25		25	

MRV	1 (i)		-		-	
	1,2,4-trimetiëlbenseen		1,3,5-trimetiëlbenseen		Asetoon	
	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA	(TBG) (dpm)	SA
geraasgroep	0	0	0.007	0.017	0.599	2.159
gekombineerde groep	0.008	0.024	0.049	0.05	0	0
BBd	25		25		500	
MRV	-		-		26 (a); 13(i); 13 (c)	

*: substansie wat moontlik ototoksies kan wees (Forge en Harpur, 2000)

BBd: beroepsblootstellingsdrempel (dpm); MRV: minimum risiko-vlak (dpm)

(a): akute blootstelling; (i): intermediaêre blootstelling; (c) chroniese blootstelling

SA: standaardafwyking; (TBG): tyd beswaarde gemiddeld

4.3. Biologiese monitering (Bladsy 54)

Tabel 4. Die gemiddelde konsentrasies van die biologiese merkers van tolueen wat in die uriene van die twee proefgroepe gevind is.

Biologiese merker	BBI	Geraasgroep	Gekombineerde groep
gram hippuursuur per gram kreatinien	2,5	0,012	0.013
milligram o-kresol per gram kreatinien	1	0.099	0.07

BBI: biologiese blootstellingsindeks.

4.4. Geraasmetings (Bladsy 55)

Tabel 5. Die klankdrukvlakke (gemeet in $L_{A,T}$) in die werkplek van die geraas- en gekombineerde groepe.

Werkplekke	Metingsperiodes $L_{A,T}$ (dB(A))					$L_{A,Tav}$ dB(A)
	1	2	3	4	5	
Vergassingsaanlegte						
	vlak 1	vlak 2	vlak 1	Vlak 2		
Grondvloere	85	86	86,6	87,0	-	86
Vloere 1	85	88	87,1	87,3	-	87
Vloere 2	86	85	86,2	86,3	-	86
Vloere 3	87	87	87,3	87,9	-	87
Vloere 4	86	86	88,3	-	-	87
Vloere 5	87,2	-	-	-	-	87
Vloere 6	87,6	-	-	-	-	88
Sascoal engineering						
"body shop"	86,5	84,6	80,5	-	-	85
Fabrikasie A	86,3	88,8	78,6	-	-	86
Massavervaardiging	89,5	87,9	86,9	-	-	88
Brandspruitmyn						
Delwers	85,5	79,3	89,9	82	90,3	87
Dakbouters	89,3	-	-	-	-	89
Vervoerband-eenheid	90	-	-	-	-	90

4.5. Siftingsoudiometrie (Bladsy 56)

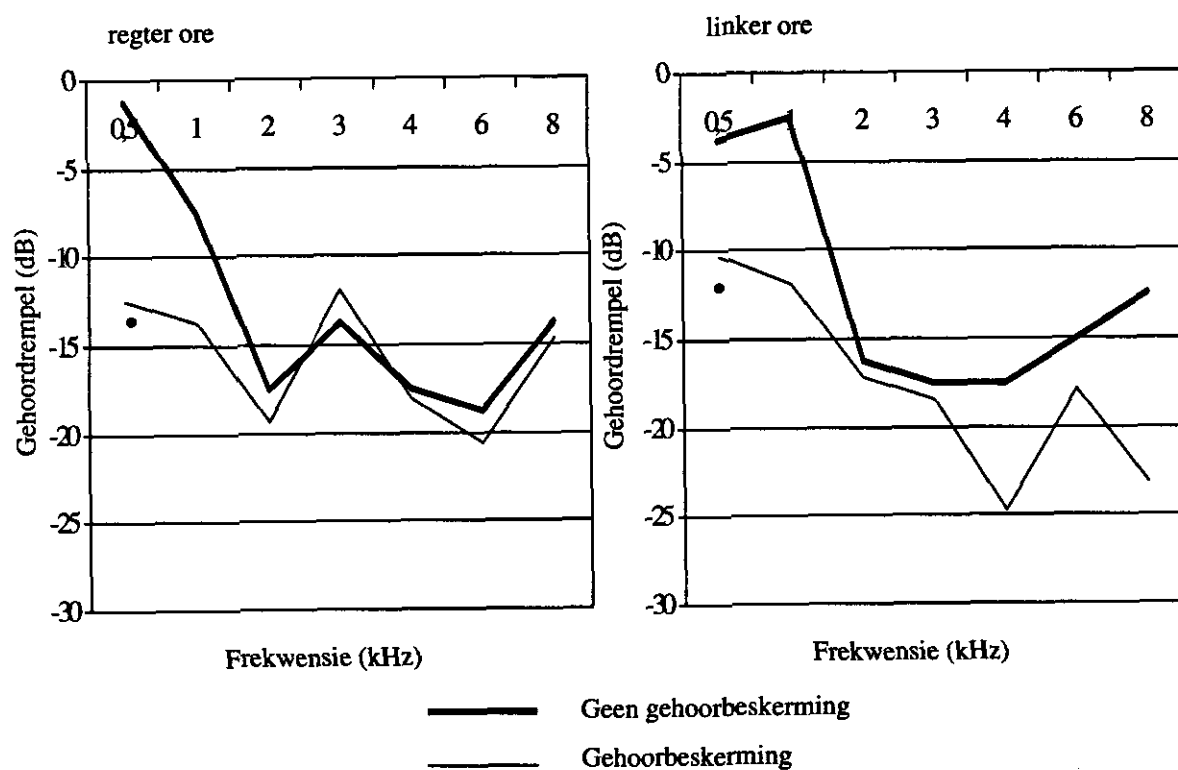


Fig 3. Die gemiddelde gehoordrempels van die proefpersone in die geraasgroep wat met en sonder gehoorbeskerming werk verrig in die areas waar daar geraas is. Die simbool (•) dui die frekwensies aan waar daar betekenisvolle verskille ($p \leq 0,05$) tussen die twee subgroepe voorkom.

Tabel 6. Die effekgroottes (δ) by die frekwensies waar betekenisvolle verskille tussen die twee subgroepe gevind is.

Oudiogram	Die twee subgroepe van die geraasgroep
frekwensie (kHz)	effekgroottes (δ)
regterore	
0,5	1,0
linkerore	
0,5	0,6

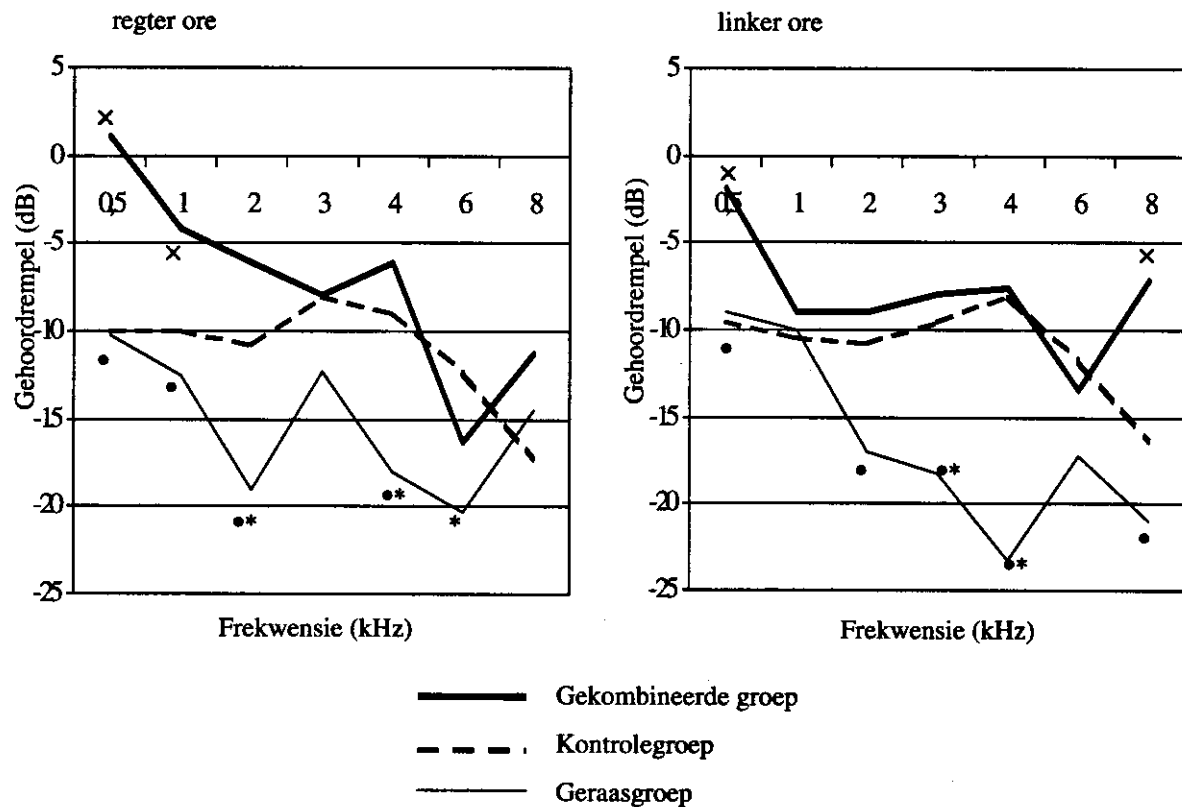


Fig 4. Die gemiddelde gehoordrempels van die drie groepe wat verkry is deur siftings oudiometrie. Die simbole dui die frekwensies aan waar daar betekenisvolle verskille ($p \leq 0,05$) tussen die drie groepe voorkom: • (tussen gekombineerde- en geraasgroepe); * (tussen geraas- en kontrolegroepe); x (tussen gekombineerde- en kontrolegroepe).

Tabel 7. Die effekgroottes (δ) by die frekwensies waar daar betekenisvolle verskille is tussen die drie eksperimentele groepe.

Oudiogram	Eksperimentele groepe se effekgroottes (δ)		
Frekwensie (kHz)	Geraas-gecombineerd	Geraas-kontrole	Kontrole-gecombineerd
Regteroor			
0,5	1,0	-	1,3
1	0,7	-	0,6
2	1,0	0,2	-
4	0,7	0,5	-
6	-	0,6	-
Linkeroor			
0,5	0,7	-	0,8
2	0,6	-	-
3	0,8	0,6	-
4	0,9	0,8	-
8	0,8	-	0,8

4.1. Gehoorverwante faktore by die studiepopulasies

Geen statisties betekenisvolle verskille kom tussen die drie gemiddelde ouderdomme voor nie. Daar kan by die 46-50 jaar ouderdomsgroep (Fig 1.) gesien word dat helfte van die werknemers van die geraasgroep in hierdie ouderdomsgroep val.

Laasgenoemde moet in ag geneem word met 'n gehoorstudie, want met 'n styging in ouderdom vind daar waarskynlik ook 'n styging in gehoordrempels plaas (Guyton en Hall, 2000). Die gekombineerde- en kontrolegroepe is meer eweredig oor die ouderdomskaal as die geraasgroep versprei. Daar is een proefpersoon by die kontrolegroep wat deel is van die 56-60 jaar ouderdomsgroep.

Daar kom twee onreëlmatighede tussen die groepe voor. Die eerste onreëlmatigheid is dat daar geen lede van die gekombineerde groep in die dienstydpark van 11-15 jaar is nie en tweedens het geen persone van die kontrolegroep diens verrig tussen 16-20 jaar nie. Die verdeling van die drie groepe oor die volle bestek van die dienstydpark is egter nagenoeg ooreenstemmend, sodat die verskille in diensjare nie wesentlike verskille aan die resultate behoort te veroorsaak nie.

Inligting oor die werksdiens van die werkers by vorige werkgewers is deur middel van vraelyste verkry. By die geraasgroep het 18 van die 20 persone voor indiensneming by hul huidige werkplekke vir ander werkgewers gewerk. By die gekombineerde groep is daar vier persone en by die kontrolegroep ses persone wat voorheen by ander werkgewers gewerk het. Tabel 2 is 'n opsomming van die tipe werk wat bogenoemde werknemers vantevore verrig het en die toestande wat volgens die werknemers in die werkplekke geheers het.

Tabel 2 bevat inligting oor die tipe bedryf waar die werkers voorheen werksaam was, asook die kondisies wat volgens hulle in die werkplek geheers het. Die aantal jare wat die persone by hul vorige werkgewers diens verrig het, is nie bekend nie. Die tabel toon aan dat die aantal werkers in die geraasgroep wat blootgestel is aan geraas en moontlike ototoksiese substansie, in hul vorige werkplekke meer is as die ander twee groepe. Die vlakke van geraas en ototoksiese substansie waaraan die persone blootgestel is by hul vorige werkgewers is nie bekend nie. Laasgenoemde moet egter

beskou word as 'n faktor by 'n gehoorstudie. Die inligting is verkry deur middel van vraelyste wat deur die proefpersone ingevul is.

4.2. Persoonlike lugmonsterneming

Die omgewingskonsentrasies van vlugtige organiese oplosmiddels waarvoor daar gemeet is in die werksomstandighede van die twee groepe van werknemers by die petrochemiese fabriek, is laer as die beroepsblootstellingsdrempels (BBd) wat deur die Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substanse voorgeskryf is. Die gemiddelde konsentrasies van moontlike ototoksiese koolwaterstowwe by die gekombineerde groep was 0,17 dpm vir toluen, 0,067 vir xileen en 0,017 vir n-heksaan. Die gemiddelde konsentrasies by die geraasgroep is 0,009 dpm vir toluen, 0,010 dpm vir xileen en 0 dpm vir n-heksaan.

Die minimum risikovlakke (MRV), wat tot dusver bekend is, word in Tabel 3 gegee. Die ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) organisasie is verantwoordelik vir die opstel van die MRV-waardes en die kies van die vlakke word gebaseer op bestaande inligting. Die minimum risikovlakke wat gekies is, is laer as die vlakke wat moontlik ongunstige gesondheidseffekte kan inhou by mense wat hoogs sensitief is vir die substansie. MRV-waardes word gekies volgens akute (1-14 dae), intermediêre (15-364 dae) en chroniese (365 dae en langer) blootstelling. Die MRV-waardes in die tabel is vir konsentrasies wat ingeasem word. Die gemiddelde konsentrasies wat tydens die studie verkry is (Tabel 3), behalwe vir benseen, is laer as die minimum risiko-vlakke wat deur die ATSDR organisasie voorgestel word. By albei die proefgroepe is die gemiddelde konsentrasies vir benseen hoër as die minimum risiko-vlakke vir akute- en intermediêre blootstelling.

Die totale koolwaterstofbelading vir die geraasgroep is 0,031 dpm en vir die gekombineerde groep is dit 0,536 dpm. Die aanname vir die studie was dat die werkers van die geraasgroep nie aan vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel word nie, maar net aan geraas. Die resultate van die persoonlike lugmonsterneming (Tabel 3) toon aan dat die geraasgroep wel aan vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel was. Dié blootstelling het by die agt persone van die Brandspruit-steenkoolmyn plaasgevind.

Literatuur oor die sinergistiese interaksies tussen die vlugtige organiese oplosmiddels, ten opsigte van ototoksiteit, kon nie gevind word nie.

Daar is aanvaar dat die kontrolegroep nie in hul alledaagse werkswaarskynlikheidsverhouding aan die substansie blootgestel word nie, omdat daar geen koolwaterstofbronne in hul werksplekke teenwoordig was nie. Die vraelyste het ook getoon dat die proefgroepe se werkers nie stokperdjies beoefen waarby geraas of ototoksiese substansie voorkom nie.

4.3. Biologiese monitering

Met die biologiese monitering is vlakke van 0,012 gram hippuursuur per gram kreatinien vir die geraasgroep en 0,013 gram hippuursuur per gram kreatinien vir die gekombineerde groep geregistreer. Daar is vlakke van 0,099 mg o-kresol per gram kreatinien vir die geraasgroep en 0,07 mg o-kresol vir die gekombineerde groep gemeet. Albei die biologiese merkers is laer as die vlakke wat aanbeveel is deur die Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansie. Die aanbevole vlakke is 2,5 gram hippuursuur per gram kreatinien en 1 milligram o-kresol per gram kreatinien (Tabel 4). Geen betekenisvolle verskille kom tussen die geraas- en gekombineerde groepe se biologiese merkers voor nie.

Die vlakke van milligram o-kresol per gram kreatinien is hoër vir die geraasgroep as wat dit is vir die gekombineerde groep. Die omgekeerde tendens kom voor by die twee groepe se vlakke van gram hippuursuur per gram kreatinien, waar die gekombineerde groep die hoër waarde het. Volgens Morata *et al.* (1997) word hippuursuur beskou as 'n goeie biologiese merker vir blootstelling aan toluen, by lugkonsentrasies hoër as 50 dpm. By lugkonsentrasies van toluen laer as 50 dpm is die betroubaarheid in dié merker egter laag as gevolg van die hoë agtergrondvlakke van die merker in verskeie lande. Die rede waarom hippuursuur as biologiese merker gekies is vir dié studie, is dat Morata *et al.* (1997) aangetoon het dat die waarskynlikheidsverhouding vir gehoorverlies 1,76 keer groter is vir elke gram hippuursuur per gram kreatinien in die uriene.

Wat o-kresol as biologiese merker aanbetref, is die geraasgroep se vlak effens hoër as die gekombineerde groep s'n. Die aanname vir die studie was dat die werkers van die geraasgroep nie aan vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel word nie, maar net aan geraas. Die resultate van die persoonlike lugmonsterneming (Tabel 3) toon egter aan dat die blootstelling aan vlugtige organiese oplosmiddels by die geraasgroep wel plaasgevind het. Beide die geraas- en gekombineerde groepe se o-kresol vlakke van onderskeidelik 0,099 mg o-kresol per gram kreatinien vir die geraasgroep en 0,07 mg o-kresol per gram kreatinien vir die gekombineerde groep, is laer as die biologiese blootstellingsindeks. Volgens patoloë verbonde aan die Departement Chemiese Patologie by die Universiteit van Pretoria, is die verskille tussen die geraas- en gekombineerde groepe se o-kresol vlakke nie noemenswaardig genoeg om te kan aantoon dat die een groep se blootstelling aan toluen hoër is as die ander groep s'n nie.

Daar is aanvaar dat die persone van die kontrolegroep nie in hul alledaagse werkverrigtinge aan die substansie (Tabel 3) blootgestel word nie, want die persone werk in 'n milieu waar geraas en ototoksiese substansie soos toluen nie voorkom in alledaagse werkverrigtinge nie.

4.4. Geraasmetings

Geraasmetings is oor 'n periode van twee dae uitgevoer. Al die metingspunte by die Brandspruitmyn, Vergassingsaanlegte en Sascoal Engineering het klankdrukvlakke ($L_{A,T}$) getoon wat bo 85 dB(A) was. Die duur van 'n metingsperiode was ongeveer 10 minute. Metings is herhaal in areas waar die werknemers die meeste werk verrig het en waar afwisselende periodes van geraas voorgekom het. Die geraasgroep is blootgestel aan afwisselende periodes van geraas in die vlakke van 79- 90 dB(A).

Binne die areas waarin die gekombineerde groep werk, is daar kontinue blootstelling aan geraas in die omgewing van 85 tot 88 dB(A). Inligting is met behulp van vraelyste verkry en dit het getoon dat die meerderheid van albei groepe vir 8-9 ure per skof blootgestel word.

4.5. Siftingsoudiometrie

Die geraas- en gekombineerde groepe word aan geraas in die werkplek blootgestel. By die geraasgroep word 90 % blootgestel aan geraas vir ongeveer 9 ure per dag. Tien persent van die groep word vir 8 ure per dag blootgestel. By die gekombineerde groep word 95 % van die werkers vir 'n gemiddeld van 8 ure aan geraas blootgestel. Al die werkers in die gekombineerde groep gebruik gehoorbeskerming in die werkplek. By die geraasgroep gebruik 80 % van die mense gehoorbeskerming tydens werksaktiwiteite. Die inligting oor die geraasblootstelling en die gebruik van gehoorbeskerming is deur middel van vraelyste verkry. Figuur 3 toon die gemiddelde gehoordrempels van die proefpersone in die geraasgroep aan wat met en sonder gehoorbeskerming werk verrig in die areas waar daar geraas is. Die laasgenoemde twee groepe sal vir die doel van die verslag as die subgroepe bekend staan.

4.5.1. Die gebruik van gehoorbeskerming by die geraasgroep.

Figuur 3 toon die gemiddelde gehoordrempels van werkers in die geraasgroep aan wat gehoorbeskerming gebruik of nie. Volgens vraelyste gebruik 80 persent van die werkers in die groep gehoorbeskerming. Die gehoordrempelverskuiwings van die subgroep wat gehoorbeskerming dra, is oor die algemeen hoër (‘n styging in ‘n gehoordrempel beteken dat die gehoor aangetas word) as dié van die groep wat nie gehoorbeskerming dra nie. Betekenisvolle verskille ($p \leq 0.05$) tussen die gehoordrempels van die twee subgroepe kom slegs voor by die 500 Hz-frekwensies van die linker- en regterore. By beide laasgenoemde gevalle is die gemiddelde gehoordrempelverskuiwing van die subgroep wat nie gehoorbeskerming gebruik nie, laer as die gemiddelde gehoordrempelverskuiwing van die subgroep wat wel gehoorbeskerming gebruik.

Effekgroottes is bereken om uitsprake oor beduidenheid makliker te maak (Tabel 6). Die tabel toon aan dat verskil by die 0,5 kHz frekwensies van die regterore van die twee subgroepe, beduidend en van praktiese belang is.

4.5.2. Gehoordrempels van die regterore.

Die geraasgroep se gehoordrempelverskuiwings is by die 0,5, 1, 2, 4 kHz-frekwensies betekenisvol groter ($p \leq 0.05$) as die gekombineerde groep s’n. Betekenisvolle

verskille ($p \leq 0.05$) kom tussen die geraasgroep en kontrolegroep se gehoordrempelverskuiwings by die 2, 3, 4 kHz-frekwensies voor. Slegs die 0,5 en 1 kHz-frekwensies verskil betekenisvol ($p \leq 0.05$) van mekaar by die gekombineerde- en kontrolegroepe se gehoordrempelverskuiwings.

4.5.3. Gehoordrempels van die linkerore.

Die gekombineerde groep se gehoordrempelverskuiwings is by die 0,5, 2, 3, 4, en 8 kHz-frekwensies betekenisvol laer ($p \leq 0.05$) as die geraasgroep s'n. Die gekombineerde groep se 0,5 en 8 kHz-frekwensies is betekenisvol ($p \leq 0.05$) laer as die kontrolegroep s'n. Betekenisvolle verskille ($p \leq 0.05$) het voorgekom tussen die 3- en 4 kHz-frekwensies van die geraas- en kontrolegroepe se gehoordrempelverskuiwings. Die gehoordrempelverskuiwings van die kontrolegroep was kleiner by laasgenoemde twee frekwensies.

4.5.4. Effekgroottes (δ) van die betekenisvolle verskille tussen die regterore (Tabel 7).

Beduidende resultate van praktiese belang is gevind by die 0,5 en 2 kHz-frekwensies van die gekombineerde- en geraasgroepe. Die verskil tussen die gehoordrempels van die gekombineerde- en kontrolegroepe by die 0,5 Hz-frekwensie is beduidend en van praktiese belang. Die verskille word geklassifiseer as beduidend en van praktiese belang sodra die effekgroottes van die frekwensies gelyk aan en groter as 0,8 is (Sien Tabel 1 bl 41).

4.5.5. Effekgroottes (δ) van die betekenisvolle verskille tussen die linkerore (Tabel 7).

Verskille wat beduidend en van praktiese belang is het voorgekom: tussen die geraas- en gekombineerde groepe by die 3, 4, en 8 kHz-frekwensies; tussen die geraas- en kontrolegroepe by die 4 kHz-frekwensie en ook tussen die kontrole- en gekombineerde groepe by die 0,5 en 8 kHz-frekwensies.

Volgens die vraelyste beskou negentig persent van die geraas- en kontrole groepe hul gehoor as normaal, terwyl al die mense van die gekombineerde groep hul gehoor as normaal aanvaar. Langtermyn blootstelling aan geraas affekteer gewoonlik die hoër

frekwensies rondom 4 kHz van gehoor. Spraak word herken by die 500 tot 2000 Hz-frekwensies. Dit kan beteken dat 'n werker gehoorverlies kan hê as gevolg van langtermynblootstelling aan geraas in die werkplek, maar dat hy of sy dit nie besef nie, want die spraaksone van 500 tot 2000 Hz is nie in dieselfde graad geaffekteer as byvoorbeeld die 4 kHz-frekwensies nie (Olishifski, 1988). Daar mag dus 'n wanpersepsie onder die werkers bestaan aangaande hul gehoor.

5.1. Bespreking

Om die invloed van ototoksiese substansie op die gehoordrempels van werknemers by 'n petrochemiese fabriek te evalueer, is siftings oudiometrie, geraasmetings, persoonlike lugmonsternemings en biologiese monitering op die twee proefgroepe uitgevoer. Die twee proefgroepe bestaan uit werknemers wat by Sasol Sintetiese Brandstowwe (gekombineerde groep), Brandspruitmyn (geraasgroep) en Sascoal Engineering (geraasgroep) werksaam is. Die kontrolegroep is geneem vir siftings oudiometrie om die gehoorstatus van werkers te bepaal wat werk in kondisies waar geraas en ototoksiese substansie soos toluene nie in alledaagse werkswaardigheidsverrigtinge voorkom nie.

Die aanname vir die studie was dat die geraasgroep slegs aan geraas blootgestel is en dat die gekombineerde groep aan geraas en moontlike ototoksiese koolwaterstowwe blootgestel word. Deel van die aanname was dat die kontrolegroep nie aan geraas en vlugtige organiese oplosmiddels blootgestel is nie. Die aanname het dus beteken dat die biologiese merkers prominent sou wees by die gekombineerde groep en nie by die geraasgroep nie. Bykomend tot die aanname is dat daar ook 'n moontlike sinergistiese interaksie tussen ototoksiese koolwaterstowwe en geraas is, sodat die verwagting was dat die gekombineerde groep se gehoordrempels hoër sal wees as die geraasgroep se gehoordrempels. Verder sou bogenoemde aanname impliseer dat die kontrolegroep se gehoor beter sal wees as beide die ander twee groepe s'n. Twee van die voorwaardes vir die bogenoemde aanname was dat die verskille by die gemiddelde ouderdomme en diensjare van die drie proefgroepe nie noemenswaardige faktore sal wees nie.

Die resultate (Fig. 4.) van die siftings oudiometrie wat uitgevoer is toon aan dat die geraasgroep se gehoordrempelverskuiwings groter is as die gekombineerde- en kontrolegroepe s'n. Die gekombineerde groep se gehoordrempelverskuiwings is oor die algemeen kleiner as die kontrolegroep se gehoordrempelverskuiwings behalwe by die 6 kHz frekwensies van beide die regter- en linkerore.

By die gemiddelde ouderdomme van die drie proefgroepe is daar geen statistiese betekenisvolle verskille gevind nie. Daar is egter by die ouderdomsverdeling van die

drie proefgroepe (Fig.1.) aangetoon dat die helfte van die geraasgroep se werkers in die hoë ouderdomsgroep van 46-50 jaar voorkom. Figuur 2, wat inligting verskaf oor die aantal jare van indiensneming van die drie proefgroepe by die huidige werkgever, toon aan dat die verdeling van die drie groepe oor die volle bestek van die dienstrydperke ooreenstemmend is. Dit beteken dat die verskille in diensjare nie 'n wesentlike impak op die resultate behoort te gehad het nie. Inligting oor die bedrywe waarby proefpersone betrokke was voor die indiensneming by hul huidige werkgever (Tabel 2) toon aan dat die meerderheid van die geraasgroep (18 persone) voorheen vir ander werkgewers gewerk het waar blootstelling aan geraas en moontlike ototoksiese substansie voorgekom het. Blootstelling aan geraas en moontlike ototoksiese substansie van die werkers by die gekombineerde- en kontrolegroepe (vier en ses onderskeidelik.) by vorige werkgewers was egter baie laer. Die aantal jare wat die persone by hul vorige werkgewers diens verrig het, is egter nie bekend nie.

Die studie toon aan dat vlakke van moontlike ototoksiese substansie (Tabel 3) soos toluen, xileen, en n-heksaan wat by die werkplekke gemeet is, laer is as die beroepsblootstellingsdrempels wat deur die Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansie voorgeskryf is. Verder is die vlakke ook laer as die minimum risiko-vlakke (MRV) wat deur die ATSDR organisasie voorgestel word. Die resultate van die metings wat in een dag gedoen is kan egter nie beskou word as verteenwoordigend van die toestande wat heers in die werkplekke nie, maar dit toon aan dat die substansie wat moontlik ototoksies kan wees, wel teenwoordig is. Beide die geraas- en gekombineerde groepe is blootgestel aan moontlike ototoksiese substansie in die huidige werkplekke. Morata *et al.* (1997) toon aan dat die moontlike ototoksiese effekte van chemikalieë soos toluen en xileen nie bygereken is met die samestelling van beroepsblootstellingsdrempels nie. Dit beteken dat moontlike ototoksiese substansie werkers se gehoordrempels kan aantas al is die vlakke van dié substansie laer as die beroepsblootstellingsdrempels. In 'n studie wat uitgevoer is deur Morata *et al.* (1997), is daar met behulp van statistiese analyses aangetoon dat waar vlakke van toluen van 50 dpm teenwoordig is, die moontlike waarskynlikheidsverhouding vir gehoorverlies, groter as 2 is. Daar is egter nog min inligting beskikbaar oor die effek van die blootstelling aan lae konsentrasies van ototoksiese substansie in die werksomgewing (Morata *et al.*, 1997).

Die resultate van die biologiese monitering vir hippuursuur en o-kresol (Tabel 4) toon aan dat die blootstelling van die geraas- en gekombineerde groepe aan tolueen laag is. Dat die geraasgroep aan moontlike ototoksiese substansie soos tolueen blootgestel was, is teenstrydig met die aanname wat vroeër in die bespreking genoem is. Die vlakke van hippuursuur is te laag om gevolgtrekkings oor die blootstelling aan tolueen te kan maak aangesien hippuursuur beskou word as 'n swak biologiese merker vir tolueen blootstelling laer as 50 dpm. Die verskille tussen die geraas- en gekombineerde groepe se o-kresol vlakke is nie noemenswaardig genoeg om te kan aantoon dat die een groep se blootstelling aan tolueen hoër is as die ander groep s'n nie.

Die geraasmetings (Tabel 5) wat uitgevoer is toon aan dat die geraasgroep aan hoër vlakke van geraas van 79-90 dB(A) blootgestel word in die werkplek. Die vlakke van geraas waaraan die gekombineerde groep blootgestel word is 85-88 dB(A).

Een van die voorwaardes vir die studie was dat die proefgroepe wat aan geraas blootgestel word gehoorbeskerming gebruik. Inligting oor die gebruik van gehoorbeskerming wat deur middel van vraelyste ingesamel is het aangetoon dat vier van die 20 werkers by die geraasgroep nie gehoorbeskerming gebruik nie. Daar is 'n oudiogram opgestel (Fig 3.) van die twee subgroepe in die geraasgroep wat gehoorbeskerming gebruik of nie. Die oudiogram het aangetoon dat die gehoordrempelverskuiwings van die subgroep wat nie gehoorbeskerming gebruik nie oor die algemeen kleiner is as die subgroep wat gehoorbeskerming gebruik. Dit is moontlik as gevolg van vraelyste wat nie eerlik ingevul is nie of ook moontlik as gevolg van die blootstelling aan geraas by vorige werkgewers.

Soos reeds genoem is die gehoordrempelverskuiwing van die geraasgroep oor die algemeen groter as die kontrole- en gekombineerde groep se gehoordrempels (Figuur 4). Daar was verskeie faktore wat tot hierdie tendens kon bydra. Die tendens kan moontlik toegeskryf word aan die hoër vlakke van geraas waaraan die groep by die huidige werkplekke (Tabel 5) blootgestel word. Die werksgeskiedenis by vorige werkgewers kan moontlik 'n faktor wees, want daar was moontlik 'n groter blootstelling aan geraas (Tabel 2) in vergelyking met die ander twee groepe.

Blootstelling aan geraas affekteer moontlik die hoër frekwensies van gehoor rondom 4 kHz omrede die senuwee selle in die binne-oor, wat meer sensitief vir die hoër frekwensies van klank is, fisiologies ook meer vir geraas vatbaar is (Chan *et al.*, 1998). Verdere langtermynblootstelling kan veroorsaak dat die knak of daling op die oudiogram verwyd om 'n tendens te toon wat by die resultate (Fig. 4) gesien kan word (Olishifski, 1988). Die ouderdomsprofiel van die geraasgroep is moontlik ook 'n bydraende faktor. Dit is bekend dat met 'n styging in ouderdom 'n verhoging in gehoordrempels, m.a.w. 'n verswakking in gehoor, by die hoër frekwensies van gehoor plaasvind (Guyton & Hall, 2000). Die blootstelling aan moontlike ototoksiese koolwaterstowwe (Tabel 3) soos toluen moet ook by die geraasgroep in ag geneem word. Daar kan in Tabel 3 gesien word dat die groep wel blootgestel was aan die substansie. Blootstelling aan ototoksiese chemikalieë soos toluen kan moontlik gehoordrempels rondom 3 en 4 kHz aantas (Forge en Harpur, 2000).

Die gehoordrempelverskuiwings van die gekombineerde groep is kleiner as die geraasgroep s'n en ook laer as die kontrolegroep se gehoordrempels behalwe by die 6 kHz frekwensies. Die knak by die 6 kHz frekwensies van die gekombineerde groep is waarskynlik as gevolg van blootstelling aan geraas (Olishifski, 1988). Die blootstelling aan moontlike ototoksiese substansie by dié groep is laer as die ATSDR organisasie se minimum risiko-vlakke. Met navorsing op diere is daar waargeneem dat 'n sinergistiese interaksie tussen ototoksiese substansie en geraas voorkom. Die studies is gedoen met hoër vlakke van ototoksiese substansie as wat voorkom in die werkplek. Navorsingsdata van die gekombineerde effekte van geraas en organiese oplosmiddels op menslike gehoor is egter moeilik om te analiseer a.g.v. verskeie faktore wat dit moeilik maak om tot 'n duidelike gevolgtrekking te kom. Dit is wel bekend dat die substansie mense se gehoor meer vatbaar maak vir gehoorverlies, selfs by laer klankdrukvlakke van 80-85 dBA (Sliwinska- Kowalska *et al.*, 2001).

Die gehoordrempels van die kontrolegroep vertoon 'n gehoorverlies by die hoër frekwensie gebied wat soortgelyk is aan dit wat met die verouderingsproses gevind word (Guyton & Hall, 2000). Daar is aanvaar dat die kontrolegroep nie blootgestel is aan ototoksiese substansie en geraas nie, omdat die groep bestaan uit werknemers van die Potchefstroomse Universiteit, waar blootstelling aan ototoksiese chemikalieë en geraas nie deel uitmaak van hulle daaglikse werkswaardigtinge nie. Die blootstelling

van die kontrolegroep aan geraas en moontlike ototoksiese substansie by vorige werkgewers (Tabel 2), is nie as 'n wesentlike impak op die resultate van die studie beskou nie.

Met die bepaling van gehoordrempels van die drie proefgroepe is siftingsoudiometrie deur geakkrediteerde oudioloë uitgevoer volgens 'n standaard diagnostiese metode wat goedgekeur is deur die SABS gebruikskodes (083:1996). Die geraas- en gekombineerde groepe is met die oudiometrie na aparte mediese stasies geneem. Daar is waarskynlik nie 'n verskil in die standaarde van laasgenoemde twee stasies se oudiometriesse apparaat nie aangesien die apparaat jaarliks geyk word. Na die afloop van 'n studie deur Morioka *et al.* (2000) wat uitgevoer is oor die effek van organiese oplosmiddels en geraas op die boonste gehoorgrense van mense se gehoor, is daar aangetoon dat konvensionele oudiometrie nie die effek van blootstelling aan ototoksiese koolwaterstowwe kon bepaal nie, maar dat evaluering van die gehoordrempels by hoër frekwensies as 'n verskynsel van gehoorverlies geregistreer het. Met die evaluering van die boonste gehoorgrense word daar 'n konstante klankdrukvlak van 75 dB gebruik binne 'n frekwensie reeks van 0,5 tot 25 kHz. Die toets begin by 'n frekwensie van 25 kHz en word dan geleidelik verlaag. Die boonste gehoorgrens is die frekwensie waar die proefpersoon die toon vir die eerste keer waarneem. Die toets word voorgeskryf deur Morioka *et al.* (2000) as 'n roetine prosedure vir werkers wat aan organiese oplosmiddels en geraas in die werkplek blootgestel word. Verdere prosedures wat voorgestel word in die literatuur, vir die ondersoek van die tipe verskynsel van gehoorverlies, wissel van biologiese monitering tot 'n kombinasie van oudiologiese toetse (Morata *et al.*, 1993; Sliwinska-Kowalska *et al.*, 2001).

5.2. Gevolgtrekking

Die hipotese word verwerp omdat: (Daar bestaan 'n statistiese betekenisvolle verband tussen die blootstelling van werkers aan vlugtige organiese oplosmiddels en die mate van gehoorverlies by die vergassingsaanlegte van 'n petrochemiese fabriek).

1. Die gehoordrempelverskuiwings van die gekombineerde groep oor die algemeen kleiner as die gehoordrempels van die kontrolegroep is. Die gekombineerde groep word blootgestel aan vlugtige organiese oplosmiddels wat moontlik ototoksies kan wees vir die werkers. Verder word dié proefgroepe ook aan geraas blootgestel. Sinergisme kom moontlik voor tussen geraas en ototoksiese substansie. Daar sal dan verwag word dat die groep wat aan moontlike ototoksiese substansie en geraas blootgestel is se gehoordrempelverskuiwings groter sal wees as die groep wat nie blootgestel is. Daar is aangeneem dat die kontrole groep nie blootgestel word nie aangesien dié groep bestaan uit werknemers van die Potchefstroomse Universiteit, waar blootstelling aan ototoksiese chemikalieë en geraas nie deel van hulle daaglikse werkverrigtinge uitmaak nie. Inligting wat deur middel van die vraelyste verkry is, het ook die blootstelling van die kontrolegroep aan geraas en moontlike ototoksiese substansie by vorige werkgewers aangetoon (Tabel 2). Laasgenoemde inligting is nie as 'n wesentlike impak op die resultate van die studie beskou nie, want 18 van die 20 werkers in die kontrolegroep, is nie voorheen aan geraas of ototoksiese substansie in die werkplek blootgestel nie.

2. Die gemiddelde konsentrasies van moontlike ototoksiese substansie in die lug, laer as die minimum risiko-vlakke wat voorgestel is deur die ATSDR organisasie (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000). Daar moet egter meer lugmonsternemings uitgevoer word, sodat 'n verteenwoordigende meting van die omstandighede in die werkplekke verkry kan word. Die passiewe lugmonsterneming wat uitgevoer is met die studie gee slegs 'n aanduiding van die vlugtige organiese oplosmiddels wat in die werkplekke voorgekom het.

3. Vlakke van hippuursuur, die biologiese merker vir tolueen, beduidend laer as die drempelwaarde wat voorgestel is deur die Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansie. Die vlakke van hippuursuur, by die groep wat aan moontlike ototoksiese koolwaterstowwe blootgestel word in die werkplek, was 0,0129 gram hippuursuur per gram kreatinien, teenoor die bogenoemde drempelwaarde van 2,5 gram hippuursuur per gram kreatinien. Navorsing toon aan dat by vlakke van 2,5 gram hippuursuur per gram kreatinien die waarskynlikheidsverhouding vir gehoorverlies groter as 2 is.

In die studie is daar nie 'n verband gevind tussen blootstelling aan ototoksiese koolwaterstowwe soos toluen wat in die studie gebruik is as merker- chemikalieë en die daling in gehoordrempels van werkers by die petrochemiese fabriek nie.

Bibliografie

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances. 2000 [Datum van gebruik : Mei 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www.atsdr.cdc.gov/mls.html>.
- Benignus VA. Neurobehavioral effects of toluene: a review. 1981 3(4):407-15 [Datum van gebruik : Julie 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com>
- Boettcher FA, Caldwell RK, Gratton MA, White DR, Miles LR. Effects of nimodipine on noise-induced hearing loss. 1998 121(1-2):139-146. [Datum van gebruik : Aug 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-sciencedirect.com>
- Chan, E., Suneson, A. & Ulfendahl, M. Acoustic trauma causes reversible stiffness changes in auditory sensory cells. 1998 83(3):961-968 [Datum van gebruik : Mei 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-sciencedirect.com>.
- Coscia GC, Tabaro G, Albera C, Tubino L, Morra B, Discalzi G, Turco L. Vestibular changes in toluene exposure. 1983 74(1):23-9. [Datum van gebruik: Julie 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com>
- Forge A, Harpur ES. Ototoxicity. In B. Ballantyne, T. Marrs & T. Syversen editors. General and applied toxicology. Londen: Macmillan Reference; 2000. p775-801.
- Franz RM, Phillips JJ. Noise and vibration. In: R. Guild, R.I. Ehrlich, J.R. Johnston & M.H. Ross editors. SIMRAC Handbook of occupational health

practice in the south african mining industry. Johannesburg: The Safety in Mines Research Advisory Committee (SIMRAC); 2001. p193-230.

- Guyton, A.C. en Hall, J.E. Textbook of medical Physiology. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2000.
- Hirata M, Ogawa Y, Okayama A, Goto S. A cross-sectional study on the brainstem auditory evoked potential among workers exposed to carbon disulfide. International Archives of Occupational and Environmental health 1992; 64(5):321-4.
- Liu Y, Fechter LD. Toluene disrupts outer hair cell morphometry and intracellular calcium homeostasis in cochlear Cells of Guinea Pigs. 1997 142(2):270-277. [Datum van gebruik : Mei 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www.sciencedirect.com>.
- Malerbi B. Audiometry. In H.A. Waldron. Editor. Occupational Health Practice. Londen: Butterworths; 1989. p245-268.
- McGuire J. Hearing conservation and employee protection. Occupational health fundamentals. In D.J. Hansen editor. The Work Environment. Michigan: Lewis Publishers; 1991. p209-240.
- Moller C, Odkvist L, Larsby B, Tham R, Ledin T, Bergholtz L. Otoneurological findings in workers exposed to styrene. 1990 16(3):189-94. [Datum van gebruik : Julie 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com>

- Morata TC, Dunn DE, Sieber WK. Occupational exposure to noise and ototoxic organic solvents. *Archives of environmental health* 1994; 49(5):359-65.
- Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 1993; 19:245-54.
- Morata TH, Fiorini AC, Fischer FM, Colacioppo S, Wallingford KM, Krieg EF, Dunn DE, Gozzoli L, Padrão MA, Cesar CLG. Toluene-induced hearing loss among rotogravure workers. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 1997; 23(4):289-98.
- Moriaka, I., Miyai, N., Yamamoto, H. & Miyashita, K. Evaluation of combined effect of organic solvents and noise by the upper limit of hearing. *Industrial Health* 2000; 38:252-257.
- Muijsers H, Hoogendijk EM, Hooisma J. The effects of occupational exposure to styrene on high-frequency hearing thresholds. 1988 49(2-3):331-40 [Datum van gebruik : Julie 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com>.
- Olishifski, J.B. Occupational hearing loss, noise and hearing conservation. In C. Zenz. editor. *Occupational medicine. Principles and practical applications*. London.:Mosby Year Book;1988. p.274-323.
- Pryor GT, Howd RA. Toluene-induced ototoxicity by subcutaneous administration. *Neurobehav Toxicol Teratol*. 1986 8(1):103-4. [Datum van gebruik : Julie 2003]. Beschikbaar in [Web:] <http://www-pubmed.com>
- Rybak LP. Hearing: The effects of chemicals. *Otolaryngology and head and neck surgery* 1992; 106(6):667-686.

- Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytko E, Szymczak W, Kotylo W, Fiszer M, Dudarewicz A, Wesolowski W, Pawlaczyk-Luszczynska M, Stolarek R. Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solvents. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 2001; 27(5):335-342.
- South African Bureau of Standards. The measurement and assessment of occupational noise for hearing conservation purposes. Pretoria. SABS 083:1996.
- Steyn, H.S. (jr). PRAKTIESE BEDUIDENDHEID: Die gebruik van effekgroottes. (Wetenskaplike bydraes, Reeks B: Natuurwetenskappe nr. 117). Potchefstroom: Publikasiebeheer Komitee, PU vir CHO; 1999.
- South Africa. Regulations for hazardous chemical substances of the occupational health and safety Act, 85 of 1993. Pretoria: Government Printers; 1995.

Vitae

Mnr. Wilhelm Joubert

Meestersgraad student

Posbus 5489, Weletevredenpark. Roodepoort.

Roodepoort.

1715

Suid Afrika.

Epos adres: flgde@puk.ac.za

Mnr. Petrus Johannes Laubscher

Dosent

Skool vir Fisiologie, Voeding en (Gesinsekologie) Verbruikerswetenskappe aan die Noordwes Universiteit die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys.

Privaatsak X6001,

Potchefstroom,

2520,

Suid Afrika.

Epos adres: flgde@puk.ac.za

Byvoegsel 1.

Die vraelys wat gebruik is:

No

--	--	--

Potchefstroom Universiteit vir CHO.
Departement Fisiologie

Potchefstroom University for CHE.
Department of Physiology

Instruksies

- Lees die vrae asseblief noukeurig
- Antwoord eerlik. Daar is geen regte of verkeerde antwoorde nie.
- Waar nodig, trek 'n sirkel om die nommer teenoor die paslike antwoord

Instructions

- Please read the questions carefully
- Respond honestly. There are no right or wrong answers
- Where applicable, draw a circle around the number of the appropriate response

1) Hoe oud is u?

What is your age?

--	--

2) Tot watter etniese groep behoort u?

To which ethnic group do you belong?

Xhosa	1
Sotho	2
Tswana	3
Zoeloe	4
Blank / European	5
Kleurling / Coloured	6
Asiër / Asian	7
Ander / Other	

3) Rook u enigsins - sigarette, pyp of sigare?

Do you smoke at all - cigarettes, pipe or cigars?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

4) Indien "Ja" geantwoord by Vraag 3; hoeveel keer rook u per dag?

If you replied "Yes" to Question 3, how often do you smoke per day?

Minder as 5 keer/ Fewer than 5 times	1
5-10	2

11-15	3
16-20	4
21 keer en meer/21 times and more	5

5) Gebruik u alkoholiese drank?

Do you use alcoholic drink?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

6) Indien "JA" geantwoord by Vraag 5, gemiddeld hoeveel drankies per geleentheid?

If you replied "Yes" to Question 5, on average, how many drinks per occasion?

1	1
2	2
3	3
4	4
5 en meer / 5 and more	5

7) Voorsien asseblief die volgende inligting t.o.v. u indiensnemig by Sasol:

Please supply the following information w.r.t your employment at Sasol:

i) Aantal jare wat u by Sasol in diens is.

Number of years that you have been employed at Sasol.

1-5	1
6-10	2
11-15	3
16-20	4
21 en meer / 21 and more	5

ii) Was u voor u indiensneming by Sasol elders werksaam?

Were you employed elsewhere before joining Sasol?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

iii) Indien "JA" van toepassing is by vraag (7-ii), voorsien inligting oor waar u tevore in diens was. Indien "NEE" van toepassing is, gaan na vraag 8.

If you replied "Yes" to Question (7-ii), please supply details of previous employment.

If you replied "NO", proceed to question 8.

--

- iv) Is u by u vorige werk gereeld (ten minste verskeie kere/week) blootgestel aan chemikalieë of oplosmiddels soos toluen, trichloro-etileen, xileen ens.?
At your previous employment, were you regularly (at least several times/week) exposed to chemicals or solvents such as toluene, trichloro-ethylene, xylene etc.?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

- v) Is u by u vorige werk gereeld (ten minste verskeie kere/week) blootgestel aan 'n vlak van geraas waar dit nodig was om hard te praat tydens 'n gesprek?
At your previous place of work were you regularly (at least several times/week) exposed to a noise level that required a raised voice to conduct a conversation?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

- vi) Is u by u vorige werk gereeld (ten minste verskeie kere/week) blootgestel aan die verdamping of damp van verwe, lak of verdunners ("thinners")?
Were you at a previous place of work regularly (at least several times/week) exposed to evaporations or fumes from paints, lacquers or thinners?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

- 8) Voorsien asseblief die volgende inligting t.o.v geraas blootstelling:
Please supply the following information w.r.t noise exposure:

- i) Was u die afgelope 16 uur aan geraas blootgestel?
Were you exposed to noise in the past 16 hours?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

- ii) Gebruik u gehoorbeskerming?
Do you use hearing protection?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

- iii) Watter tipe gehoorbeskerming?
What type of hearing protection?

Oorkappe/Ear muffs	1
Oorproppe/Ear plugs	2

- iv) Hoeveel ure per dag word u aan geraas blootgestel (gemiddeld)?
How many hours a day are you exposed to noise (average)?

- v) Op watter metode het u vandag werk toe gekom (motorfiets, fiets, bus ens.)?
What mode of transport did you use to come to work today (bus, car, motorbike etc.)

- 9) Word of was u tydens na-uurse aktiwiteite, stokperdjies of militêre diensplig blootgestel aan gereelde hoëvlak geraas bv. swaargeweer- of kanonvuur of die skiet van vuurwerke of ander luide lawaai?

Were or are you during leisure time, hobbies or military service exposed to regular loud noise, eg. firing of heavy weapons or artillery, the shooting of fireworks or other loud noise?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

- 10) Watter stokperdjies beoefen u?
What are your hobbies?

- 11) Watter ander na-uurse aktiwiteite beoefen u gereeld?
In which other regular after-hours activities do you engage?

- 12) Sou u reken dat u gehoor normaal is?
Would you describe your hearing as normal?

Ja/Yes	1
Nee/No	2

Baie dankie vir u samewerking
Thank you for your co-operation.