

Dal sacculo dell'orecchio interno alla danza: un sacculo bello

ALDO MESSINA

RIASSUNTO: Dal sacculo dell'orecchio interno alla danza: un sacculo bello.

ALDO MESSINA

Il ritmo musicale determina il movimento grazie ad alcune strutture dell'orecchio interno.

SUMMARY: From the inner ear's sacculus to dance..

ALDO MESSINA

The musical rhythm determines the movement thanks to some structures of the inner ear.

KEY WORDS: Orecchio interno - Sacculo - Ritmo - VEMPs.
Inner ear - Sacculae - Rhythm - VEMPs.

Il ritmo sonoro "impone" al nostro corpo di assumere specifici movimenti (battere i piedi, dondolarsi) e recenti studi localizzano nell'orecchio interno ed in particolare nel sacculo endolinfatico, la sede nella quale verrebbero "mediate" la sensazione uditiva ed il movimento.

Il ritmo è rappresentato dal numero di pulsazioni, unità sonore, che si ripetono nel tempo. Dal punto di vista musicale è la successione ordinata di accenti sonori, sulla base dei quali potremo osservare due ritmi principali: il binario ed il ternario. Il primo presenta due accenti (uno forte ed uno debole, come ad esempio nella "marcia" dell'Aida) ed a questo consegue un movimento corporeo ludico tipo marcia o saltello a piedi alternati. Il ritmo ternario è costituito da tre accenti di cui due deboli (esempio il Valzer) ed il movimento sarà di dondolarsi o cullare.

Il movimento ripetitivo eseguito in coppie destro sinistro, alto basso, dà l'Oscillazione, un'andata ed un ritorno simmetrico tipico della musica Rock, oscillante.

La pulsazione sonora si configura quale polso della musica, è probabilmente un'esperienza extrauditiva e pertanto è percepita anche dai non udenti. Una pulsazione ritmica superiore ai settanta battiti ogni minuto, musica beat (battito), probabilmente perché "evoca" la tachicardia dello sforzo motorio, fa sì che l'ascoltatore non possa fare a meno di muoversi.

Raddoppiando più volte l'unità musicale si ottiene la "ripetizione" che, nella sua massima espressione, sfocia in quei ritmi ossessivi forieri di movimenti stereotipati, analoghi a quelli che si osservano nelle psicosi e determinati dall'attivazione delle strutture del Sistema Nervoso Centrale (Midollo Spinale, corpo striato e globo pallido), che secondo Paul Mac Lean costituiscono il cervello Rettile, primitivo-istintuale, che è in ognuno di noi. Tutti i ritmi ripetitivi, monotoni, come gli spiritual sono utilizzati per far "vincere" la fatica.

Per comprendere il ruolo dell'otoneurologo nello studio del rapporto suono ritmico-movimento occorre preliminarmente richiamare i lavori d'A.A. Azzi (1996). L'autore afferma che l'orecchio interno (nella sua globalità cocleare e vestibolare) va individuato quale "sensore" dell'accelerazione e del movimento. In particolare, le accelerazioni lineari a frequenza acustica, onde sonore, saranno trasdotte a livello cocleare, quelle lineari a frequenza infracustica dalle macule dell'utricolo e del sacculo e le accelerazioni angolari dai canali semicircolari. Il labirinto posteriore pertanto si sarebbe specializzato nella percezione del **movimento** della testa in funzione del tempo e nella decodificazione dei **movimenti esterni al proprio corpo**, quello anteriore nella decodificazione delle vibrazioni a frequenza udibile. Tale ipotesi è confermata dagli studi di anatomia comparata dell'organo stato acustico.

I ciclostomi ed i pesci possiedono un orecchio interno rudimentale, in pratica costituito dal vestibolo e da una "lagena" priva di cellule acustiche. Queste compaiono solo nei tetrapodi ed il vero canale cocleare si allungherà proprio dalla "lagena" solo nei coccodrilli e negli uccelli. Il vero canale cocleare si svilupperà nei mammiferi.

Il recettore vestibolare del pesce, a riposo, informa il S.N. relativamente alla posizione del suo corpo nello spazio e gli consente di indirizzare di conseguenza i movimenti degli occhi e della vescica natatoria. Gli organi otolitici sembrerebbero essere stimolati dalle vibrazioni dell'acqua ed in alcune specie rivestono un ruolo uditivo subacqueo, permettendo di riconoscere distanza e natura dell'emittente la vibrazione.

Negli anfibi Anuri il sacculo inizia ad avere una sensibilità nella percezione dei toni gravi ed in generale nella discriminazione in frequenza. Sempre negli anfibi la macula sacculare sviluppa due tipi di papille. La papilla basilare (per i suoni da 1000 a 5000 Hz) e la Papilla Amphibiorum (suoni 100-1000 Hz).

E nell'uomo?

Già nel 1794 Darwin aveva ipotizzato gli effetti della stimolazione sonora intensa sull'apparato vestibolare. A conferma di un'erronea demarcazione (se intesa in sen-

Direttore U.O.D. Audiologia, Azienda Universitaria Policlinico, "Paolo Giaccone", Palermo
Autore per la corrispondenza: Aldo Messina, e-mail: aldo_odecon@libero.it

so radicale) tra sensazione uditiva e vestibolare, riferiamo gli studi di Y. Cazals. L'autore ha descritto un'esperienza secondo la quale, dopo la somministrazione di 450 mg/kg/die di un farmaco ototossico, l'amikacina, ad un gruppo di cavie, queste non presentavano alcuna patologia vestibolare ma soltanto una sordità confermata dalla quasi totale distruzione delle cellule cocleari. L'autore ha dimostrato che in questi animali da esperimento le risposte elettrofisiologiche uditive, evocate alla finestra rotonda e alla corteccia uditiva, potevano ancora essere attivate utilizzando uno stimolo acustico di 70 dB HL. Lo studio dei potenziali evocati, esaminati nei parametri di latenza, adattamento e range frequenziale, ha evidenziato, infatti, che si trattava di risposte compatibili con la normalità. Diversi studi sono stati condotti in seguito per comprendere il motivo per il quale le risposte uditive fossero presenti nonostante l'estesa lesione cocleare. Utilizzando metodiche di distruzione cocleare selettiva, mediante iniezione dalla finestra rotonda di farmaci ototossici, si è giunti alla conclusione che la risposta acustica evidenziata proveniva dall'organo vestibolare e in particolare dal sacculo che potrebbe, pertanto, avere mantenuto la sua ancestrale vocazione sonora.

Nel 1953 Bocca ha documentato la presenza nei ratti di fibre vestibolari che penetravano nel nervo cocleare dall'espansione modiolare del ganglio vestibolare. Ricerche confermate da Natout et al. che hanno evidenziato momenti di "invasione" delle fibre vestibolari, che occuperebbero circa il 13-16% delle parte destinata al nervo cocleare.

Il sacculo avendo stessa derivazione embriologica della coclea, possedendo una propria sensibilità uditiva ed essendo anatomicamente "a ponte", tra labirinto anteriore e posteriore, potrebbe rappresentare, lo sostengono anche Cody e Bickford, il vero mediatore tra accelerazione infracustica ed acustica, tra suono-ritmo e movimento.

Halmagyi et al. (1994) hanno proposto una metodica per lo studio della funzionalità del sacculo a seguito di stimoli acustici. In particolare gli autori hanno osservato che sollecitando il sacculo con stimolazioni di 85-100 dB SPL, entro 30 msec. era possibile evocare sullo sternocleido-mastoideo un complesso bifasico, p 13-n23 che, secondo gli autori, era espressione dell'attivazione dei recettori saccolari. Tali potenziali furono denominati VEMPs (Vestibular Evoked Myogenic Potentials). Precedentemente (1971) Townsend e Cody studiarono con analogia stimolazione alcuni normoudenti dopo neurectomia vestibolare non ottenendo alcuna risposta.

Gli studi sull'udito saccolare e quindi sulla sua capacità di percepire le frequenze basse, potrebbero avvalorare l'ipotesi per la quale, negli audiolesi preverbali, l'integrità anatomofunzionale dell'apparato vestibolare può essere importante, alla presenza della compromissione dell'organo cocleare, per la corretta impostazione di una terapia riabilitativa logopedica.

A tal proposito M. Pansini et al. hanno osservato un gruppo di 120 bambini, affetti da sordità preverbale, con una perdita uditiva intorno agli 80 dB per le frequenze da 250 ai 4.000 Hz. Questi soggetti furono classificati in base al livello riabilitativo logopedico raggiunto, e della via di stimolazione acustica impiegata (aerea, ossea, mista), dello stato di tensione della voce (tesa, lassa, normale), dello spettro vocale (alto, basso, bitonale, normale), dello spettro d'articolazione (completo, incompleto, insufficiente), dell'intonazione, della relazione tra ritmo, movimento e pa-

rola (coordinata, incoordinata), della quantità di struttura musicale acquisita (buona, insufficiente) ed infine, dell'abilità ad imitare il ritmo musicale. I bambini sono stati studiati e classificati anche per quanto concerneva la loro funzionalità vestibolare. Fu subito rilevato che i livelli riabilitativi raggiunti erano migliori nei bambini con buona funzionalità vestibolare.

Gli autori affermarono che la riabilitazione logopedica migliorava anche la funzione vestibolare e che questa si associa ad un miglioramento dell'articolazione e dell'abilità ad imitare i ritmi musicali. Ciò portava a concludere che il progresso riabilitativo doveva essere completato sia con uno studio di tipo logopedico che vestibolare.

Il ritmo, in greco ριτμoσ vuol dire numero, influisce sull'orientamento spaziale (Gurfinkel, Levick, 1991) che include la capacità di formare concetti d'orizzontalità e spazialità. Non a caso il gruppo nazionale Matematica e Scienze nel 1979 ha redatto un curriculum dal quale si evidenzia la necessità di rendere unitario l'iter educativo logico matematico rispetto alla crescita corporea relazionale del bambino. In seguito tale approccio è stato completato, includendo concetti otoneurologici ed esperienze legate al movimento e alle attività psicomotorie, indicando i seguenti prerequisiti all'apprendimento:

- Organizzazione spaziale
- Organizzazione temporale
- Discriminazione
- Raggruppamento
- Ordinamento
- Trasformazione
- Conservazione
- Successione
- Rappresentazione
- Sostituzione
- Moltiplicazione logica.

A. Rey ha dimostrato i rapporti intercorrenti tra deficit psicomotorio e dei movimenti coordinati e apprendimento della matematica, sia nei sordi che nei normoudenti.

Reuven Kohen Ratz e Maruan Masalha in una loro ricerca hanno paragonato tra loro su un gruppo di soggetti di tre scuole israeliane, di diversa etnia arabi e israeliani, d'età media 10 anni, i risultati ai test d'equilibrio misurati con pedana stabilometrica con le risposte ai test matematici ed hanno osservato che i disturbi dell'apprendimento matematico e del linguaggio nei soggetti sordi sono determinati nel 30% dei casi da disfunzioni psicomotorie che rendevano questi soggetti paragonabili ai soggetti normoudenti più piccoli di quattro anni.

Così l'otoneurologia diviene aspetto dello studio della psicomotricità fornendo spunti che trovano un'immediata applicazione sia in campo diagnostico audiologico che riabilitativo.

Prima di addentrarsi nell'esame del primo punto sarà necessario far presente la differenza concettuale tra "capacità uditiva" e "funzione uditiva" (Schindler).

L'audiometria tonale liminare, usata oggi quale test clinico per documentare le sordità, si è dimostrata essere uno strumento sensibile, specifico e di basso costo ma presenta un limite perché, impiegando per la stimolazione dei toni puri che, ad eccezione degli "echi cocleari", non sono presenti in natura, misura esclusivamente la risposta dell'apparato sensoriale alla pressione sonora, quindi la capacità uditiva.

L'esame audiometrico non si è dimostrato esaustivo nell'indicare le possibilità comunicative verbali del bambino sordo ed è frequente che bambini, a parità di perdita uditiva in dB, di idoneità di protesi acustica applicata e di approccio logopedico, rispondano con risultati diversi alla terapia logopedia (Gitti).

Per valutare la "prognosi logopedica" infatti sarebbe auspicabile l'uso di test audiometrici in grado di valutare non la capacità ma la funzione uditiva.

O. Schindler ritiene che, per determinare la funzione uditiva, l'esame dovrebbe prevedere l'analisi, oltre che della capacità uditiva con toni puri, di altre attività neurologiche connesse all'evento sonoro: la coordinazione uditivo-motoria, la separazione figura-sfondo, la costanza timbrica, la separazione silenzio-sonorità, la discriminazione suono-rumore, la distinzione tra fenomeni periodici e aperiodici, la discriminazione tra la sonorità continua e impulsiva, la discriminazione tra sonorità continue e periodicamente interrotte, la percezione della dinamica melodica e infine la percezione della dinamica prosodica.

Ancora una volta pertanto anche in campo diagnostico a fini riabilitativi logopedici, al fine di evitare che i bambini sordi presentino disturbi nel versante prosodico del linguaggio, entra in campo l'otoneurologia ed in particolare lo studio della "coordinazione uditivo-motoria", le reazioni motorie del nostro corpo alla stimolazione sonora. Il programma audio-protetico-logopedico "classico" dovrà prevedere il coinvolgimento dell'area ritmico-musicale e, ove occorra, degli esercizi di riabilitazione posturale.

D'altronde sono gli infrasuoni, quasi fungessero da pace maker, a permetterci la percezione del ritmo sonoro, dell'intonazione e della melodia e tale sensazione, si è detto, è mediata dal sacculo endolinfatico.

In conclusione la fase diagnostica della sordità preverbale non dovrà limitarsi ad una diagnosi audiometrica, ma dovrà proporre una seconda fase che, con l'ausilio dell'audiometria musicale e dell'esame otoneurologico, ci permetta di essere nelle condizioni di personalizzare per ogni bambino un iter riabilitativo logopedico coadiuvato da stimolazioni ritmico-musicali legate al timbro ottimale individuale ed eventualmente, da esercizi posturali.

Grazie alla ricerca otoneurologia e al coinvolgimento d'esperti pedagogisti musicali sarà possibile attuare un percorso riabilitativo che dal corpo giunga al movimento, migliori la propriocezione e l'equilibrio, stimoli la funzione (e non la capacità) uditiva per giungere, infine, ad un linguaggio ricco di prosodia e pertanto "musicale".

Inoltre, si è dimostrato che il sistema dell'equilibrio ricopre un ruolo nella elaborazione dei processi d'informazione che conducono all'atto motorio che, arricchito di fattori rappresentativi e cognitivi da motorio diviene psicomotorio. D'altronde la base organica delle nostre rappresentazioni dello spazio e del tempo è condizionata dai rapporti esistenti tra l'udito, le sensibilità visiva e tattile, mediati dal labirinto posteriore ed in particolare dal sacculo endolinfatico.

Riuscire a decodificare il rapporto tra suono, movimento, ballo, canto, apre le porte allo sviluppo di attività cognitive quali l'attenzione, la memoria, la percezione, il linguaggio, la drammatizzazione, la creatività. Infine se il gioco cantato richiederà attività motorie il bambino sarà spronato ad interiorizzare anche i concetti topologici e geometrici.

Parafrasando un noto film di Carlo Verdone dovremmo affermare "un sacculo bello".

Bibliografia

- Arslan M. "Sui meccanismi della sensibilità spaziale". XXI Raduno Soc Ital di Laringologia Otologia e Rinologia - Alta Italia. Padova, 1961: Citato da S. Ottoboni et al., Forte dei Marmi, 1996.
- Arluno G, Schindler O. Il bambino sordo nella scuola di tutti. Omega, Torino, 1981.
- ATTI III Conferenza Nazionale della S.I.A. "Standardizzazione delle metodiche diagnostiche in Audiologia". Riva dei Tessali, 1990.
- ATTI del Seminario Internazionale "Farmaci e Apparato vestibolare" - Del Bo M, Arpini A. CRS, Amplifon, 1983.
- Azzi A. Il sacco endolinfatico e le macule otolitiche. A.I.N.E., n.1, anno 2, pag 6.
- Bang C, Schindler O. Seminario di musicoterapia. Copisteria Universitaria, Torino 1978.
- Bickford RG, Jacobson JL, Cody DTR. Nature of averaged evoked potentials to sound and other stimuli in man. Ann NY Acad Sci. 1964;112:204-23.
- Bauchot R, et al. Cervello e Comportamento, a cura di Alberto Oliverio. Paperbacks Ricerca Scienze. 1981;28, Newton Compton.
- Carré A, Messina A. Audiometria Musicale. Workshop su Audiologia e Musica, Palermo 2002.
- Carré A. L'enfant sourd et la musique. Bulletin de Liaison des Praticiens de la Méthode Verbo-tonale. 1982;10:4-15.
- Carré A. Analyse des productions phoniques d'une jeune de 12 ans sourde profonde. Maîtrise de Linguistique, Université de Rennes 2, Mai 1984.
- Carré A. Metodologie e strategie del risveglio musicale. Préface du Prof. Schindler. Omega, Torino, 1993.
- Carré A. Le paradoxe de la musicalité de l'enfant sourd. Médécine des arts, n.29, Septembre 1999, p. 38-40.
- Cassandro E. Stress acustico e interferenze vestibolari. Workshop su Audiologia e Musica, Palermo, 2002.
- Cazals Y. Aspetti sperimentali di ototossicità sull'apparato vestibolare. Farmaci ed apparato vestibolare. CRS, 1983.
- Cody DTR, Bickford RG. Averaged evoked myogenic response in normal man. Laryngoscope, 1969,79,400.
- Colebatch JC, Halmagyl GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click- evoked vestibolo- collic reflex. J Neurology neurosurg psychiatry. 1994,57.
- De Filippis A, Ambrosetti U. La protesizzazione basata sulla percezione vibrotattile. I CARE, anno 15 n. 4.
- Gurfinkel VS, Debrey Levick Yu S. (1985) citati da E. Mora, A. Ottoboni Lo spazio come realtà biologica. Forte dei Marmi, 1996.
- Guarino C, et al. L'acquisizione delle abilità musicali nel bambino non-udente e nel bambino audioleso. Workshop su Audiologia e Musica, Palermo, 2002.
- Guberina P. Metodologia verbotonlog sistema gavor. God.1, broj.1. Zagreb, 1967.
- Guidetti G. Diagnosi e terapia dei disturbi dell'equilibrio. Mapparese, Roma, 1997.
- Gurrier Y, Uziel A. Fisiologia neurosensoriale in ORL. Masson, Milano, 1986.
- Halmagyl GM, Colebatch JC. Vestibular evoked myogenic potentials in the sternomastoid muscle are of canal origin. Acta ORL Scand. 1995, suppl. 520:1-3.
- Hemsy De Gainza V. La musica del bambino. Ricordi, Milano, 1987.
- Lenneberg E. Fondamenti biologici del linguaggio. Boringhieri, Torino, 1982.
- MacDonald Critchley E, Henson RA. La musica e il cervello. Piccin, Padova, 1987.
- Maffei L, Fiorentini A. Arte e cervello. Zanichelli, Bologna, 1995.
- Messina A, Rizzo C, Martines E. I test vocali nella diagnosi di sordità infantile. Clinica ORL. 1982;XLIV:89.
- Messina A, et al. Indagine socio sanitaria su un gruppo di gio-

- vani soggetti audiolesi. *Audiologia Italiana*. 1988;5:50-57.
- Nattout NHY, Terr LI, Linthicum FH. Topography of vestibulocochlear nerve fibers in the posterior cranial fossa. *Laryngoscope*. 1987;97:954-958.
- Ravenna O. *Il filo della Danza*. Gigalmesh ed. Mantova, 2014.
- Reuven Kohen-Raz, Maruan Malasha. Relations of basic arithmetic and motor skills in deaf elementary school children. The Hebrew University, Jerusalem.
- Schindler O. Confronto fra i parametri parasensoriali ed i parametri specifici della percezione uditiva. Da "Musicoterapia tra Realtà e Futuro", atti del 'V Congresso Mondiale di Musicoterapia'. Omega, 1985.
- Townsend GL, Cody DTR. The averaged inion response evoked by acoustic stimulation in the saccule. *Ann ORL*. 1971;80:121-131.
- Young ED, Fernandez C, Golberg JM. Responses of squirrel monkey vestibular neurons to audio frequency sound and head vibrations. *Acta ORL Scand*. 1997;84:352-.360.