



# The Leisure Noise Dillema: Hearing Loss or Hearsay?

## What Does the Literature Tell Us?

Lyndal Carter, Warwick Williams, Deborah Black & Anita Bundy

Ear & Hearing 2014; 35; 491-505

# Geluiddrukmetingen van 'vrije tijd geluid'



- Geluiddruk metingen (SPL):
  - op vaste posities in situ of in een laboratorium
  - real-life met persoonlijk gedragen dosimeters
- Ongeveer 100 papers
- Redelijke overeenstemming dat sommige vrije tijd bestedingen SPL's geven die onveilig zijn volgens industriële normen
- Echter ...

# Geluiddrukmetingen van 'vrije tijd geluid'



- Gehoorschade hangt niet alleen af van intensiteit geluid maar ook van:
  - expositieduur
  - expositiepatroon (bv. eigenschappen van geluid en belasting)
  - individuele vatbaarheid
- Dose-response relatie gebaseerd op continue 8-urige dagelijkse belasting over vele jaren
- Alleen kijken naar equivalente energie kan misleidend zijn voor fysiologische belasting (Strasser et al. 2003)

# Geluiddrukmetingen van 'vrije tijd geluid'



- Vergeleken met industrielawaai heeft muziek een grotere variatie in:
  - spectrale inhoud
  - intensiteit
  - spreiding van energie over tijd
- Bloodstelling aan sommige typen geluid van matige intensiteit kan een beschermend effect hebben op de cochlea (McFadden et al. 1997; Niu & Canlon 2002)

# Relatie tussen blootstelling aan hard 'vrije tijd geluid' en Hearing Threshold Levels (HTL)



# Pre-/postexpositie metingen



- Vaak wel Temporary Threshold Shift (TTS) gemeten
- Maar relatie met Permanent Threshold Shift (PTL) is nog onduidelijk
- Dit type studies levert geen onomstotelijk bewijs voor blijvende effecten van hard 'vrije tijd geluid'
- Aan de andere kant is het ook mogelijk dat als HTL hersteld zijn, toch al gehoorschade is opgetreden

# Retrospectieve Cohort Studies



- Medical Research Council Institute (MRC) [1986]:
  - niet meer dan een paar dB verschil tussen noise-exposed en non-exposed groups
- In latere studies ook hoogstens klein effect gezien
- Peng et al (2007):
  - 120 Chinese studenten die Personal Stereo Players gebruiken
  - Significant verschil ten opzichte van 30 niet gebruikers
  - Bij 34 van de 240 oren (14,1 %) werd 3-5 dB verschil gemeten

# Cross-Sectionele Studies



- Kleine studies ( $N < 500$ ):
  - Evenveel positieve (wel effect) als negatieve studies
  - Kleine sample grootte en ‘convenience samples’ kunnen generaliseerbaarheid beïnvloeden
  - Publicatie bias (richting positievere studies)?
- Grote studies  $N > 500$ :
  - alleen 2 van de 10 studies suggereren een associatie tussen HTLs en hard ‘vrije tijd geluid’ ...



# Cross-Sectionele Studies



- Costa et al. (1988):
  - Hogere incidentie van hoogfrequent gehoorverlies bij mannen dan bij vrouwen
  - Auteurs speculeren dat mannen aan lawaaiere activiteiten deelnemen dan vrouwen
  - Op grond hiervan wordt gespeculeerd dat gehoorverlies dus door lawaai komt
  - Geen informatie betreffend lawaaielasting

# Cross-Sectionele Studies



- Cone et al. (2010):
  - 6581 basisschool leerlingen
  - In 0.88% (n=55) was sprake van perceptief gehoorverlies
  - Gebruik van Personal Stereo Player was significante factor, maar
  - betreft een klein aantal en
  - gerapporteerde gebruik niet verschillend van groep zonder gehoorverlies
- Conclusie uit grote Cross-Sectionele studies:

Geen associatie tussen expositie aan hard 'vrije tijd geluid' en HTL's

# Longitudinale studies



- FELS study - Roche et al. (1977, 1979, 1982):
  - 5 jaar interval
  - geen statistisch significante associatie tussen lawaai expositie en HTL's
  - Wel voor specifieke geluidbronnen: gereedschap (power tools), Hi Fi, luide TV en landbouwmachines
  - Conclusie van auteurs: langere volgperiode nodig voor effectieve analyse

# Longitudinale studies



- Carter et al. (1988):
  - geen significante verandering over 6-8 jarige retest periode
- Jin et al. (2013):
  - leden van US University Marching Band
  - Baseline testing (preband camp) en follow-up 3-4 maanden later met jaarlijkse follow up tijdens band camp
  - Geen significante bilaterale threshold shifts

# Bevolkingsonderzoek



- Data grote bevolkingsonderzoeken zijn gebruikt om naar verandering in prevalentie van gehoorverlies te kijken
- Hypothese is dat technologische en sociale veranderingen hebben geleid tot toename lawaai expositie

# Bevolkingsonderzoek



- Hoffman et al. (2010):
  - Vergelijking Examination Survey I 1959-1962 met U.S. National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES) 1999-2004
  - Conclusie: Amerikanen hoorden in 2004 tenminste even goed als 40 jaar daarvoor

# Bevolkingsonderzoek



- Niskar et al. (1998); Niskar et al. (2001); Hoffman et al. (2010); **Shargorodsky et al. (2010); Henderson et al. (2011):**
  - Retrospectieve analyse NHANESs;
  - N =  $\pm 5000$  deelnemers in cohorten 6- tot 19-jaar
  - Schatting toename van prevalentie lawaaischade van 12,5% (Niskar et al. 2001) tot 19,5% (Shargorodsky 2010)
  - Echter merendeel gehoorverliezen was licht en unilateraal!

# Bevolkingsonderzoek



- Schlauch & Carney (2011 en 2012):
  - erkennen dat dit belangrijke publicaties zijn, omdat het de eerste zijn in hun soort
  - maar er zijn belangrijke beperkingen die twijfels opwerpen over de juistheid van de prevalentieschattingen
  - methodologische verschillen tussen de verschillende testperioden kunnen de prevalentie beïnvloeden



# Bevolkingsonderzoek



- Henderson et al. (2011) hebben met iets andere exclusiecriteria en definities van Pure Tone Average naar zelfde datasets als Shargorodsky gekeken, conclusie:

geen toename van de prevalentie!

- Ook andere bevolkingsonderzoeken laten zeer verschillende resultaten zien

# Methodologische problemen



- Toonaudiometrie is gouden standaard, maar er is variabiliteit door een aantal factoren:
  - calibratie
  - test-protocol
  - test-retest betrouwbaarheid
  - testomgeving
  - testuitvoerder
  - proefpersoon gebonden factoren (e.g. motivatie)
- Deze factoren spelen een grotere rol bij het vaststellen van lichtere gehoorverliezen!

# Onderliggende cijfers: Shargorodsky et al. (2010)



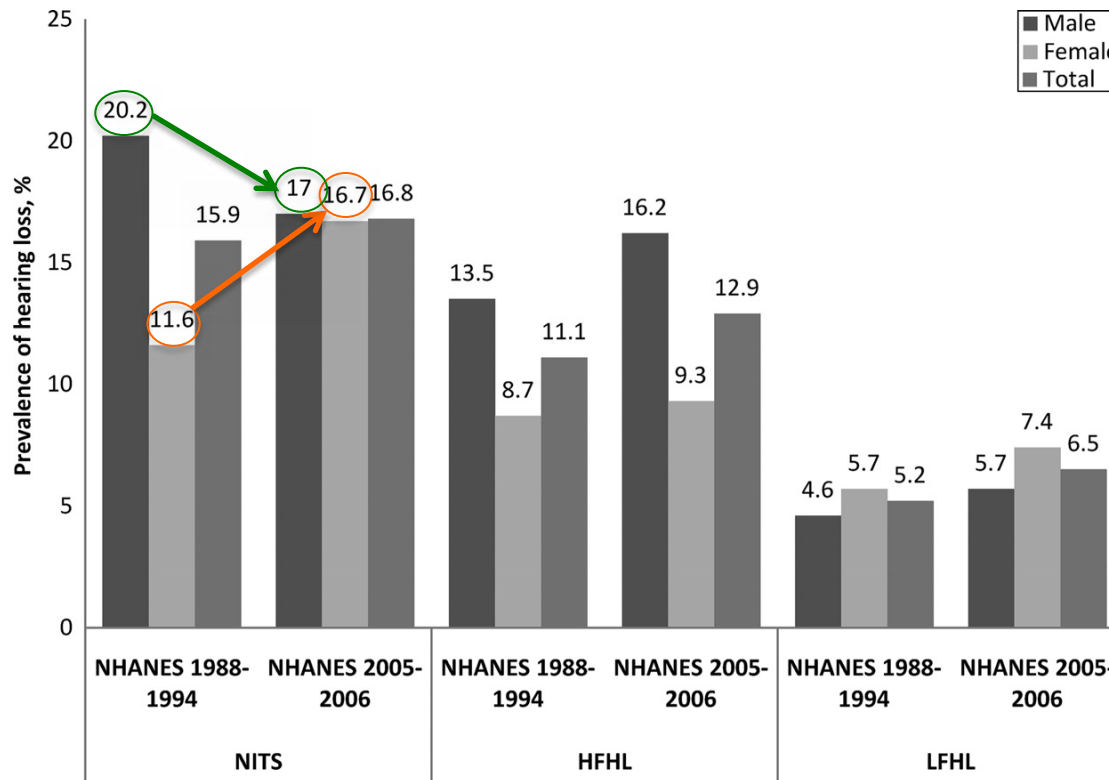
**Table 2.** Hearing Loss Prevalence in US Adolescents Aged 12 to 19 Years, NHANES III (1988-1994) and NHANES 2005-2006

	No. (Prevalence, %) [95% CI] by Hearing Threshold (HL Severity) <sup>a</sup>		
	>15 dB (Slight or Worse)	>15 to <25 dB (Slight) <sup>b</sup>	≥25 dB (Mild or Worse)
<b>NHANES III</b>			
Any HL <sup>c</sup>	480 (14.9) [13.0-16.9]	360 (11.4) [9.7-13.1]	120 (3.5) [2.5-4.5]
Any high-frequency HL	423 (12.8) [11.1-14.5]	339 (10.1) [8.5-11.6]	84 (2.5) [1.7-3.7]
Any low-frequency HL	186 (6.1) [4.5-7.6]	151 (5.2) [3.9-6.5]	35 (1.1) [0.1-1.7]
Unilateral HL	335 (11.1) [9.5-12.8]	278 (9.3) [7.9-10.7]	57 (1.8) [0.9-2.8]
Unilateral high-frequency HL	304 (9.5) [8.1-11.2]	245 (7.7) [6.4-9.1]	59 (1.9) [0.9-2.8]
Unilateral low-frequency HL	140 (5.3) [3.4-6.4]	113 (4.3) [3.0-5.5]	27 (0.7) [0.0-1.4]
Bilateral HL	145 (3.8) [2.6-4.9]	120 (2.9) [2.0-3.8]	25 (0.8) [0.3-1.4]
Bilateral high-frequency HL	119 (3.2) [2.2-4.1]	94 (2.3) [1.6-3.0]	25 (0.8) [0.3-1.4]
Bilateral low-frequency HL	46 (1.1) [0.6-1.7]	38 (0.9) [0.4-1.4]	8 (0.2) [0.0-0.5]
<b>NHANES 2005-2006</b>			
Any HL <sup>c</sup>	333 (11.5) [15.2-23.8]	239 (14.2) [10.6-17.8]	94 (3.3) [3.6-6.9]
Any high-frequency HL	279 (16.4) [13.2-19.7]	219 (11.7) [9.4-14.1]	60 (4.7) [3.3-6.1]
Any low-frequency HL	155 (9.0) [5.6-12.5]	126 (6.5) [3.5-9.4]	29 (2.5) [1.4-3.7]
Unilateral HL	234 (14.0) [10.4-17.6]	191 (11.3) [8.2-14.5]	43 (2.7) [1.4-3.9]
Unilateral high-frequency HL	209 (12.6) [9.9-15.3]	167 (9.8) [7.8-11.8]	42 (2.8) [1.7-3.9]
Unilateral low-frequency HL	113 (6.8) [3.8-9.8]	90 (5.3) [2.7-8.0]	23 (1.5) [0.6-2.3]
Bilateral HL	99 (5.5) [3.9-7.1]	80 (4.7) [3.5-5.8]	19 (0.8) [0.1-1.5]
Bilateral high-frequency HL	70 (3.8) [2.5-5.1]	52 (3.0) [2.1-3.9]	18 (0.8) [0.1-1.5]
Bilateral low-frequency HL	42 (2.2) [1.5-3.0]	36 (2.0) [1.4-2.7]	6 (0.2) [0.0-0.5]

Abbreviations: CI, confidence interval; HL, hearing loss; NHANES, National Health and Nutrition Examination Survey.  
<sup>a</sup>Numbers are unweighted numbers of participants. All prevalence percentages are weighted to be nationally representative of the US population.  
<sup>b</sup>The slight HL values for the bilateral HL rows include individuals with slight HL in one ear and mild HL in the other ear.  
<sup>c</sup>Includes unilateral or bilateral hearing loss at either low or high frequency.

WHO review 2015  
 Nederlands standpunt 2015

# Onderliggende cijfers: Henderson et al. (2011)



**FIGURE 1**

Prevalence estimates of NITSs, HFHL, and LFHL among US youths 12 to 19 years of age in NHANES 1988-1994 and 2005-2006, according to gender.



# Age-related Hearing Impairment and the Triad of Acquired Hearing Loss

Chao-Hui Yang, Thomas Schrepfer and Jochen Schacht

Frontiers in Cellular Neuroscience, July 2015, vol. 9, Article  
276

# Genetica



- Naast genetica is er invloed van lawaai expositie, ototoxische medicatie en dieet op presbyacusic
- Er is interactie tussen genetische oorzaken presbyacusic en lawaai expositie
- Relatie tussen presbyacusic en 'late-onset hearing loss' bij jong volwassenen is nog onbekend

# Cochleaire Pathologie in de Mens en in Diermodellen



- Presbyacusicus kan verschillende cochleaire onderdelen aantasten:
  - Haarcellen
  - Neuronen
  - Wandweefsel (fibrocyten en spiraal ligament)
- Aminoglycoside antibiotica en Cysplatin beschadigen haarcellen in voorspelbare 'base-to-apex progression'
- Lawaaischade beschadigt in eerste instantie fibrocyten van spiraal ligament en na hogere intensiteiten en langere expositieduur ook de haarcellen

# Sensorineurale pathologie



- Zowel presbycusis, lawaai expositie als aminoglycosiden kunnen synaptopathie geven terwijl haarcellen nog onaangedaan zijn
- Dit zou zogenaamde ‘supra-threshold deficits’ kunnen verklaren
- Kortom, normaal toonaudiogram zegt mogelijk niet alles over gehoorschade



# Effect op Stria Vascularis en Spiraal Ligament



- Lawaai trauma veroorzaakt:
  - degeneratie van fibrocyten
  - oedeem
- Gevolg is tijdelijke verandering van endocochleaire potentiaal
- Striale pathologie is echter niet de veroorzaker van verworven blijvend gehoorverlies

# Moleculaire Pathologie



- Oxidatieve stress door Reactive Zuurstofverbindingen (Reactive Oxygen Species - ROS) speelt wel een rol bij:
  - Lawaai
  - Ototoxiciteit
  - Maar minder bij presbyacusic
- Mitochondria spelen een rol bij alle drie typen verworven slechthorendheid, maar op verschillende manieren:
  - mtDNA deleties bij presbyacusic
  - Dysfunctie van mtRNA proces bij aminoglycosiden
  - Zuurstof metabolisme bij lawaai trauma

# Celdood processen in diermodellen



- Grote overlap in processen die leiden tot celdood bij:
  - Presbyacosis
  - Lawaai trauma
  - Otoxiciteit

# Conclusie



- Toename van prevalentie hoge tonen verliezen  $>25$  dB(HL) onder jongeren in de Verenigde Staten van 2,7% in 1994 naar 4,7% in 2005
- Oorzaak van deze toename is onbekend, maar er lijkt een groep jongeren te zijn die door gedrag meer risico loopt op gehoorschade door hard 'vrije tijd geluid'
- Er zijn aanwijzingen voor interactie tussen lawaaischade en presbycusis

Dank u voor de aandacht

