

Typen af traumatisk høretab har betydning for diagnostik og medikolegal vurdering

Steen Gimsing

STATUSARTIKEL

Tidligere Hørelinikken,
Vejle Sygehus

Ugeskr Læger
2017;179:V09160664

Traumatiske indre øre-høretab (TIH) ved akustisk eller mekanisk påvirkning er i de fleste tilfælde diskanthøretab, hvor audiogrammet ligner det fra almindelige støjskader (**Figur 1**). Det er imidlertid relativt ukendt, at TIH i mange tilfælde afviger fra dette mønster, hvilket må tilskrives dels de udløsende påvirkningers forskellighed, dels at indre øre-høretab (IHT) primært skyldes metabolisk påvirkning af hårcellerne, således at funktionsforstyrrelsens grad og art kan variere. Dertil kommer, at personer med disposition for IHT eller indre øre-patologi formentlig vil frembyde atypiske skademønstre.

Hårcellernes funktion er energikrævende, og høreskadelig akustisk påvirkning overbelaster deres energiproduktion, så der ophobes toksiske reaktive biprodukter [1], under et betegnet *reactive oxygen species*. Disse inaktiveres af endogene antioxidant, som således kan forhindre, begrænse eller reparere IHT. IHT er derfor initialt reversibel, men svær eller langvarig påvirkning vil føre til irreversible skader og strukturelle forandringer [1].

Ved akustisk eller mekanisk påvirkning, der overskrider vævenes fysiske brudgrænser, kan der opstå en lang række anatomiske skader, hvorved IHT bliver strukturelt og ikke metabolisk betinget. Strukturelle beskadigelser vil dog påvirke fysiologien og føre til sekundære metaboliske forstyrrelser, herunder endolymfatisk hydroks [2]. Grænsen mellem påvirkninger, der medfører hhv. metabolisk og strukturel skade, er uskarp, men ligger ved et lydtryk på omkring 140 dB *sound pressure level* (SPL) [3]. Da traumer er korte, intensive påvirkninger, må det antages, at der er flere strukturelt betingede høretab ved TIH end ved almindelige støjskader, og at dette kan forklare afvigende audiogrammer ved TIH. Da audiogramets konfiguration har stor diagnostisk betydning, er det af interesse at belyse de konfigurationer, der er beskrevet ved TIH.

DE AKUSTISKE PÅVIRKNINGER

Der er to former for akustisk påvirkning, dels den rent akustiske, som i princippet er sinussvingninger i luften og udbredes med lydens hastighed, dels den eksplosionslignende påvirkning, hvor der forekommer en trykbølge, som udbredes med overlydshastighed [4]. Trykbølgen kaldes en Friedlanderbølge (FB) og opstår ved en voldsom, instantan volumenuddvidelse i luften, f.eks. når et sprængstof overgår fra fast form til gasfase. FB består af en kortvarig positiv tak med meget kort stigningstid efterfulgt af oscillationer omkring udgangstrykket (**Figur 2**) og beskrives med amplituden (*peak-tryk*) og varigheden. Skadevirkningen er primært knyttet til *peak-trykket*, som måles i dB SPL. Interferens mellem FP og refleksioner af denne fra faste flader kan medføre tryk, der ligger væsentligt over eller under den oprindelige FP [4]. Ved 175-180 dB SPL vil trommehinden kunne sprænges, og ved 194 dB SPL er der risiko for livsfarlige læsioner i lunger og abdominalorganer [5].

Akustiske traumatiske indre øre-høretab

Akustiske traumer i hverdagen forårsages af høj lyd fra brandalarmer, musikanlæg eller metalgenstande, der slynges mod et hårdt underlag. *Ward et al* [6] kunne med impulslyd af ren akustisk karakter hos forsøgspersoner fremkalde et typisk støjbetinget diskanthøretab, som ved lydstyrker indtil 140 dB SPL voksede proportionalt med lydstyrken, men derefter tiltog rapidly. Ved alle lydstyrker fandtes en betydelig variation i personernes følsomhed. I syv artikler [7-13] beskrives 34 tilfælde, hvor der var en plausibel sammenhæng mellem en konkret akustisk hændelse og et akut høretab. I 33 tilfælde afveg høretabene klart fra typiske støjskader, idet de fleste audiogrammer var flade eller U-formede, og to af dem var mest udtalt på de lave frekvenser. Audiogram og sygehistorie tydede i flere tilfælde på disposition for hørenedsættelse eller tidligere indre øre-lidelse. I godt halvdelen af tilfældene opstod en Menièrelignende tilstand, men i to af studierne [10, 12] havde man selekteret sådanne tilfælde.

Trykbølgetraumatiske indre øre-høretab

Trykbølgeskader er ofte ensidige eller asymmetriske, sker ofte i militære sammenhænge [14, 15] og rammer herved en tredjedel af alle soldater, som bliver indsat i

HOVEDBUDSKABER

- ▶ Det er en udbredt opfattelse, at traumatiske indre øre-høretab ligner almindelige støjskader. I henvend 25% af tilfældene er dette ikke korrekt.
- ▶ Kendskab til traumatiske høretabs varierende konfiguration er af afgørende betydning for korrekt diagnostik og for medikolegale vurderinger.

kamphandlinger [16]. I det civile forekommer de ved sprængninger af trykbeholdere, trykluftslanger og bildæk samt ved terrorbomber eller ved aktivering af airbags. Endelig vil lynnedslag på nært hold udløse en sjælden, men meget kraftig trykbølgepåvirkning.

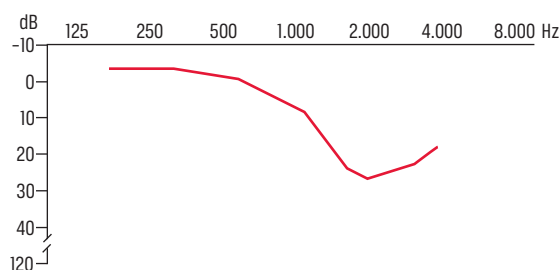
Imiterede vejsidebomber [17] medførte hos mus tab af ydre hårceller basalt i cochlea samt tab af ganglionspiraleuroner. Apikalt var der neurontab trods intakte hårceller. Derimod forekom de ofte beskrevne skader med deformerede hårcellecilier og membranrupturer ikke.

De militære skader ses i 50-80% af tilfældene ved riffelskydning [14, 15]. Et riffelskud har et lydtryk på 160-175 dB SPL, en varighed på 0,4 ms [18, 19] og et lyd-spektrum i 1 kHz-området. Høreskadens størrelse tiltager jævnt med riflens lydtryk, men vokser abrupt, når dette overstiger 168 dB SPL, og der er udtalt interindividuel følsomhed. Således var 32% af »riffelskaderne« i en undersøgelse forårsaget af blot et enkelt skud [14]. Det typiske 4-8 kHz-diskanttab udgjorde 75% af skaderne, men godt en fjerdedel afveg fra denne konfiguration, og det største høretab blev i stedet fundet på de lave frekvenser eller på 2 kHz [18]. Våben med stor kaliber (artilleri og bazooka) adskiller sig fra håndvåben ved, at FB har højere lydtryk (ca. 190 dB SPL), længere varighed (2-10 ms) og lavere lydspektrum (0-200 Hz) [18]. De atypiske audiogrammer forekom langt hyppigere ved disse våbentyper end ved riffel.

Rüedi & Furrer beskrev detaljeret otte soldater, der med kun vat i ørerne afskød 120 skud med en 75 mm-luftværnskanon: Umiddelbart efter havde alle en 30-40 dB hørenedsættelse på begge ører. Konfigurationen var i seks tilfælde flad eller lavfrekvent og i to jævnt faldende mod diskanten [20]. Efter syv mdr. havde fire fået normal hørelse, to havde et minimalt tab på 500 Hz, mens to havde diskanttab på 40-50 dB. I samme studie blev de akutte og permanente skader hos ti soldater, der var udsat for detonation af 4 kg trotyl på fire meters afstand, beskrevet: Alle fik mindst én perforeret tommehinde og en eller anden grad af hørenedsættelse. Efter 18 mdr. var kun én trommehindeperforation ikke helet. Blandt de intakte ører var der fem med normal hørelse, 11 med typiske diskanttab og tre med gradvist faldende hørelse. Chandler & Edmund beskrev fem soldater, der i tre meters afstand havde overlevet eksplosion af 6 kg plastisk sprængstof og et tryk på 200 dB SPL: Alle fik sprængt begge trommehinder og fik permanente, typiske diskantthøretab [21].

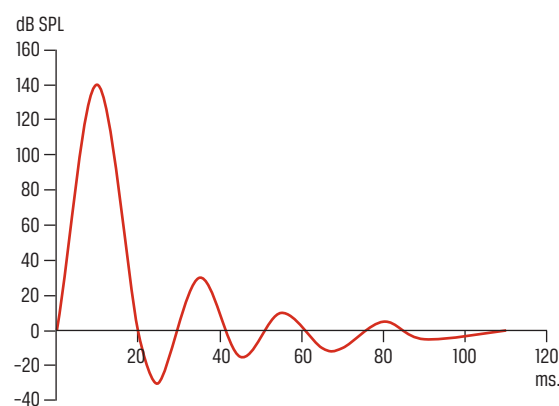
Terrorbombers audiologiske følger er beskrevet udførligt i mange artikler. De blivende høretab er oftest typiske diskantskader; dog fandt Perez *et al* i den akutte fase 20% atypiske konfigurationer, af hvilke kun få efterfølgende ændrede sig [22]. Ved en bombesprængning i bymæssig bebyggelse er det umuligt at bestemme trykpåvirkningen i et givet punkt pga. uforudsigelige

FIGUR 1



Typisk audiogram ved støjskade: Forventelig hørelse hos en 50-årig mand efter 30 år i støj på 95 dB.

FIGUR 2



Stiliseret Friedlander-bølge. Y-akse: Lydtrykket i dB sound pressure level (SPL).

refleksions- og interferensforhold. Derfor rapporteres relationen mellem skadernes sværhedsgrad og afstanden til epicentret yderst forskelligt. Analogt hermed medførte eksplosion af et lastbildæk vidt forskellige audiogrammer hos to ens eksponerede personer og med et klart atypisk høretab i et øre, nemlig et fladt 40 dB-tab mellem 250 Hz og 2 kHz [23].

Aktivering af airbags kan forårsage tinnitus, høretab, trommehindeperforation og i sjældne tilfælde perilymfefistel og Menièresymptomer. Skadehyppigheden synes dog at være meget lav i betragtning af udbredelsen af airbags. Lydtrykket ved airbagaktivering er på 160-170 dB SPL. Forsædepassagerens airbag er større og kraftigere end førerens, og førerens indvendige øre er mere udsat end det udvendige. Høretabene er oftest typiske støjskader, men kan ramme alle frekvensområder og er ensidige i halvdelen af tilfældene [24]. Man ville forvente størst skadevirkning, når vinduer og soltag er lukkede, men det er på teoretisk grundlag hævedet at forholde sig omvendt [24].

MEKANISKE TRAUMATISKE INDRE ØRE-HØRETAB

Energien fra et mekanisk hovedtraume transmitteres via knoglevævet til begge indre ører. Det kan medføre fraktur af tindingeben/mellemøreknogler, ruptur i det

Salut fra Kronborg i anledning af Dronningens fødselsdag i 2015. Foto: Flemming Stumpe. Forsvarsgalleriet.



ovale/runde vindue eller blødning i det indre øre [12, 25]. Ligeledes kan acceleration/deceleration af hovedet medføre peri-/endolymfebevægelser som ved en akustisk påvirkning. Tværfraktur af tindingeben vil oftest medføre samsidig døvhed.

Mekanisk TIH ligner de andre typer, men endolymfatisk hydrops er bedre dokumenteret ved mekaniske end ved akustiske påvirkninger. En traumatisk betinget hydrops viser sig med måneders forsinkelse i form af en Menièrerelignende tilstand [12, 26].

Rüedi & Furrer [20] kunne med hammerslag på højre processus mastoideus hos to frivillige fremkalde et høretab på begge ører. I det ene tilfælde udelukkende på 4 kHz, men i det andet også på 1 kHz. Hørelsen normaliseredes efter ét, hhv. tre døgn. Man konkluderede, at mekanisk TIH typisk er et *dip* i 4-6 kHz-området, hvilket siden har vist sig generelt at være tilfældet. Dog anføres hyppigheden af flade eller lavfrekvente tab at være fra 7% til 60% [27, 28], og i *Koefoed-Nielsens & Tos'* materiale var der 62% højtonehøretab, 28% jævnt faldende og 10% flade høretab [29]. Ved hovedtraumer, der fører til indlæggelse, forekommer en eller anden grad af mekanisk TIH med en hyppighed på 18-50% [28, 30] med 15-50% bilaterale tilfælde. Ved misdannelser som udvidet aqueductus vestibuli vil risikoen for TIH uden tvivl være forhøjet.

Det er veldokumenteret, at TIH ofte aftager eller forsvinder. Derimod er det omstridt, om TIH over en længere tidshorisont spontant kan progrediere. I deres litteraturgennemgang og egen 15-års opfølgelse af 77 patienter fandt *Koefoed-Nielsen & Tos* ikke belæg for dette [29]. Ej heller i senere arbejder synes dokumentationen for synspunktet at være overbevisende.

DISKUSSION

Det fremgår, at audiogrammet ved TIH i formentlig 75% af tilfældene ligner en almindelig støjskade og i resten af tilfældene ikke gør det. Det heterogene billede skyldes bl.a. påvirkningens fysiske egenskaber, efter-

som de atypiske tilfælde blandt militære skader kunne relateres til visse våbentyper [18]. I den sammenhæng er det interessant, at bombesprængninger i museforsøg [17] medførte skader apikalt i cochlea, som netop er relateret til hørelsen på de lave frekvenser. Desuden viser den store variation i den individuelle følsomhed, at genetiske faktorer må indvirke på, hvordan et øre reagerer på et traume. Derfor må det formodes, at nogle personer er disponeret for at respondere på ukarakteristisk vis. Dertil kommer, at forløbet i den tidlige fase er meget variabelt, idet TIH kan aftage, tiltage eller fremkomme forsinket i forhold til traumet, hvilket skyldes de metaboliske processers rolle og deres dynamik. Således topper dannelsen af frie radikaler først efter en uge.

Medmindre der foreligger et tidligere audiogram til sammenligning, kan det være problematisk at fastslå en kausal sammenhæng mellem en bestemt påvirkning og et konstateret høretab. Det taler imidlertid for en sammenhæng, hvis høretabet i dagene efter traumet enten vokser eller aftager. Derfor er det vigtigt, at der tidligst muligt i forløbet foretages omhyggelige høreprøver, sikres en præcis anamnese og foretages grundig undersøgelse af trommehinder og mellemører. Ved kraftige trykbølgeskader bør larynxindgangen undersøges for vævsblødninger, da sådanne kan være indikator for lungeskader.

I sagens natur vil TIH ofte medføre, at der rejses erstatningssager, og i den sammenhæng er det afgørende, om der kan påvises et nok så lille høretab som følge af traumet, hvilket understreger betydningen af, at det kliniske arbejde fra første færd udføres med den højeste grad af omhu.

SUMMARY

Steen Gimsing:

The type of traumatic sensorineural hearing loss affects diagnostic and medico-legal assessment
Ugeskr Læger 2017;179:V09160664

Traumatic sensorineural hearing loss (TSHN) is mostly a high-frequency loss resembling noise-induced hearing loss (NIHL). However, approx. 25% of TSHN audiograms differ from NIHL in being of the slope, flat or low-frequency type. The physical properties of the trauma influence the audiogram shape, and the great individual variation of susceptibility to TSHN indicates the importance of genetic factors as well. As TSHN, like NIHL, predominantly is of a metabolic rather than a mechanical nature, its magnitude and configuration may change considerably during the first weeks after the causative incident.

KORRESPONDANCE: Steen Gimsing. E-mail: juul.gimsing@live.dk

ANTAGET: 24. januar 2017

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 20. marts 2017

Artiklen bygger på en større litteraturgennemgang. Den fuldstændige referenceliste kan fås ved henvendelse til forfatteren.

INTERESSEKONFLIKTER: ingen Forfatterens ICMJE-formular er tilgængelig sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

1. Roy S, Ryals MM, van den Bruele et al. Sound preconditioning therapy inhibits ototoxic hearing loss in mice. *J Clin Invest* 2013;123:4945-9.
2. Shea JJ, Xianxi G, Orchik D. Traumatic endolymphatic dydrops. *Am J Otol* 1995;16:235-40.
3. Johnson DL. New auditory damage risk criteria and standard for impulse noise. I: RTO lecture series 219: 2.1-2.9. Research and technology organization (NATO), 2000.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Blast_wave (23. mar 2016).
5. Borchgrevink HM. Effects of noise – editor's introduction. *Scand Audiol Suppl* 1991;34:7-18.
6. Ward WD, Selters W, Glorig A. Exploratory studies on temporary threshold shifts from impulses. *J Acoust Soc Am* 1961;33:781-93.
7. Kuronen P, Pääkkönen R, Savolainen S. Low-altitude overflights of fighters and the risk of hearing loss. *Aviat Space Environ Med* 1999;70:650-5.
8. Becker W, Matzker J. Akustischer Unfall. *Laryngologie* 1961;40:49-58.
9. Kawata S, Suga F. Industrial sudden deafness. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1967;76:895-902.
10. Pulec J. Meniere's disease: results of two and one-half-year study of etiology, natural history and results of treatment. *Laryngoscope* 1972;82:1703-15.
11. Chung DY, Gannon RP. Hearing loss due to noise trauma. *J Laryngol Otol* 1980;94:419-23.
12. Paparella MM, Mancini F. Trauma and Menieres syndrome. *Laryngoscope* 1983;93:1004-12.
13. Hanner P, Axelsson A. Acute acoustic trauma. *Scand Audiol* 1988;17:57-63.
14. Savolainen S, Lehtomäki KM. Impulse noise and acute acoustic trauma in Finnish conscripts. *Scand Audiol* 1997;26:122-6.
15. Mrena R, Savolainen S, Pirvola U et al. Characteristics of acute acoustic trauma in the Finnish Defense Forces. *Int J Audiol* 2004;43:177-81.
16. Dougherty AL, MacGregor AJ, Han PP et al. Blast related injuries among U.S. military personnel. *J Rehab Res Dev* 2013;50:893-4.
17. Cho SI, Gao SS, Xia A et al. Mechanisms of hearing loss after blast damage to the ear. *PLoS One* 2013;8:e67618.
18. Ylikoski J. Audiometric configurations in acute acoustic trauma caused by firearms. *Scand Audiol* 1987;16:115-20.
19. Kryter KD, Garinther GR. Auditory effects of acoustic impulses from firearms. *Acta Otolaryngol Suppl* 1965;(suppl 211):1-22.
20. Rüedi L, Furrer W. Das akustische Trauma. S. Karger, 1947.
21. Chandler DW, Edmond CV. Effects of blast overpressure on the ear: case reports. *J Am Acad Audiol* 1997;8:81-8.
22. Perez R, Gatt N, Cohen D. Audiometric configurations following exposure to explosions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126:1249-52.
23. Neuburger J, Kinkel M, Lenarz T et al. Seitendifferente Schallempfindungsschwerhörigkeit durch seitengleichen knalltraumatischen Schalldruck. *Laryngorhinootologie* 2007;86:875-8.
24. Yaremchuck K, Dobie RA. Otologic injuries from airbag development. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;125:130-4.
25. Chiaramonte R, Bonfiglio M, D'Amore A et al. Traumatic labyrinthine concussion in a patient with sensorineural hearing loss. *Neuroradiol J* 2013;26:52-5.
26. Chung J, Jung HJ, Kim CS et al. A case of post-traumatic Menieres disease. *Korean J Audiol* 2014;18:41-4.
27. Choi MS, Shin SO, Yeon JY et al. Clinical characteristics of labyrinthine concussion. *Korean J Audiol* 2013;17:13-7.
28. Griffith MV. The incidence of auditory and vestibular concussion following minor head injury. *J Laryngol Otol* 1979;93:253-65.
29. Koefoed-Nielsen B, Tos M. Posttraumatic sensorineural hearing loss. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1982;44:206-15.
30. Munjal SK, Panda NK, Pathak A. Audiological deficits after closed head injury. *J Trauma* 2010;68:13-8.