

© dr. G. Mario MATTIA - Roma



Bologna, palazzo Maescotti, via Barberia 4 - 17-19 maggio 2002

CONVEGNO Internazionale di STUDIO

Musica urbana: il problema dell'inquinamento musicale

Titolo © RUMORE E MUSICA - Dr. G. Mario Mattiaⁱ,

1) PREMESSA

a) Il suono come fenomeno fisico



L'acustica è la scienza che studia i fenomeni vibratorii nei gas, liquidi e solidi.

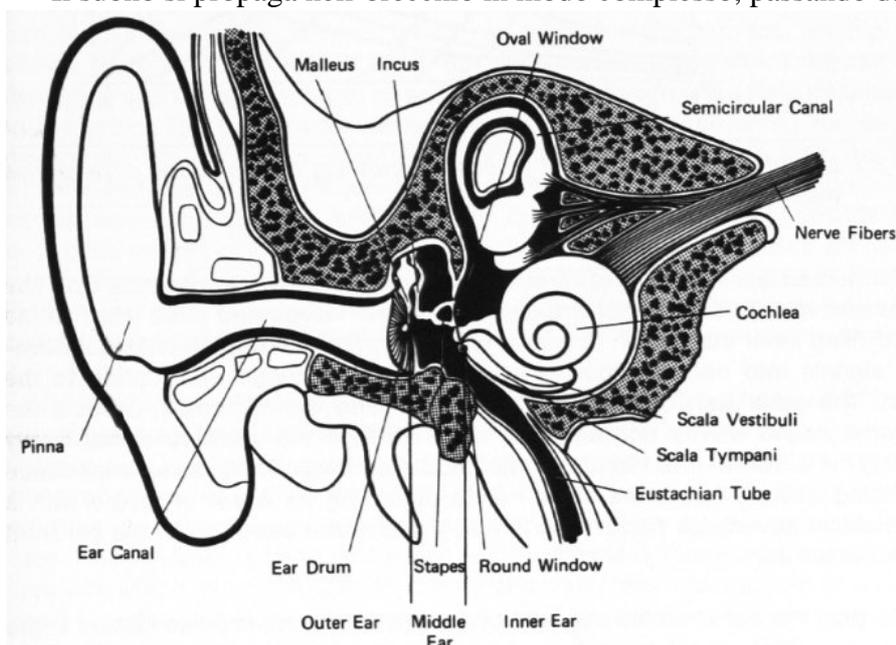
I fenomeni acustici dal punto di vista fisico sono strettamente connessi ad altri settori della scienza, quali la fisiologia, che studia il meccanismo di percezione dei suoni e gli organi dell'udito, e la psicologia, che si interessa della sensazione sonora in relazione agli stati d'animo prodotti in chi ascolta.

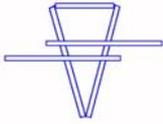
b) Il meccanismo della percezione del suono: fisiologia e cibernetica

Il suono si propaga nell'orecchio in modo complesso, passando dal mezzo gassoso (meato

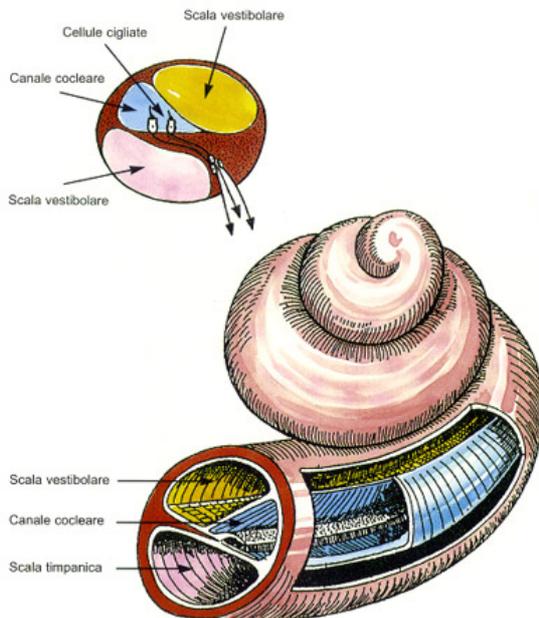
uditivo, aria) a quello solido (membrana timpanica, orecchio medio, catena degli ossicini) e liquido (orecchio interno, coclea, organo del Corti).

L'apparato uditivo non termina con l'orecchio interno (coclea), ma prosegue per via elettrochimica ed elettromagnetica attraverso le sinapsi, il nervo acustico (VIII) e varie stazioni fino ad arrivare alla zona dedicata nella corteccia cerebrale.

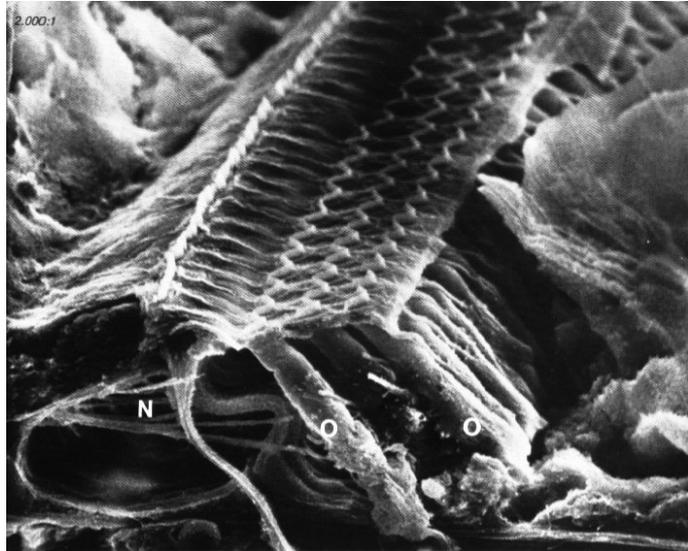




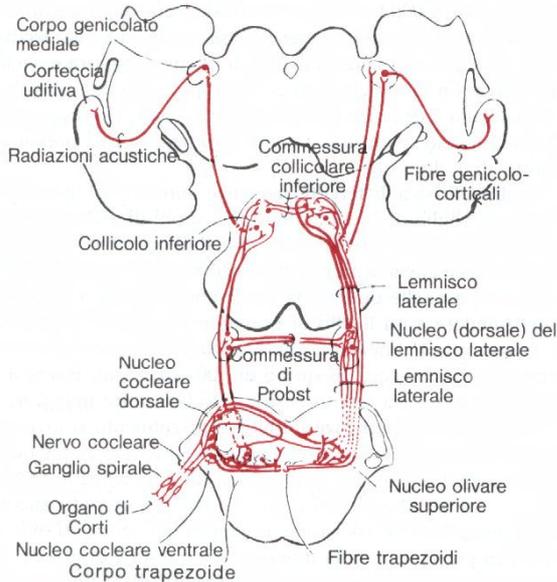
© dr. G. Mario MATTIA - Roma



La coclea e le cellule ciliate



Il sistema nervoso: I sensi speciali



Le vie uditive. (Modif. da Crosby, Humphrey, and Lauer: Correlative Anatomy of the Nervous System. New York, Macmillan Publishing Co.).

Nella trasmissione del segnale valgono le regole della teoria dell'informazione e della cibernetica con le diverse codifiche del messaggio acustico.

Nell'orecchio abbiamo una catena cinematica (biomeccanica) seguita da una catena funzionale (elementi plastici con tessuto muscolare nella coclea).

L'organismo è un sistema controreazionato per mantenere costante l'omeostasi dinamica.

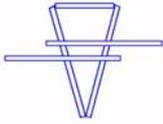
I sistemi biologici sono rilevatori sensibili perché ricevono informazioni di tipo elettromagnetico attraverso i sensori periferici ad una velocità estremamente più alta delle comunicazioni biochimiche attraverso le sinapsi.

Le conoscenze acquisite sulla fisica ci confermano l'identità fra materia ed energia: l'interscambiabilità fra particella ed onda è nota ed oggi evidente; anche il suono e le onde elettromagnetiche possono creare forme e fenomeni diversi.

2) Quando il suono diventa rumore: fenomeno di disturbo

Il **rumore** viene definito in vari modi ed ha diversi effetti sull'uomo:

- **Definiamo "RUMORE" qualsiasi fenomeno acustico che non contenga informazioni utili per l'ascoltatore e quindi interferisca con la sua attività od interessi.**



a) **Gli effetti uditivi** si possono distinguere in **DANNO, DISTURBO e FASTIDIO** od **Annoyance**

- **DANNO** all'organo uditivo: effetto irreversibile ed oggettivabile (**PTS**) (ipoacusia, acufeni, lesioni timpaniche, ecc.);

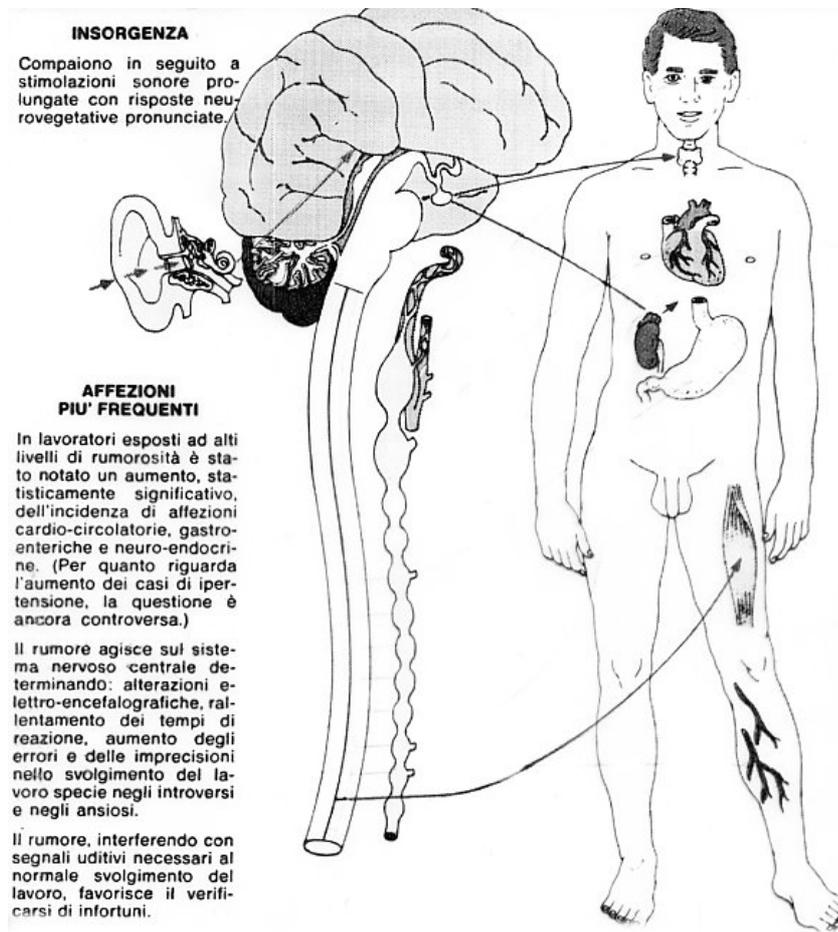
- **DISTURBO**: effetto reversibile ed oggettivabile (**TTS**), acufeni temporanei, fenomeno di allarme che ci preavvisa di potenziali effetti irreversibili di danno;

- **FASTIDIO** od Annoyance: effetto non facilmente oggettivabile, di allarme per i soggetti esposti al rumore che ritengono superiore alla normale tollerabilità; temono un danno alla salute ed una interferenza con la loro attività.

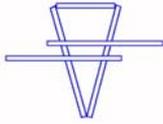
L'uomo in passato era considerato esclusivamente parte di un **sistema chiuso**: la relazione fra fisiologia e patologia era lineare con rapporto di causa/effetto (conservazione dell'energia).

Le più recenti ricerche (intraprese anche da noi) sulla meccanica cocleare hanno permesso la comprensione dei fenomeni del danno e del disturbo sulle cellule ciliate, mettendo in evidenza le correlazioni fra esposizione al rumore e danno permanente (metodi deduttivi e razionali).

Oggi sappiamo che **i sistemi biologici sono soggetti alle regole del non equilibrio**: la ricerca scientifica in medicina dimostra che l'uomo è parte di un **sistema aperto**, dove il rapporto fra fisiologia e patologia non è lineare e non è sempre facilmente prevedibile: constatiamo dissipazione di energia (entropia), auto organizzazione biofisica con scambio qualitativo tra le funzioni fisiologiche, il comportamento e le informazioni cibernetiche biofisiche (gli effetti della musica e della danza sull'uomo sono estremamente complessi e difficilmente correlabili con i decibel).



Effetti extra uditivi



- b) **Gli effetti extrauditivi** possono essere molto gravi ed importanti da compromettere la salute dell'uomo, ma non sono facilmente correlabili al rumore perché non è facile scindere gli effetti del rumore da quelli prodotti da altre cause sempre presenti.

I principali effetti negativi sono:

- i) Interferenza con le fasi del sonno: in particolare con la fase REM (sonno desincronizzato)
- ii) Effetti fisiologici complessi, interazioni con:
 - 1 SISTEMA ENDOCRINO
 - 2 “ NERVOSO CENTRALE
 - 3 PSICHE E COMPORTAMENTO
 - 4 APPARATO CARDIOVASCOLARE
 - 5 “ GASTROINTESTINALE
 - 6 “ RESPIRATORIO, ...

Per questo motivo la quasi totalità delle normative sulla valutazione ed i limiti di esposizione al rumore si riferiscono solo agli effetti uditivi di danno e di disturbo, nonostante sia noto e documentato che livelli sonori, anche bassi, che interferiscono con l'attività dell'uomo e la comunicazione verbale possano provocare **distonie neurovegetative, stress ed aggravare comunque disfunzioni fisiologiche già presenti in forma latente od evidente.**

3) Le leggi contro l'inquinamento acustico

Le vigenti normative antinquinamento sulla Valutazione dell'Impatto Acustico Ambientale "VIAA" (Legge n. 447/95 e Decreti applicativi) hanno la finalità di ridurre statisticamente le reazioni di protesta della popolazione al rumore che porta effetti extrauditivi e pianificare la gestione del territorio in presenza di rumore.

Altre relazioni trattano ampiamente l'argomento ed a esse si rimandano gli approfondimenti.

www.euroacustici.org

4) Il rumore e la musica

Benché fisicamente rumore e musica siano equivalenti (il suono è una variazione temporale di pressione percepibile dall'apparato uditivo caratterizzato da frequenza in Hertz e livello di pressione che si misura in decibel), si osservano due profonde differenze:

- 1. il rumore è un fattore acustico esogeno non gradito dal soggetto esposto,**
- 2. la musica è un fenomeno acustico gradito con accordi e ritmo, essenziale alla spiritualità dell'essere umano in quanto in grado di stimolare l'intuizione e le sensazioni, localizzate nell'emisfero destro del nostro cervello (soggetto destrorso).**

5) La musica, il coro ed il Paradiso

La frase biblica "All'inizio fu la Parola" appartiene al patrimonio più arcaico dell'umanità.

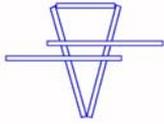
Il concetto di "Parola" rende solo parzialmente il senso originario: si tratta di qualcosa molto più profondo, di primario e sopraconcettuale, d'indefinibile ed inconcepibile; si tratta del "Verbo", della "Luce" che si contrappone al Buio, si tratta della creazione del mondo, del "Big Bang".

Il canto di lode, il grido o la risata rappresentano la musica primordiale che partorisce il cosmo.

Il suono e la luce stanno l'uno con l'altro nello stesso rapporto di parola e coscienza.

Il suono creatore è come il farsi luce per aprire la strada al conoscere.

Sono affermazioni e riscontri che troviamo nelle tradizioni di tribù primitive e selvagge, come nelle religioni, sia occidentali che orientali.



In tutte le religioni e nelle culture arcaiche l'elemento primario è il suono.

I miti dei popoli primitivi e le speculazioni cosmogoniche delle alte civiltà insegnano che il substrato di tutti i fenomeni dell'universo è l'elemento vibratorio e, specificamente, acustico.

Anche le onde elettromagnetiche originano da oscillazioni di cariche elettriche.

Il mondo è costituito secondo principi musicali (detto da Platone) ed il ritmo serve ad innalzare il livello morale e fisico (affermazione di Aristotele).

Nella medicina indiana la salute è uno stato in cui le vibrazioni psicofisiche dell'Uomo sono in armonia con le vibrazioni del cosmo.

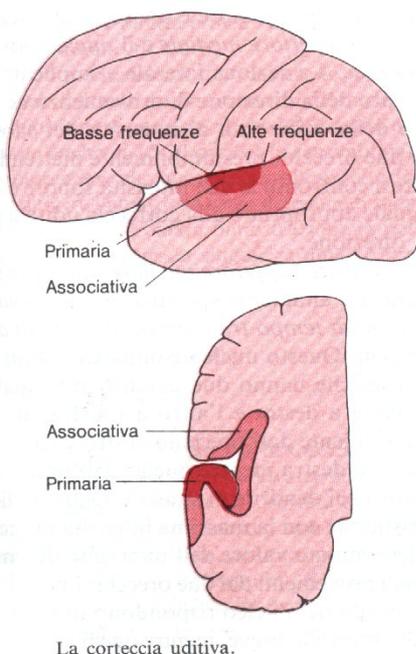
L'uomo è particolarmente sensibile (effetti psicoacustici) alle distorsioni sonore (assenza di armonia) ed alle disomogeneità dei campi sonori (onde stazionarie e viaggianti) che provocano una forte riduzione dell'intelligibilità sia della parola, della musica e del canto.

La musica ha importanti effetti sul nostro organismo che variano secondo il ritmo, il tono, il livello sonoro.

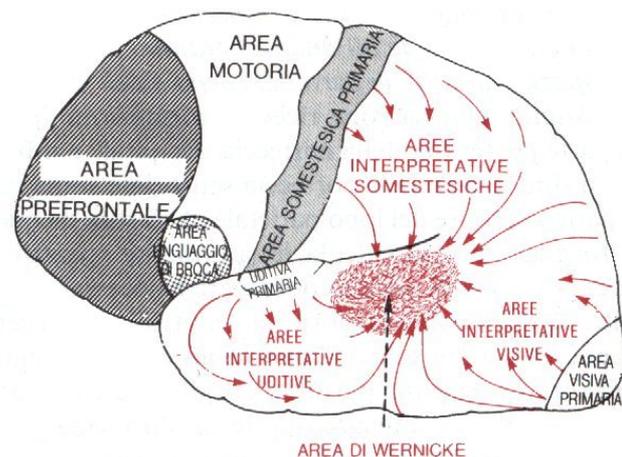
6) Il sistema nervoso: il cervello, il sistema limbico, l'ipotalamo e la musica

Nel cervello avviene un complesso processo di elaborazione neurosensoriale a livello della zona "limbica" con la nascita delle sensazioni che si affiancano alla percezione dell'ambiente esterno.

Tutti gli organi di senso, la vista, l'udito, l'equilibrio, il tatto, il gusto, la sensibilità vibratoria, motoria, termica, ecc., trasmettono le loro informazioni che passano attraverso varie "stazioni" di elaborazione e che transitano nel sistema limbico prima di giungere alle zone corticali del cervello od ai sistemi fisiologici di destinazione finale.

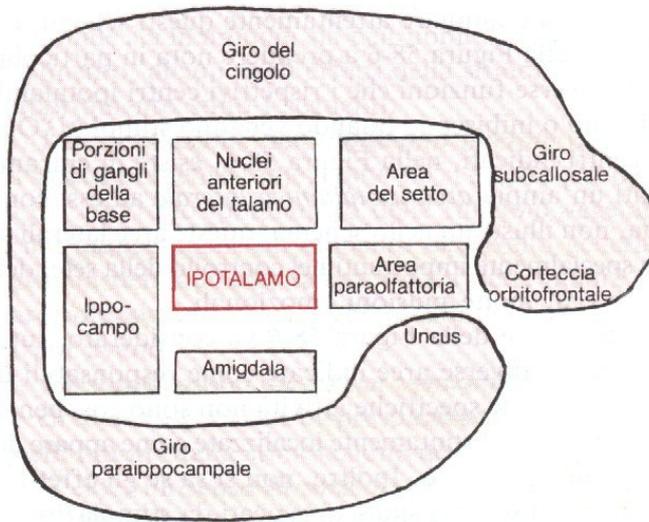
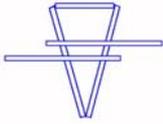


La corteccia uditiva.



Organizzazione delle aree di associazione della sensibilità somatica, di quella visiva e di quella uditiva in un meccanismo generale per l'interpretazione dell'esperienza sensoriale. Tutte queste aree confluiscono nell'area di Wernicke situata nella parte posterosuperiore del lobo temporale. Si notino anche l'area prefrontale e l'area di Broca del linguaggio.

Il sistema limbico ha un'importanza enorme nella fisiologia e nei meccanismi motivazionali e comportamentali degli esseri viventi.



Il sistema limbico.

Nell'uomo è la sede dei processi delle "sensazioni", dei "pensieri", della gestione delle "memorie", del controllo dell'attività cerebrale e di tutti i principali ritmi di omeostasi dinamica fisiologici.

Le informazioni sensoriali interagiscono fra loro, dal punto di vista cibernetico ed informativo, in particolare con l'organo dell'udito e della vista.

Il **sistema uditivo** è quindi in stretta correlazione con le aree del nostro cervello che controllano gli **aspetti emotivi** della nostra vita di relazione (**sistema limbico**) e

con quelle che determinano le risposte automatiche del nostro organismo di fronte al pericolo, ovvero la cosiddetta "reazione d'allarme" (**sistema autonomo o neurovegetativo**).

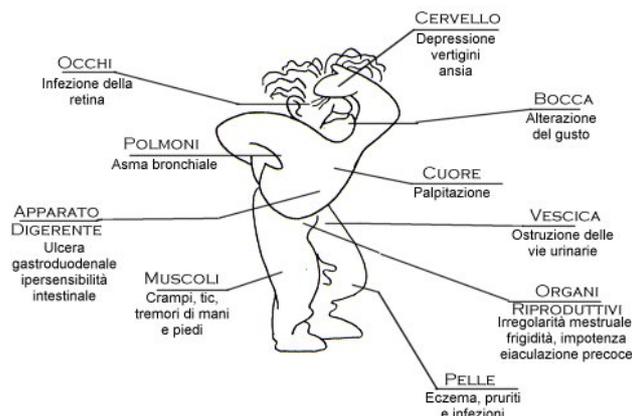
Il sistema nervoso autonomo o "neurovegetativo" è deputato al controllo di tutte le funzioni corporee (ad es.: la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa, la respirazione, la digestione ecc) ed al meccanismo neurologico della cosiddetta "reazione d'allarme", oltre a quella del "piacere" e della "paura", ed è influenzato da tutte le informazioni che arrivano dai sensi al sistema limbico, in particolare dall'udito.

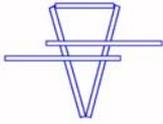
Il sistema limbico, con l'ipotalamo che svolge la funzione distributrice degli stimoli in uscita e degli ormoni ipofisari, porta alla distinzione fra, rumore, disturbo, fastidio ed il piacere della musica e del canto corale.

Un suono non gradito, come un rumore, una stimolazione spiacevole, come una luce abbagliante od il contatto con un corpo molto caldo, ecc., porta ad una reazione che parte dal sistema autonomo o neurovegetativo: reazione di paura e di allarme con tutte le azioni preposte alla salvaguardia della salute o della vita!

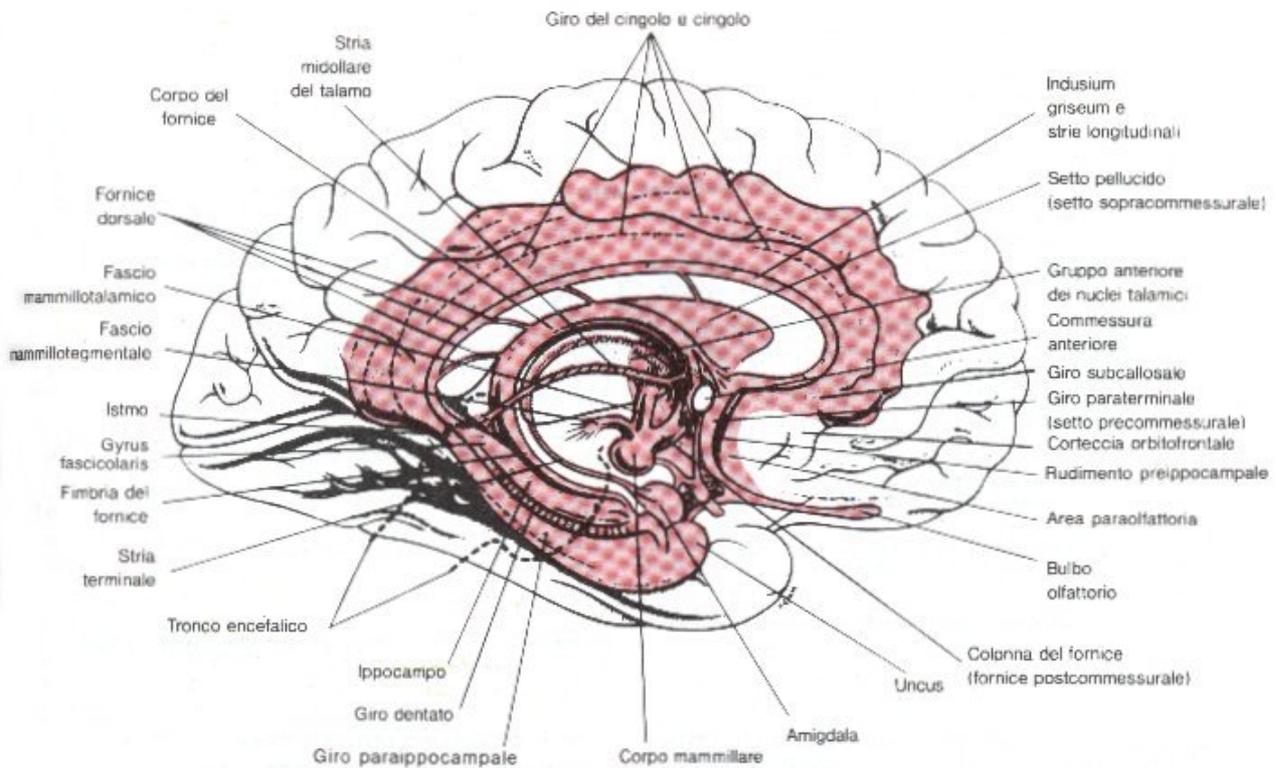
Sulla base delle caratteristiche temporali o spettrali degli stimoli, nel sistema limbico avviene una selezione per impedire che la nostra mente venga sommersa da quantità enormi d'informazioni sensoriali.

Effetti dello STRESS:





Meccanismi motivazionali e comportamentali del cervello — Il sistema limbico e l'ipotalamo



Le aree colorate indicano le strutture anatomiche del sistema limbico. (Da Warwick and Williams: Gray's Anatomy, 35th Br. ed. London, Longman Group, Ltd., 1973).

Nella zona limbica avviene quindi un processo essenziale per la qualità della vita: le informazioni vengono confrontate con un archivio memorizzato (suoni, immagini, sensazioni, ecc.) e, in base a questa funzione cibernetica di selezione, vengono inviate o meno alle zone corticali di analisi finale, interpretazione e percezione.

Questa funzione è parzialmente pilotata dall'attenzione: mentre parliamo non abbiamo coscienza apparente del rumore del traffico, fino a quando rivolgiamo l'attenzione a quella particolare fonte sonora.

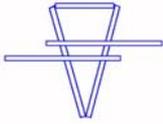
Il sistema limbico, ha, tra l'altro, una funzione essenziale nella regolazione dell'omeostasi dinamica: dalla pressione del sangue, ai cicli fisiologici.

Proprio nelle funzioni dinamiche interviene l'effetto della musica e del ritmo: il segnale acustico può entrare in sincronia od interagire con i potenziali elettroencefalici, come evidenziato da registrazioni di EEG.

Il comportamento di interazione fisiologico non è lineare, e quindi si ha la difficoltà di stabilire un rapporto causa/effetto; tale caratteristica è evidente in tutte le situazioni di esposizione ad agenti chimico, fisico, di intensità o livello medio - basso, dove si riscontra comunque un danno per lunghe esposizioni.

L'organismo è un sistema controreazionato per mantenere costante l'omeostasi dinamica.

Il suono, la musica e la luce sono stimoli che con determinata intensità, durata e frequenza, sono in grado di modificare l'omeostasi dinamica e quindi lo stato di salute con fenomeni di stress.



© dr. G. Mario MATTIA - Roma

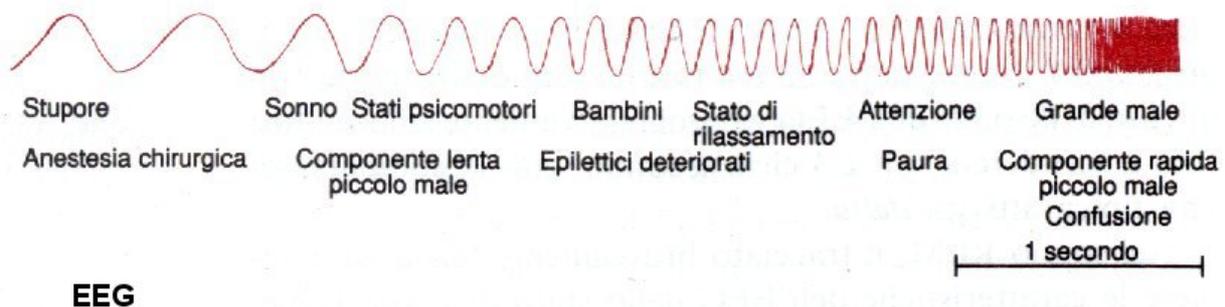


Le orecchie sono l'organo di senso più importante: la luce degli occhi è la luce esterna, mentre quella dell'orecchio è la luce interna (da un antico trattato cinese).

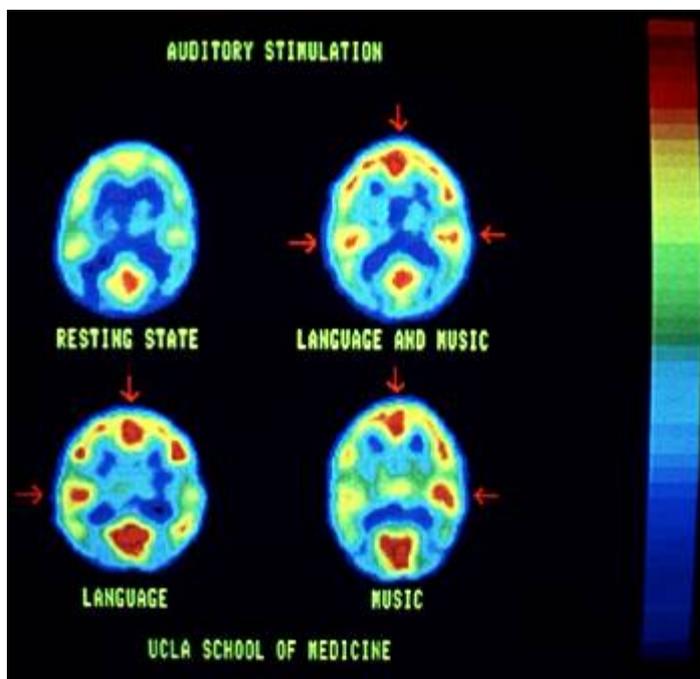
I bioritmi sono come dei pacemaker cerebrali con oscillatori endogeni, aree cerebrali preposte alla coordinazione ed al controllo della cadenza ritmica delle funzioni biologiche.

La musica e la luce insieme hanno un effetto sinergico: agiscono come sostanze psicoattive nel modificare i comportamenti anche a livello più profondo.

Quest'effetto può essere rilevato da un tracciato EEG: le onde cerebrali possono entrare in sintonia con le oscillazioni acustiche e luminose.



Luci e suoni trasmettono determinate frequenze all'occhio ed all'orecchio ed attivano nel cervello reazioni controllate che, a secondo della frequenza possono rilassare od eccitare, modificare i tempi di reazione agli stimoli esterni, come documentato dal tracciato elettroencefalografico.



(figura di stimolazioni sonore: PET)

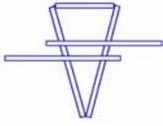
Stimolazioni acustiche e luminose di 1-3 Hz, in aggiunta alle tecniche di "biofeedback", sono in grado di attivare la produzione di endorfine, con maggior intensità delle droghe e senza effetti collaterali.

La musica è equivalente ad una sostanza psicoattiva in grado di modificare la coscienza.

- Ritmo ALFA (8-12 Hz): relax, creatività, miglior rendimento sportivo e scolastico

- Onde BETA (13-30 Hz): concentrazione mentale

- Complessi K (>30 Hz): perdita del senso della realtà, tachicardia, euforia, resistenza fisica (come da alcolici o da anfetamine)



La musico-terapia si basa su questi effetti sinergici: interazione di stimoli sensoriali (suono ed eventualmente luci) con un importante contenuto informativo ed emotivo per il paziente, tali da stimolare l'attività limbica profonda, tanto da poter risvegliare il soggetto da uno stato comatoso.

7) Effetti negativi della musica

Ritmi eccessivi con luci stroboscopiche e laser inducono onde cerebrali legate alla tensione (aumento di cotecolamina).

Per evitare danni psicosomatici ed audiologici gli stimoli musicali ed ottici andrebbero presi con dosi adeguate.

L'esposizione ad alti livelli sonori, come la musica di discoteca, deve essere interrotta da pause di riposo con bassi livelli sonori, per permettere il recupero dello stress vascolare a livello della coclea e stabilire un equilibrio fisiologico ambientale.

8) Conclusione

I suoni e le luci ritmate hanno una interazione con l'uomo superiore al previsto.

La musica, se gradita, provoca effetti positivi e terapeutici.

Un suono ritmato, se non gradito, provoca effetti negativi (casi di epilessia) e di stress.

RUMORE e MUSICA

1- Musica e rumore hanno lo stesso descrittore fisico:

- Livello di pressione nel tempo (decibel)
- Spettro di frequenza (Hertz)

2- Ma diverso effetto sull'uomo (psicoacustico, extrauditivo, ecc...):

La musica è gradita (ritmo ed armonia), il rumore è sgradito (non armonico).

(La musica non gradita è equivalente al RUMORE!)

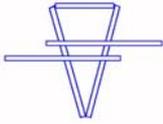
- **La musica è RITMO!**
- **È un suono che stimola SENSAZIONI**
- **Unisce la terra al cielo!**
- **È religione e magia**
- **È danza, canto, riti e cerimonie**
- **È guerra e pace, psicologia e sociologia**
- **È vita, relax, divertimento, sport e**

Tradizioni millenarie insegnano che le vibrazioni della voce e dei suoni influenzano la mente ed il corpo ("mantra").

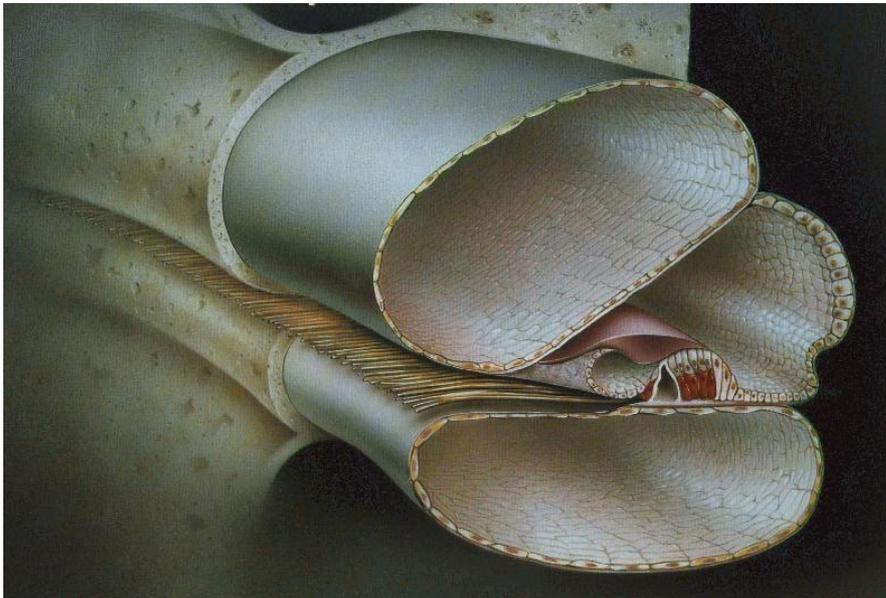
Codici sonori tramandati da maestri indiani, guru e monaci tibetani, canti gregoriani e musiche ritmiche insegnano a stimolare rilassamento, contemplazione e benessere.

I suoni e le luci ritmate hanno una interazione con l'uomo superiore a quanto previsto nel passato.

Le moderne discoteche, le sale da ballo e gli spettacoli musicali utilizzano ampiamente queste profonde interazioni che stimolano il ballo e le sensazioni di piacere e benessere.



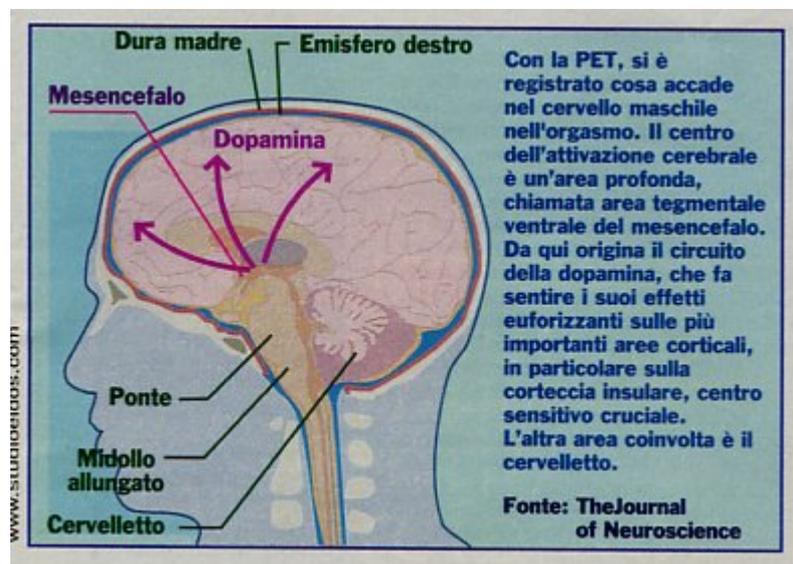
© dr. G. Mario MATTIA - Roma



La coclea

La vita è ritmo ed oscillazioni: l'omeostasi dinamica del nostro organismo che viene controllata dalla zona limbica, nel centro del nostro cervello, deve essere in equilibrio per mantenere una condizione di benessere.

G. Mario Mattia



ⁱ CONSULENTE ERGONOMO SPECIALISTA CERTIFICATO SINCERT CICPND IN ACUSTICA, VIBRAZIONI E ELETTROACUSTICA

EuroAcustici, Associazione Nazionale dei tecnici e specialisti in Acustica www.euroacustici.org
- per i problemi d'inquinamento acustico, (fondatore e presidente)
V.le Cesare Pavese 304, 00144 Roma RM, tel. 06/5005032

E-mail dr. Mario Mattia: m.mattia@mclink.it