



**pubblica amministrazione**

**ordine giudiziario**

**mondo produttivo e del lavoro**

**di fronte a**

**i problemi**

**dell'inquinamento**

**da rumore**

**atti**

**della giornata di studio**

Centro Studi Regionale - Cremonese - CREMONA - Largo Priori - Venerdì 27/5/1988



CENTRO STUDI REGIONALE

**Salute-Ambiente**



## “L’UOMO, IL SUONO ED IL RUMORE: FENOMENI DI UNA CONVIVENZA COATTA”

**Prof. OTTORINO BAZZANA**

*Primario della Divisione di ORL del Presidio Ospedaliero Cremonese e del Dr. Guido Broich, assistente medico della medesima Divisione*

### **Introduzione**

Il suono è un fenomeno fisico da sempre centrale alla comunicazione tra gli esseri viventi. Non è possibile immaginare una cultura senza suoni, senza voce nè udito. Esiste una interazione vivissima tra la cultura e forma mentis dei popoli e la loro lingua, il loro modo di costruire ed intendere le parole. Lo stesso libro sacro delle tre religioni monoteiste inizia la sua narrazione con il “Verbo”. La storia del pensiero umano non può prescindere dalle parole, cioè dal fenomeno acustico armonico ed intellegibile. Trova pertanto giustificazione fisiologica l’alto contenuto sia informativo che emotivo trasmesso dal fenomeno acustico. E questo ci porta a parlare del fratello indesiderato del suono, del suo corrispondente negativo, socialmente incomprensibile e pertanto inutile, fastidioso, il rumore.

Già durante il regno dei faraoni in una preghiera si auspicava il silenzio e la pace. Nel 600 a.C. nella città di Sibari erano vietati i lavori produttori di rumore. Plinio, nel I° secolo, si difese dai rumori molesti facendo dotare la sua camera da letto di doppie pareti. Nel 1500 Leon Battista Alberti, nel suo trattato sull’arte della costruzione, rileva la necessità di provvedere alla difesa dal rumore. Leggi che mettono al bando il rumore tappezzano la storia (Lipsia 1617, Venezia, Torino); imprecazioni al rumore come nemico, specie della integrità psichica, sono state lanciate pubblicamente da filosofi, scrittori, musicisti e poeti. Nonostante questo e progredendo alacramente attraverso queste traversie di storia per arrivare finalmente al XX° secolo, il rumore ne sembra ormai il grande vincitore, la tecnica continua a fornirci mezzi di difesa, ma il rumore cresce a dismisura. Dopo aver vista l’importanza del suono nella vita fisica e psichica dell’uomo, è facile intendere come il rumore sia capace di penetrare, con effetti a volta devastanti, i meandri della nostra coscienza. Oltre che dei danni propriamente uditivi, rilevabili a livello dei recettori nervosi del fenomeno acustico, dovremo pertanto parlare anche dei danni extrauditivi, meno facilmente classificabili, in cui vengono compromessi prima il sistema nervoso e poi tutti gli altri grandi sistemi dell’organismo umano. Parleremo pertanto in ordine prima della definizione e delle caratteristiche del rumore, poi dei suoi effetti uditivi ed extrauditivi, concludendo con brevi accenni alla prevenzione ed alle disposizioni legali in merito.



### **Il danno uditivo**

Per rumore si intende ogni suono che sia percepito come sgradevole o disturbante dal soggetto; tale concetto è quindi indipendente dallo spettro delle componenti acustiche e dal livello di pressione sonora sviluppata in assoluto. In fisica il rumore viene descritto come un fenomeno acustico disarmonico. In medicina esso è invece semplicemente "tutto ciò che non vorremmo ascoltare." Il livello di inquinamento acustico ambientale viene misurato con un fonometro, strumento dotato di vari spettri di filtri di frequenza, i più noti dei quali vengono chiamati A, B e C. Senza voler entrare in merito alla distinzione di tali scale, sia detto che la scala usata nella misurazione del rumore per fini medici è quella detta A e ci riferiremo pertanto sempre a valori di rumore espressi di dBA SPL (decibel sulla scala A, Sound Pressure Level).

### **Anatomia Patologica**

Il danno organico dato dal rumore si estrinseca sull'orecchio interno, dove il trauma acustico produce una sordità di tipo percettivo con lesione dell'epitelio neurosensoriale del Corti. Le alterazioni anatomiche seguono in genere un decorso temporale e spaziale tipico: si localizzano inizialmente nella zona della membrana basale corrispondente alla frequenza dei 4 kHz per poi allargarsi alle zone vicine col protrarsi della esposizione. Il danno colpisce prima le cellule ciliate esterne, per poi estendersi a quelle interne, con rigonfiamento nucleare e rottura della membrana cellulare. Alla morte delle cellule recettoriali, il loro posto verrà preso da cellule del Deiters. Si osserva una degenerazione delle fibre nervose ormai prive del loro recettore terminale con conseguente degenerazione del pirenoforo nel ganglio spirale del Corti. Meno chiaramente documentati morfologicamente ma indubbiamente presenti sono i danni a livello dei nuclei cocleari. Anche in questi è possibile osservare degenerazioni neuronali dopo esposizione prolungata al rumore.

### **Clinica**

Dal punto di vista clinico si distinguono tre tipi di trauma acustico: i primi due da rumore di tipo impulsivo, il terzo da esposizione prolungata. Il primo tipo si ha per rumori impulsivi il cui picco pressorio ha durata inferiore a 1.5-2 millisecondi (p.e. sparo da arma da fuoco); il secondo quando il picco supera tale durata; il terzo per esposizione prolungata a rumori continui od interrotti di intensità superiore a 90 dB SPL sulla scala A del fonometro. Comunque vedremo in seguito come pure rumori di intensità assai inferiore possano dare con sicurezza deficit acustici. Tutte le tre modalità causano quadri analoghi di danno del neuroepitelio cocleare con sordità percettiva irreversibile. Tale sordità si instaura classicamente dopo un periodo prodromico di breve durata, durante il quale l'allontanamento dalla sorgente rumorosa consente ancora un recupero funzio-



nale dell'udito. La esposizione al rumore determina il fenomeno della fatica uditiva o TTS (Temporary Threshold Shift):

- 1) TTS di brevissima durata:  $\frac{1}{2}$  sec; temporanea inibizione di alcuni elementi nervosi
- 2) TTS breve = esposizione prolungata a suoni dell'intensità tra 30 e 80 dB: durata di 1-2 minuti
- 3) TTS normale o fatica fisiologica: si esaurisce max 16 ore dopo la cessazione dello stimolo
- 4) TTS di lunga durata o fatica patologica: innalzamento della soglia uditiva per 16 ore.

I punti 3 e 4 costituiscono argomenti importanti per il mondo del lavoro ove tipicamente 8 ore di lavoro sono intervallate da 16 di riposo. A parità di energia sonora totale, il rumore continuo dà maggior danno di quello intervallato da pause. La perdita temporanea diventa infine permanente, realizzando il quadro detto PTS (Permanent Threshold Shift), esito in diminuzione dell'udito irreversibile, divisibile a sua volta in tre stadi:

1. periodo di latenza totale: il paziente non si accorge della sua ipoacusia che può essere rilevata audiometricamente con una perdita selettiva centrata sui 4000 Hz, senza però diminuire la possibilità di percezione della voce sussurrata o parlata. La durata del periodo varia in dipendenza dello spettro, dell'intensità, della durata di esposizione e della sensibilità individuale;

2. periodo di latenza subtotale: il soggetto ha difficoltà crescente nel percepire la voce sussurrata: dal lato audiometrico il deficit a 4000 Hz è situato fra 45 e 80 dB HTL, si estende sulle frequenze acute percepibili ed inizia ad interessare le frequenze medie intorno ai 1000 Hz. La durata di tale periodo dipende dalle medesime cause di prima. Inizialmente è compromessa tipicamente la capacità di discriminazione della parola, specialmente in presenza di rumori mascheranti o suoni in competizione, tipici di ambienti affollati quando più persone parlano contemporaneamente;

3. periodo terminale, sordità manifesta: il soggetto ha difficoltà progressiva a percepire la voce di conversazione. Il deficit raggiunge pure le frequenze gravi, compaiono acufeni e vertigini, l'esame vestibolare con prove caloriche e pendolari dimostrerà deficit labirintico.

La causa della selettività del danno acustico, centrato sui 4000 Hz, è ignota. E' stato supposto che siano in gioco fenomeni di risonanza cocleare per stimoli tra 80 e 130 dB che colpiscono nella loro maggiore escursione vibratoria il segmento dell'organo spirale corrispondente alla ricezione dei 4000 Hz.

Consideriamo ora i parametri che intervengono nel determinare la sordità. Vediamo dapprima la sensibilità individuale. Va distinta anzitutto una vera fatica uditiva post-stimolatoria dalla fatica uditiva pre-stimolatoria, o adattamento, espressione dei meccanismi protettivi dell'orecchio nel corso di stimolazioni pro-



clea generando curve audiometriche neurosensoriali in caduta, entrambi nella popolazione generale tendono ad evidenziarsi prevalentemente in persone di età media ed elevata.

Alcune differenze del resto sono rilevabili. La presbiacusia pura non mostra recruitment, il quale invece è spiccato nella sordità da rumore. Nella presbiacusia è in gioco una degenerazione in toto dell'organo di Corti, che dal giro basale procede verso l'apice quando nel trauma acustico è lesa principalmente la zona corrispondente ai 4 kHz con estensione solo successiva sia verso la base che l'apice cocleare. Così nella presbiacusia manca la tipica risalita della curva audiometrica dopo i 4kHz. In casi di danno misto l'8 kHz sarà di quasi uguale entità del 4 kHz, o se più accentuato, si noterà una pendenza del segmento 4-8 kHz minore di quella del segmento 2-4 kHz. Una caduta progressiva con pendenza costante o in crescendo testimonia chiaramente per un danno di tipo prevalentemente presbiacusico.

### **Effetti extrauditivi del rumore**

#### **Effetti sul sistema nervoso**

Gli effetti del rumore sul sistema nervoso centrale sono ormai ben documentati. Esse dimostrano il substrato fisico oltre che psichico dei disturbi riferiti in tutto od in parte al rumore ed alla così detta "nevrosi da rumore" in particolare. Alterazioni elettroencefalografiche crescono percentualmente nei vari gruppi esaminati sia in dipendenza della sensibilità individuale, sia con la durata, sia con l'intensità e lo spettro del rumore. Il rumore assume poi un ruolo importante nella genesi della fatica nervosa. Ciò non è dovuto tanto al carattere sgradevole e di disagio, ma ad un vero fattore di squilibrio di tutto il sistema regolatore, come dimostrato dalle crisi epilettiche audiogene. Queste alterazioni sono mediate tramite i recettori uditivi. Numerose ricerche hanno poi però anche dimostrato che la sensibilità dell'organismo agli stimoli sonori può prescindere da questi recettori. La pelle soprattutto appare sensibile, almeno in un determinato ambito di frequenze, e anche il nervo appare eccitabile direttamente con una sensibilità ben oltre quella acustica, che si estende fino a 250.000 Hz. Le conseguenze si evidenziano con modificazioni delle cronassie dirette e riflesse spiegando così anche i danni da rumori a frequenza extrauditiva. Se consideriamo infine i disturbi psichici da rumore, bisogna considerare unitamente ai parametri di durata, intensità e spettro, il parametro soggettivo del fastidio. Il rumore non provoca a livello psichico disturbi caratteristici, indubbiamente possono però riferirsi al rumore insonnie, stati di irritabilità e di tensione psichica, diminuzione della concentrazione e del rendimento intellettuale. Lo stato di malessere, di nervosismo e di irritazione che il rumore scatena, possono provocare uno squilibrio neurovegetativo ed infine perturbazioni del funzionamento di tutti i nostri



organi. In conclusione si può affermare che il rumore agisce in ogni individuo determinando a livello del sistema nervoso centrale una situazione analoga alla fatica mentale, legata principalmente ad una fatica di regolazione a livello della formazione reticolare.

#### **Effetti del rumore sul sistema cardiovascolare**

Per quanto concerne il cuore, Lehman e Tamm già nel 1956 avevano messo in evidenza una diminuzione della gittata cardiaca sotto stimolo rumoroso; sono state evidenziate con stimoli rumorosi modificazioni elettrocardiografiche simili a quelle da sforzo nei pazienti coronaropatici. Uno studio statistico clinico condotto in URSS qualche anno fa evidenzia infine una maggiore incidenza di lesioni cardiovascolari e di episodi di infarto del miocardio in lavoratori sottoposti ad intenso stimolo rumoroso a confronto con altri operanti in ambienti silenziosi. Sui vasi il rumore causa un netto aumento delle resistenze periferiche (angiospasma da rumore). Tale azione si estinse a livello arteriolare e il tempo di risoluzione è legato sia alla durata sia all'intensità dello stimolo. Il fatto poi che solo rumori scatenino tale fenomeno, mentre stimoli altrettanto intensi con toni puri non mostrino azione, esclude un meccanismo aspecifico riflesso di stress. La variabilità individuale infine agisce in modo sensibile sia sulla soglia di comparsa, sia sulla durata post-stimolatoria. Avanzini e Coll. hanno mostrato che per l'istaurarsi del fenomeno è necessaria l'integrità delle vie simpatiche postgangliari, mentre un ruolo altrettanto importante va riconosciuto ai centri diencefalici vasocostrittori che, qualora inibiti farmacologicamente, riducono in modo sensibile l'angiospasma da rumore.

#### **Effetti del rumore sulla funzione respiratoria e digestiva**

L'apparato respiratorio è influenzato in modo costante e caratteristico dagli stimoli rumorosi. Tali stimoli conducono ad aumento della frequenza degli atti respiratori. Il fenomeno è evidenziabile anche con intensità di stimolo di soli 60 dBA. Parallelamente si evidenzia riduzione del volume di ogni atto respiratorio e riduzione del consumo di ossigeno. Che non si tratti di semplice azione emozionale è evidenziato dal fatto che tali alterazioni persistono per tutta la durata dello stimolo rumoroso e dopo lo stimolo per oltre 30'. A riguardo del sistema gastroenterico, vari lavori clinico-statistici rilevano l'elevata incidenza di disturbi gastrointestinali con coliche ed ulcere duodenali. Una ricerca condotta in Cecoslovacchia ha rilevato che le malattie gastrointestinali sono presenti con la stessa incidenza dei danni acustici, con la differenza che non necessitano di una lunga anzianità lavorativa per manifestarsi. Recentemente Maugeri ha condotto una ricerca con tecnica gastro-pH-radiometrica. Con tale tecnica si è visto che il rumore determina costantemente modificazioni della secrezione acida gastrica, assai pronunciate, presenti per tut-



ta la durata dello stimolo rumoroso, che si accentuano col perdurare dello stimolo e che si ha inoltre ritorno alla norma dopo oltre 30' di riposo. Sotto l'effetto del rumore si determinano generalmente aumento della motilità gastrica ed alterazioni funzionali del piloro e del cardias.

### **Effetti del rumore sul sistema endocrino**

L'effetto del rumore sul sistema endocrino è stato dimostrato a livello morfologico e biochimico nell'animale, dopo stimolazione acuta e subacuta di tipo impulsivo continuo e subcontinuo. Tale effetto consiste nell'attivazione dell'ipofisi anteriore con increzione in particolare di ACTH e stimolazione successiva del surrene.

Nell'uomo sono state descritte attivazioni non costanti dell'ipofisi anteriore e del corticosurrene.

### **Prevenzione**

Non è compito nostro parlare delle tecniche di insonorizzazione, assorbimento acustico ed isolamento. Sia comunque detto che la prevenzione deve in primo luogo essere orientata verso la riduzione dei livelli di rumore. Se è vero che anche rumori di debole intensità possono dare danni psichici, è anche vero che sono quelli ad intensità elevata a dare i danni socialmente più pesanti. Il rumore va inteso come un vero e proprio inquinamento, da cui la società deve proteggersi come organismo sociale e deve proteggere i suoi singoli componenti. E' consigliabile procedere a tappe tenendosi nell'ambito del fattibile. Vanno pertanto eliminati prima i rumori sicuramente dannosi a livello otologico, e cioè superiori ai 90 dBA SPL. A livello del singolo poi, vanno adottati protettori acustici individuali come cuffie ed inserti auricolari, là dove per motivi tecnici (e non solo economici!) non è possibile una riduzione del livello di rumore oltre una certa soglia. A questo va aggiunto una rapida rotazione del personale, che riduca i tempi di esposizione da rumore. Per quanto riguarda la suscettibilità individuale, tabelle e test di rischio si sono rivelati insufficienti e le uniche misure utili rimangono i controlli audiometrici all'assunzione e ripetuti ad intervalli regolari in seguito. Va ricordato infine che l'inquinamento acustico oggi non è solo quello industriale. Altrettanto danno viene arrecato da attività ludiche come la caccia e l'ascolto di musica ad alto volume, specialmente se in cuffia. La musica moderna, fortemente ritmata, contiene una ampia componente impulsiva, particolarmente dannosa. Nelle discoteche poi interviene un nuovo fattore aggiuntivo di danno, extrauditivo, dovuto alle basse frequenze, ampiamente amplificate da altoparlanti di grande diametro e pertanto con sensibile onda d'urto aerea. Queste basse frequenze vibratorie agiscono direttamente sui recettori di pressione cutanei e scatenano una reazione d'attenzione simpatica con tachicardia ed aumentata increzione adrenalina.



### **Aspetti legislativi**

Attualmente in Italia esiste l'obbligo assicurativo contro le sordità professionali. Il sistema assicurativo previsto è quello della doppia lista, in cui il legislatore ha specificato sia le manifestazioni morbose che danno diritto all'indennizzo, sia le lavorazioni nell'esecuzione delle quali le malattie stesse possono essere contratte. La sordità da rumore è stata inserita in tali liste con la legge n. 1967 del 15/11/1952 in cui erano riconosciute solo 8 lavorazioni come causa. Nel 1975 con il D.P.R. n. 482 del 9/6/1975 tali lavorazioni sono state portate a 22. Orbene non vi è chi non veda l'incompletezza di tali disposizioni, in primo luogo perchè è ritenuto indennizzabile il solo danno uditivo da rumore, in secondo luogo per la limitatezza delle lavorazioni considerate rumorose, ancora poi perchè solo gli addetti a tali lavorazioni in modo diretto sono indennizzabili e non, ad esempio, il vicino di lavoro se addetto ad altre mansioni; infine e non ultimo perchè non contempla nessun principio preventivo che cerchi di limitare il rumore all'origine. Per la quantizzazione del danno esistono varie tabelle, di cui nessuna sostenuta ufficialmente dal Ministero della Sanità. Dopo le tabelle di Rossi e quelle di Motta per la valutazione dei danni in sede INAIL industria ed INAIL agricoltura e per la valutazione del danno in sede privata, che contemplavano solo il danno a 0,5, 1, 2 kHz, si è sentita la esigenza di includere nella valutazione anche frequenza superiori ai 2000 Hz, come nelle tabelle proposte dalla American Medical Association (1977). La tabella più ampiamente usata oggi per il danno uditivo è quella proposta dalla AAOO (American Academy of Otolaryngology and Ophthalmology, 1979) ed elaborata in Italia da Marella e Monocchi (1981) che include anche la valutazione della frequenza di 3 KHz. Manca invece del tutto una intesa anche solo preliminare della valutazione e quantizzazione del danno extrauditivo. Essendo questa lasciata prevalentemente alla discrezione dei periti si può capire come si finisca facilmente a tutelare gli interessi degli avvocati più di quelli dei pazienti. L'utente comunque rimane troppo spesso al margine dei ragionamenti legali in merito, restando protetto poco e male.

### **Pensieri conclusivi**

Abbiamo visto come il rumore possa penetrare profondamente nella nostra vita fisica e psichica producendo danni e sconvolgimenti. E' indubbio che le lagnanze sul rumore che la storia ci attesta non possono che farci sorridere oggi, in una società ove la meccanizzazione di ogni aspetto della vita all'insegna di una efficienza mercantile imperante ci ha regalato tutto un repertorio nuovo di rumori ignoti agli antichi. Senz'altro il rumore supera nei suoi effetti i limiti della ricerca e della clinica otologica. Esso si aggiunge a quei fattori di stress che oggi sono le pietre miliari della nostra esistenza e non sembra eccessivo affermare che spesso costituisce la proverbiale "goccia che fa traboccare il vaso"



nella vita sociale di un uomo. Per accertarlo basta chiedere a coloro che abitano presso incroci ad alta densità veicolare, che sono allietati dalla vicinanza di un assiduo allievo dell'arte del pianoforte, che lavorano in uffici infestati da stampanti automatiche e telescriventi e la lista sarebbe estendibile all'infinito. E qui l'otologo, in quanto medico, deve avere il coraggio di riappropriarsi del suo dovere-diritto di vedere e cercare l'integrità psicofisica dell'uomo come unico e nobile traguardo, facendosi portavoce di istanze volte a ridurre l'inquinamento da rumore con ogni mezzo, anche se questo a volte può andare a scapito della redditività di alcune lavorazioni industriali.