

STUDIO PILOTA DELL'ESPOSIZIONE A RUMORE DEI FREQUENTATORI E DEI LAVORATORI DELLE DISCOTECHE DI ROMA

Pietro Nataletti, Renata Sisto, Aldo Pieroni, Filippo Sanjust, Diego Annesi

ISPESL, Dipartimento Igiene del Lavoro, Monteporzio Catone (Roma)

1. Introduzione

L'esposizione professionale a rumore dei frequentatori e dei lavoratori delle discoteche è stata assai poco indagata in Italia. Il Laboratorio Agenti Fisici dell'ISPESL ha realizzato uno studio pilota in otto discoteche di Roma tramite 16 volontari che hanno frequentato normalmente i locali durante l'orario di apertura, indossando in incognito dei dosimetri secondo un protocollo sperimentale che prevedeva sia la misura della loro esposizione al rumore che quella dei lavoratori delle discoteche. I risultati mostrano un netto superamento dei limiti di legge sia per quanto riguarda la legge quadro 447/95 ed i relativi decreti attuativi, che per quanto riguarda il D.Lgs. 626/94. Il livello equivalente sonoro medio L_{Aeq} di esposizione dei frequentatori è risultato di 99 dB(A), mentre i livelli r.m.s. massimi ponderati Slow L_{ASmax} sono risultati compresi fra 106 e 115 dB(A): rispettivamente 4 dB e da 4 a 13 dB in più rispetto ai limiti di 95 dB(A) e di 102 dB(A) consentiti dal D.P.C.M. 215/99 sulle discoteche. Per quanto riguarda i livelli equivalenti medi L_{Aeq} di esposizione dei lavoratori, essi sono risultati compresi tra un minimo di 92 dB(A) ad un massimo di 100 dB(A) che, in termini di livelli di esposizione giornalieri $L_{EX,8h}$, comportano livelli di esposizione giornalieri superiori da 3 a 11 dB rispetto al valore limite di 87 dB(A) fissato dal Titolo V-bis del D.Lgs. 626/94 e s.m.

Sono state inoltre valutate le emissioni otoacustiche [1] evocate da click, i prodotti di distorsione e le emissioni spontanee, pre e post esposizione in discoteca, allo scopo di valutare l'effetto a breve termine dell'esposizione a rumore sulla funzionalità cocleare dei soggetti volontari. I risultati preliminari mostrano la riduzione del livello delle emissioni otoacustiche e, in alcuni casi, la totale scomparsa delle emissioni spontanee, in seguito all'esposizione.

Lo studio è stato avviato su sollecitazione del Ministero della Salute – Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria, nell'ambito della valutazione dei danni sulla salute ed i rischi per la sicurezza derivanti dall'esposizione a rumore nelle discoteche e l'individuazione di adeguate misure di prevenzione e protezione.

2. Materiali e metodi

Le rilevazioni, effettuate in discoteca dovevano svolgersi in incognito per essere sicuri di misurare i reali livelli di rumorosità durante la normale attività danzante. A tale scopo sono stati individuati 16 giovani volontari normoacusici (otto femmine e otto maschi), i quali hanno indossato sotto i vestiti i fonometri integratori individuali (cosiddetti dosimetri) per la rilevazione dei livelli di esposizione all'interno delle otto discoteche visitate; gli stessi volontari si sono sottoposti alle misure delle otoemissioni acustiche prima e dopo la permanenza in discoteca.

2.1 Misure di esposizione a rumore

Presso il Laboratorio Agenti Fisici del Dipartimento Igiene del Lavoro dell'ISPESL (Monteporzio Catone), sono state eseguite delle prove preliminari tendenti ad individuare il fattore correttivo da apportare alle misure di rumore fatte all'interno delle discoteche, in considerazione del fatto che i volontari avrebbero dovuto posizionare il microfono del dosimetro sul petto, all'interno degli indumenti da loro indossati. L'ambiente normalizzato scelto per effettuare dette prove è stata la camera riverberante del Laboratorio che, opportunamente trattata, ha potuto assicurare una diffusione sonora compatibile con la maggior parte degli ambienti utilizzati normalmente come discoteche.

Allo scopo sono stati individuati quattro soggetti giovani, di cui tre di sesso maschile ed uno di sesso femminile. Per i soggetti maschi, il microfono è stato fissato, dopo vari tentativi di bloccaggio a pelle, con fasce per cardiografiche e cerotti medicali, al bordo superiore di rifinitura della scollatura anteriore della canottiera, indossata dal volontario sotto la camicia o sotto la polo, tramite il morsetto a bocca di coccodrillo in dotazione alla capsula microfonica del dosimetro (figura 1). Per i volontari femmine, invece, il morsetto porta microfono è stato fissato sul nastrino di unione delle due coppe del reggiseno.

Contemporaneamente è stato posizionato un microfono esterno, collegato a un analizzatore in tempo reale 01dB Harmonie, a 10 cm dall'orecchio dei soggetti seduti con busto eretto al centro della camera riverberante trattata, per verificare gli scostamenti del segnale rilevato rispetto a quello captato dal microfono del dosimetro Larson Davis 805A collocato sul petto del soggetto.

Tramite un generatore sonoro B&K tipo 1049 è stato generato un rumore di tipo pink-noise, opportunamente amplificato tramite un amplificatore CREST AUDIO PRO 5200 ed equalizzato nei suoi terzi d'ottava da un equalizzatore grafico a 1/3 ottava (25Hz-20KHz) RANE ME60, in modo da ridurre la risposta in frequenza degli altoparlanti utilizzati ed enfatizzare le basse frequenze tipiche della musica da discoteca.



Figura 1 – Posizionamento del microfono del dosimetro su volontari maschi

Il valore dello scostamento globale, pari a 3.8 ± 0.6 dB, ottenuto mediando i valori degli scostamenti dei soggetti maschi e del soggetto femmina, è stato utilizzato per correggere i livelli equivalenti e di picco rilevati direttamente in discoteca, sottraendolo ai livelli misurati.

Tutta la strumentazione di misura è stata preventivamente calibrata con un calibratore acustico B&K tipo 4231 emettitore di un segnale di calibrazione sinusoidale di 94.0 dB a 1000 Hz.

2.2 Misure di otoemissioni acustiche

Sono state misurate le emissioni otoacustiche evocate TEOAE (*Transiently Evoked Otoacoustic Emissions*), i prodotti di distorsione DPOAE (*Distortion Products Otoacoustic Emissions*) e le emissioni spontanee SSOAE (*Synchronized Spontaneous Otoacoustic Emissions*) pre e post esposizione in discoteca in una popolazione di 18 giovani volontari normoacusici (nove femmine e nove maschi). I segnali otoacustici sono stati misurati prima dell'ingresso in discoteca ed immediatamente dopo l'uscita (dopo circa tre ore di esposizione alla musica in discoteca), utilizzando il sistema portatile ILO292 (Otodynamics, Ltd.). Le TEOAE sono state acquisite nel modo standard “*derived nonlinear*”, con un livello di stimolo click (80 ± 3) dB SPL. I DPOAE sono stati ottenuti con un rapporto di frequenze di stimolo $f_2/f_1 = 1.22$, e ampiezze $A_1 = 65$ dB e $A_2 = 55$ dB, con risoluzione di 1/3 ottava. Sono stati registrate anche le curve di crescita (*growth rates*) del prodotto di distorsione ottenuto con $f_2 = 4$ kHz, utilizzando stimoli alla frequenza f_2 variabili in ampiezza da 70 dB SPL a 40 dB SPL, a passi di 3 dB. Questa tecnica permette di esplorare la risposta della coclea in diversi regimi di saturazione e, quindi, alterazioni funzionali corrispondenti a diversi intervalli dinamici dell'attività cocleare.

Le TEOAE sono state analizzate in 1/3 di ottava mediante un software appositamente sviluppato in ambiente LabView (National Instruments). In particolare si è effettuato un confronto tra i dati di ampiezza del segnale pre e post esposizione.

3. Risultati e discussione

3.1 Misure di esposizione a rumore

In tabella 1 sono riportati i dati di sintesi delle misure di esposizione dei volontari (livelli equivalenti medi $\langle L_{Aeq} \rangle$, livelli massimi r.m.s. ponderati Slow L_{ASmax} e tempi di permanenza medi $\langle Te \rangle$) registrate dai dosimetri durante la frequentazione delle discoteche visitate nel corso dello studio. Sono riportati anche i dati di sintesi delle misure di esposizione degli addetti delle discoteche (livelli equivalenti medi $\langle L_{Aeq} \rangle$, livelli di picco ponderati L_{Cpeak} , livelli di esposizione giornalieri medi $\langle L_{EX,8h} \rangle$ e tempi di permanenza medi $\langle Te \rangle$) rilevati dai volontari a seguito di apposite soste presso le postazioni lavorative (DJ, bar, guardaroba, cassa).

Il livello equivalente sonoro medio di esposizione dei frequentatori $\langle L_{Aeq} \rangle$ ed i livelli r.m.s. massimi ponderati Slow L_{ASmax} risultano nettamente superiori rispetto ai limiti di 95 dB(A) e di 102 dB(A) consentiti dal D.P.C.M. 215/99 “Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi”, anche se leggermente in calo rispetto al precedente studio effettuato dall’ANPA in varie discoteche italiane nel 1997 [2]. Anche i livelli di esposizione giornalieri $L_{EX,8h}$ dei lavoratori addetti risultano nettamente superiori rispetto al valore limite di 87 dB(A) fissato dal Titolo V-bis “Protezione da Agenti Fisici” del D.Lgs. 626/94 e s.m., mentre i livelli di picco si mantengono al di sotto del valore limite di 140 dB(C), anche se in un caso (i DJ) si è riscontrato il superamento del valore superiore di azione di 137 dB(C).

Tabella 1 – Riepilogo dei livelli di esposizione dei frequentatori e degli addetti delle discoteche rilevati durante lo studio

Soggetto	Unità	$\langle L_{Aeq} \rangle$ in dB(A)	L_{ASmax} in dB(A)	L_{Cpeak} in dB(C)	$\langle L_{EX,8h} \rangle$ in dB(A)	$\langle Te \rangle$ in minuti
Frequentatore	16	99.0	106.5 ÷ 115.7			184
DJ	7	100.3		124.9 ÷ 137.7	98.3	300
Barman	10	97.6		122.0 ÷ 134.5	95.6	300
Guardarobiere	7	92.0		112.3 ÷ 127.2	90.0	300
Cassiere	3	97.3		119.6 ÷ 131.6	95.3	300

3.2 Misure di emissioni otoacustiche

Numerosi studi hanno dimostrato che le emissioni otoacustiche sono correlate con la funzionalità cocleare. Questa correlazione è stata dimostrata in particolare per le emissioni TEOAE [3, 4, 5]. Altri studi hanno comparato la diversa efficacia diagnostica di diversi tipi di emissioni otoacustiche [6, 7, 8]. In figura 2 è mostrato il segnale delle TEOAE in 1/3 di ottava mediato su tutti i soggetti pre e post esposizione. Risultati analoghi si ottengono nel caso dei parametri SNR (rapporto segnale/rumore) e riproducibili.

lità del segnale. La differenza fra il segnale pre e post esposizione risulta statisticamente significativa in 4 delle bande fra 1.6 e 4 kHz, come mostrato in tabella 2. Anche nel caso dei prodotti di distorsione DPOAE, mostrati in figura 3, si evince un chiaro trend di riduzione nell'ampiezza del segnale nella fase post espositiva. I risultati non sono in questo caso statisticamente significativi in nessuna delle bande frequenziali a causa dell'elevata dispersione dei dati.

In figura 4 sono mostrati i dati relativi alle curve di crescita del livello di prodotti di distorsione DPOAE elicitati da $f_2 = 4\text{kHz}$ al variare dell'ampiezza dello stimolo alla frequenza f_2 . Le curve di crescita mostrano una variazione significativa, come risulta anche dalla tabella 3, nella regione di bassi livelli di stimolo, notoriamente la più sensibile a lievi danni uditivi.

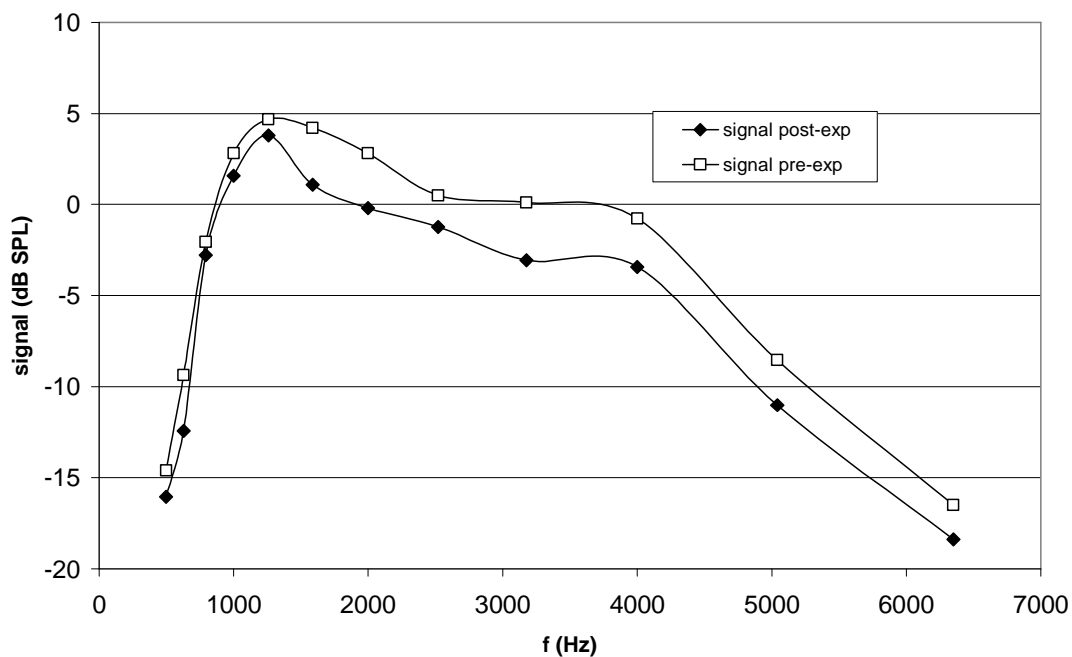


Figura 2 - Confronto fra l'ampiezza media del segnale TEOAE pre e post esposizione in discoteca a livelli $L_{Aeq,Te} \geq 90 \text{ dB(A)}$.

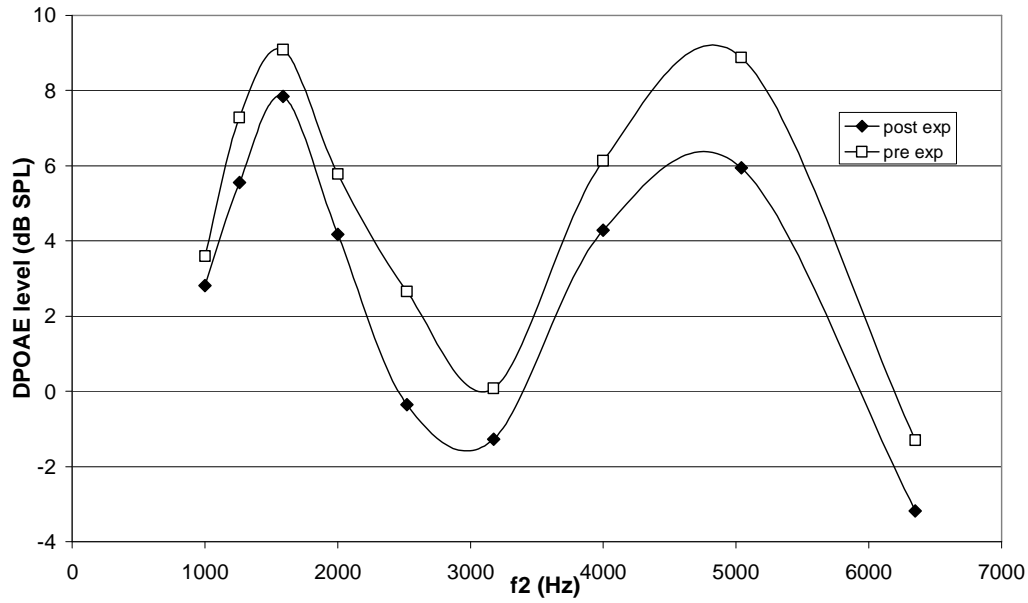


Figura 3 - Confronto fra prodotti di distorsione pre e post esposizione in discoteca a livelli $L_{Aeq,Te} \geq 90$ dB(A).

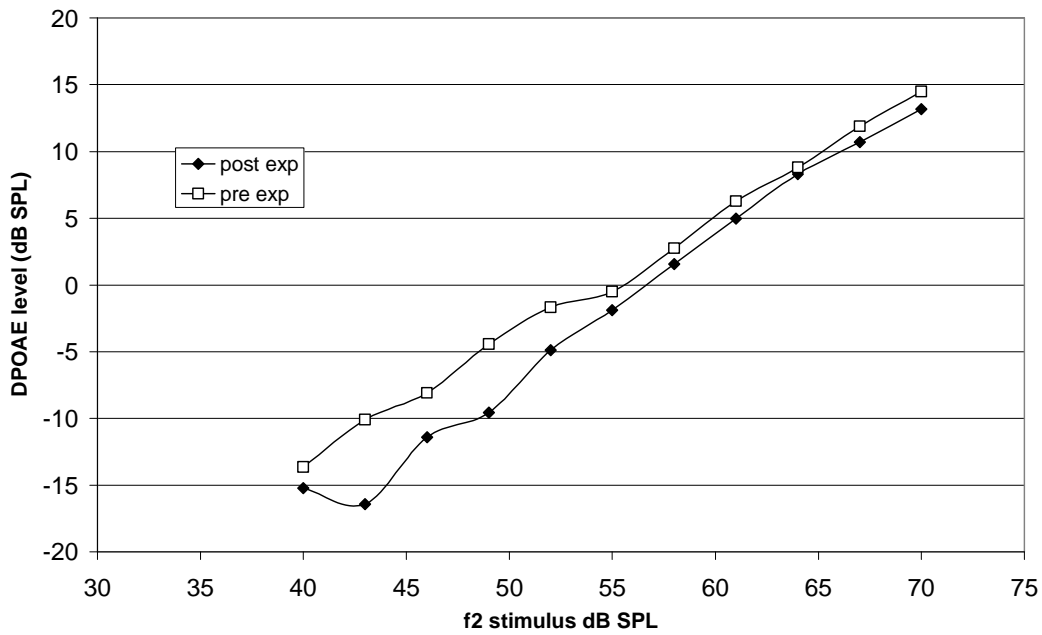


Figura 4 - Confronto fra le curve di crescita dei prodotti di distorsione pre e post esposizione a livelli $L_{Aeq,Te} \geq 90$ dB(A).

Nella tabella 2 sono mostrati i risultati relativi a un test di Student (a una coda, eteroschedastico, significatività $p < 0.05$) applicato nel discriminare il segnale otoacustico pre e post esposizione.

Tabella 2 - Risultati del test t di Student monodirezionale applicato ai dati delle otoemissioni TEOAE e DPOAE

	1 kHz	1.25 kHz	1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.2 kHz	4 kHz	5 kHz	6.4 kHz
TEOAE	n.s.	n.s.	0.032	0.036	n.s.	0.045	0.05	n.s.	n.s.
DPOAE	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabella 3 - Risultati del test t di Student monodirezionale applicato ai dati di growth rate elicitato da $f_2 = 4\text{kHz}$

dB SPL	70	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40
Growth rate 4kHz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.025	0.004	0.043	0.004	n.s.

Sono state inoltre analizzate le Emissioni Otoacustiche Spontanee di 12 soggetti, ottenute con una tecnica di sincronizzazione (SSOAE). Di questi, 6 avevano emissioni spontanee pre esposizione. Le emissioni, pari a un totale di 25 prima dell'esposizione in discoteca, si sono ridotte dopo l'esposizione a 2, di ampiezza ridotta. Il numero di soggetti con SSOAE è passato da 6 pre esposizione a 2 post esposizione, la significatività di questo risultato è stata valutata con test del chi quadro ($p = 0.0082$). La quasi totale scomparsa delle emissioni spontanee nei soggetti esposti conferma queste ultime come indicatori precoci di alterazione funzionale, confermando i risultati di precedenti studi [9].

3. Conclusioni

La normativa per la tutela dei frequentatori e dei lavoratori dei locali danzanti appare, a giudizio degli autori, essere sufficientemente tutelante nei confronti di danni uditivi in riferimento alle condizioni di esposizione rispettivamente previste. I risultati di questo studio pilota mostrano viceversa, pur non trattandosi di uno studio statisticamente significativo su tutta la realtà nazionale, il netto superamento di tutti gli indici di esposizione a rumore sia per i frequentatori che per i lavoratori. Le misure otoacustiche hanno evidenziato una significativa variazione dei parametri delle emissioni in seguito all'esposizione al rumore da discoteca, per quanto riguarda sia la variazione dei livelli della risposta TEOAE e DPOAE, che la scomparsa delle emissioni spontanee. Tutti questi effetti, notoriamente associati a innalzamento temporaneo o permanente della soglia audiometrica, confermano da un lato la pericolosità dell'ambiente esaminato, dall'altro la efficacia delle tecniche otoacustiche per il monitoraggio della funzione uditiva in soggetti esposti a rumore.

Risulta quindi la necessità di garantire l'applicazione effettiva della legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/95 per i frequentatori e del D.Lgs. n. 626/94 per i lavoratori nell'ambito delle discoteche, attraverso opportune iniziative da parte degli organi competenti, quali il Ministero della Salute e gli organi di vigilanza (ARPA e ASL), e da parte dei gestori delle discoteche e delle loro associazioni.

Appare inoltre necessario sottolineare che risultano del tutto assenti previsioni e riferimenti normativi relativi ai danni extrauditivi da rumore; in particolare, in riferimento alle abitudini dei frequentatori delle discoteche, non sono considerati i possibili effetti sull'equilibrio e sullo stato psico-motorio in generale dovuti al rumore elevato, quale possibile concausa, rispetto anche alle sinergie negative rappresentate dal consumo di alcolici o di droghe, del fenomeno delle "stragi del sabato sera".

BIBLIOGRAFIA

- [1] Probst R. et al.. "A review of otoacoustic emissions". J Acoust Soc Am 1991; 89 (5): 2027-67.
- [2] Curcuruto S. et al., "Verifica dei livelli sonori all'interno di locali di intrattenimento danzante o di pubblico spettacolo: D.P.C.M. 18 settembre 1997", Rapporto ANPA RTI 1/97-AMB-ACUS Roma 2007.
- [3] Kowalska S.. Sulkowski W.. "Measurements of click-evoked otoacoustic emission in industrial workers with noise-induced hearing loss". Int J Occup Med Environ Health 1997; 10(4): 441-59.
- [4] Lucertini M.. "Transient evoked otoacoustic emissions in occupational medicine as an auditory screening test for employment". British Journal of Audiology 1996; 30: 79-88.
- [5] Attias J.. Bresloff I.. "Noise induced temporary otoacoustic emission shift". J Basic Clin Physiol Pharmacol 1996; 7(3): 221-33.
- [6] Hall A.J.. Lutman M.E.. "Methods for early identification of noise induced hearing loss". Audiology 1999; 38: 277-80.
- [7] Lucertini M. et al.. "On the detection of early cochlear damage by otoacoustic emission analysis". J Acoust Soc Am 2002; 111: 972-8.
- [8] Sisto R. et al.. "Otoacoustic Emissions sensitivity to low levels of noise - induced hearing loss". J.Acoust.Soc.Am. 2007 July; Vol.122(1):387.
- [9] Moulin A. et al... "Spontaneous otoacoustic emissions and sensori-neural hearing loss". Acta Otolaryngol 1991; 111(5): 835-41.