

Verifica dell'interazione tra sistema vestibolare e sistema visivo e aggiustamenti posturali: analisi trasversale su soggetti scoliotici e non scoliotici

E.CIRCI* - E. FABRIZI** - D. MORGERA*** - V. PROSPERINI*o - P. RAIMONDI*oo

*Cultore della Materia Att. Mot. Preventive e Compensative Facoltà Scienze Motorie L'Aquila; **Cultore della Materia Anatomia Funzionale Facoltà Scienze Motorie L'Aquila; ***Tecnico Strumentale di apparecchiature scientifiche di rilevamenti biometrici, Roma; *oProf. a.c. Facoltà Scienze Motorie L'Aquila; **oProf. Associato MDEF1 Facoltà di Scienze Motorie, L'Aquila

Riassunto

Gli autori partendo dalla correlazione tra il sistema vestibolare e quello visivo, studiano le modificazioni posturali in soggetti scoliotici e non scoliotici, ipotizzando, in particolare, che si verifichino rilevanti aggiustamenti posturali in rapporto alla somministrazione di luce colorata, rossa e blu e che, tali variazioni, riguardino non solo la postura globale, ma anche l'appoggio plantare. Si è constatato che deficit visivi e disfunzioni vestibolari, presenti teoricamente nelle scoliosi idiopatiche, influenzino tali risposte dei sistemi fini.

Parole chiave: sistema vestibolare, sistema visivo, scoliosi.

Abstract

Authors starting from the correlation between the visual and vestibular system, study the postural changes in scoliotic and non scoliotic subjects, assuming, in particular, caused significant postural adjustments in relation to the administration of colored light, red and blue, and that these changes, affecting not only the global posture, but also the support foot. And that deficits in visual and vestibular dysfunction, theoretically present in idiopathic scoliosis, affect the responses of the system fine.

Key words: vestibular system, visual system; scoliosis.

INTRODUZIONE

L'integrazione del processo percettivo con quello emotivo è un'integrazione valida non solo per le percezioni vicine al polo emotivo della personalità, come l'odore, il gusto, il dolore, ma anche per quelle che hanno per oggetto le più fini discriminazioni spaziali ed acustiche.

L'integrazione è visibile anche nel fatto che un messaggio sensoriale influenza sia il sistema neurovegetativo sia i sistemi neurali posturali: questo fenomeno è stato dimostrato clinicamente soprattutto nel campo della visione. Infatti, in molti studi di vari ricercatori, si è evidenziato che i pazienti affetti da disturbi dell'equilibrio in seguito a lesioni cerebellari o anche a semplici disturbi vestibolari, sono portati ad un'inclinazione del capo e del corpo dallo stesso lato della lesione, con discesa e deviazione delle membra omolaterali. Gli stessi pazienti reagiscono alla luce rossa e azzurra in modo caratteristico: il rosso aggrava i sintomi, l'azzurro li minimizza. Il rosso favorisce l'estensione e l'abduzione, l'azzurro la flessione e l'adduzione. Inoltre, nelle ricerche, utilizzando lenti a colori opposti, quando all'occhio omolaterale alla lesione veniva applicato l'azzurro, si verificava una leggera correzione della deviazione, ma se lo stesso colore veniva applicato all'occhio controlaterale, si verificava una correzione assai maggiore. L'eff-

to più disturbante si verificava quando il colore rosso veniva applicato all'occhio omolaterale; tale effetto era meno grave se si applicava il rosso all'occhio controlaterale (Benedetti) (1). Scopo del nostro studio è quello di valutare l'interazione del sistema vestibolare con quello visivo (aspetto che in altri studi precedenti non è stato considerato), analizzando l'intera postura e monitorandone i relativi cambiamenti in relazione a parametri prestabiliti dal protocollo. Nel particolare, la nostra ipotesi, è che si verifichino rilevanti aggiustamenti posturali in rapporto a somministrazione di luce colorata, rossa e blu; che tali variazioni riguardino non solo la postura globale, ma anche l'appoggio plantare, infine, che deficit visivi e disfunzioni vestibolari (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) presenti teoricamente nelle scoliosi idiopatiche (16), influenzino tali risposte dei sistemi fini. Pertanto, gli interrogativi che ci siamo posti riguardano:

a) *L'appoggio plantare.*

Se si verifica il fenomeno, quali valori si modificano in rapporto al colore di luce somministrata (rossa e blu) rispetto ai parametri di riferimento in condizioni normali in soggetti adulti e bambini scoliotici e non scoliotici?

b) *La postura globale.*

Se si verifica il fenomeno, quali valori si modificano

in rapporto al colore di luce somministrata, rossa e blu, rispetto ai parametri di riferimento in condizioni normali in soggetti adulti e bambini scoliotici e non scoliotici?

c) I deficit visivi.

La miopia e l'astigmatismo possono (eventualmente) influenzare la postura globale e l'appoggio plantare in rapporto al colore di luce somministrata, rossa e blu? Come?

Nella ricerca effettuata i parametri di valutazione presi in considerazione sono quelli riconosciuti dalla comunità scientifica internazionale.

- per la baropodometria statica: superfici e carichi relativi ad avampiede, retropiede e totalità in rapporto alle coordinate del centro di pressione;
- per la baropodometria dinamica: il suo reale valore ottenuto dalla media delle tre prove eseguite;
- per la stabilometria (Sweat test): valori dell'ellisse, indice di Romberg e valore dell'appoggio monopedalico;
- per il BAK: superfici dei poligoni frontali e posteriori, inclinazione della linea del bacino in rapporto alla linea delle spalle e la distanza dell'appiombamento reale rispetto a quello fisiologico.

Nel protocollo sono compresi elementi predefiniti e standardizzati. La standardizzazione deve riguardare:

- le caratteristiche dell'ambiente d'esame, perché troppo importanti sono le influenze dei fattori visivi ed uditivi;
- le caratteristiche delle condizioni d'esame, cioè degli atteggiamenti fatti assumere al soggetto;
- la posizione fatta assumere inizialmente al soggetto rispetto ai rilevatori posti sulla piattaforma;
- le caratteristiche di rilevamento dei dati analogici, della loro digitalizzazione e del successivo trattamento matematico.

Materiali e Metodi

- 1) Il software utilizzato è stato quello denominato: "Studio della deambulazione e della postura" – "Physical gait software™", versione 2.66;
- 2) Tra le varie apparecchiature suggerite ed utilizzate per lo studio della postura noi abbiamo scelto la piattaforma per forze verticali. Tale pedana del tipo P.G.S.- DIA.SU, è una pedana che lavora mediante rilevatori-trasduttori e che consentono la registrazione dei movimenti del centro di pressione del soggetto (cdp), cioè del punto di applicazione della risultante delle forze in gioco, rilevato a livello della superficie di appoggio.

I segnali in uscita dalla piattaforma, una volta filtrati, campionati e convertiti, vengono trattati in tempo reale per calcolare le coordinate del cdp del soggetto. La pedana è dotata di telecamera per l'analisi della baropodometria dinamica e per il BAK;

- 3) appositi sostegni e lenti colorate (rosse e blu);

- 4) markers adesivi riflettenti;
- 5) per consentire una standardizzazione ottimale è stato prefissato come parametro anche la condizione ambientale dell'esecuzione del test. È stato utilizzato un ambiente quieto, senza stimoli visivi o acustici intercorrenti, senza linee diagonali visibili e con precise caratteristiche delle mire illuminate. Il campionamento è stato eseguito secondo il metodo "Random stratificato", in cui la popolazione è stata suddivisa in sottogruppi e selezionata in random per una porzione predefinita dagli stessi sottogruppi. Nel campionamento, secondo il metodo di randomizzazione stratificata "o campionamento stratificato", la popolazione (fig.1) è stata suddivisa:
 - in strati in base ad un fattore che è capace di influenzare il carattere in studio;
 - all'interno di ciascun strato è stato selezionato un campione attraverso un metodo randomizzato (randomizzazione semplice: processo di campionamento random in cui ogni soggetto ha la stessa possibilità calcolabile di essere scelto) (2).



Figura 1 – campionamento stratificato

La nostra è una popolazione che necessita di ri-educare posturale, suddivisa in strati per età (adulti e bambini) e per danni vestibolari (scoliosi e non).

All'interno di ogni strato è stato selezionato un campione con il metodo random semplice.

- I gruppo: denominato GAS (gruppo adulti scoliotici), gruppo di studio;
- II gruppo: denominato GBS (gruppo bambini scoliotici), gruppo di studio;
- III gruppo: denominato GANS (gruppo adulti non scoliotici), gruppo di controllo;
- IV gruppo: denominato GBNS (gruppo bambini non scoliotici), gruppo di controllo.

Ogni gruppo è costituito da 11 soggetti, con un'età compresa tra i 19 e i 52 anni, per gli adulti e tra i 7 e i 15 anni, per i bambini, per un totale di 44 soggetti.

DISCUSSIONE

Gli autori pongono in discussione due aspetti emersi durante lo svolgimento del lavoro: i test ed i risultati statistici.

Per quanto riguarda i test, numericamente e tem-

poralmente, sono risultati essere estremamente impegnativi, sia per gli adulti sia per i bambini. Infatti dopo i primi trenta minuti, su quarantacinque circa, si è notata una netta diminuzione del livello di attenzione che, oltre a rallentare l'esecuzione delle ultime prove, è stata anche causa della necessità di ripeterne alcune.

Inoltre, per queste stesse ragioni, è stata estremamente complessa e deludente la fase di reclutamento dei soggetti.

Per quanto riguarda invece i risultati, la statistica pone delle limitazioni. Infatti, vengono considerati statisticamente validi i risultati estrapolati dalla riga Pooled con valori $< 0,05$. Questo esclude dalla considerazione statistica una quantità di dati, tutti quelli $> 0,05$, dai quali sarebbe possibile ottenere informazioni interessanti.

RISULTATI

Estremamente interessante è risultata essere l'analisi dei dati:

- il gruppo più sensibile ai colori di luce somministrati è il gruppo adulti scoliotici, nel quale è evidente un aggravamento nella distribuzione dei carichi totali con le lenti rosse. Al contrario, nello stesso gruppo, tutti i soggetti che presentano un deficit visivo di miopia, astigmatismo o miopia ed astigmatismo insieme, subiscono un peggioramento dello stesso parametro durante la somministrazione di luce blu ed un miglioramento con luce rossa;
- nei parametri di inclinazione e di distanza-appiombato si nota un peggioramento dei valori con lenti rosse nell'inclinazione ed un peggioramento con lenti blu nella distanza dell'appiombato. Nei soggetti con deficit visivi, si ha un peggioramen-

- to sia con le lenti blu sia con quelle rosse e nell'inclinazione e nella distanza appiombato;
- le aree dei poligoni frontali e posteriori subiscono modifiche sostanziali con un aggravamento con le lenti rosse ed un miglioramento con le lenti blu. I valori s'invertono completamente nei deficit visivi;
- il gruppo adulti non scoliotici presenta all'analisi una situazione completamente diversa: si osserva infatti, un miglioramento di tutto il gruppo nella distribuzione dei carichi totali con le lenti rosse e la situazione rimane invariata anche nei soggetti con deficit visivi;
- nell'analisi del dorso si rileva un miglioramento generale dell'inclinazione con le lenti rosse ed un peggioramento dell'appiombato con le lenti blu, ma è da segnalare che alcuni casi presentano un miglioramento con entrambi i colori di lenti;
- i deficit visivi, in questo caso, non comportano variazioni rilevanti e quindi sono statisticamente sottovalutabili;
- anche gli indici relativi ai poligoni frontali e posteriori, non subiscono variazioni tali da essere evidenziati, così come i deficit visivi sembra non abbiano importanza rilevante.

È curioso osservare come nel gruppo dei bambini scoliotici, nel parametro di distribuzione dei carichi totali, le lenti rosse inducano miglioramenti anche nei deficit visivi. I parametri di inclinazione migliorano con le lenti rosse, ma si osserva un peggioramento con le lenti blu; la situazione sembra migliorare con entrambi i colori nei deficit visivi; i poligoni frontali e posteriori, presentano nelle aree un minimo miglioramento con valori non rilevabili. Simile situazione, la troviamo nel gruppo bambini non scoliotici dove i valori subiscono delle variazioni statisticamente non rilevabili (vedi tab.1).

Tabella 1.

Denominazione gruppi	Gruppi	Lente rossa	Lente blu
I GAS (gruppo adulti scoliotici)	STUDIO	- aggravamento distribuzione dei carichi totali; - miglioramento dei deficit visivi; - aggravamento dei parametri di inclinazione; - aggravamento delle aree dei poligoni frontali e posteriori (i valori si invertono completamente nei deficit visivi);	- aumento dei deficit visivi; - peggioramento di distanza appiombato; - miglioramento nelle aree dei poligoni frontali e posteriori (i valori si invertono completamente nei deficit visivi).
II GBS (gruppo bambini scoliotici)	STUDIO	- miglioramento dei parametri di distribuzione dei carichi totali (anche con deficit visivi); - miglioramento dei parametri di inclinazione (migliora con i deficit visivi);	- peggioramento dei parametri di inclinazione (migliora con i deficit visivi).
III GANS (gruppo adulti non scoliotici)	CONTROLLO	- miglioramento nella distribuzione dei carichi totali (anche con deficit visivi); - miglioramento dei valori di inclinazione (con deficit visivi le variazioni sono statisticamente sottovalutabili);	- peggioramento nella distanza dell'appiombato (con deficit visivi le variazioni sono statisticamente sottovalutabili).
IV GBNS (gruppo bambini non scoliotici)	CONTROLLO	- tutti i parametri considerati subiscono delle variazioni statisticamente non rilevabili;	- tutti i parametri considerati subiscono delle variazioni statisticamente non rilevabili.

CONCLUSIONI

In questa prima analisi è risultato che nei bambini la somministrazione di luce colorata non sia causa di aggiustamenti posturali marcati se non in taluni casi. Appare, quindi, che nei bambini siano presenti altre risorse che intervengono a sostegno dell'interazione tra sistema vestibolare e sistema visivo.

Al contrario, gli adulti risultano essere più soggetti a tali cambiamenti e non sempre sono in possesso

di modelli posturali dai quali attingere soluzioni meno drastiche.

Proprio in questo contesto i valori di massima interazione del sistema vestibolare e sistema visivo risultano essere più manifesti.

Interessante sarebbe proseguire lo studio in senso longitudinale per verificare se nel tempo la somministrazione di luce colorata abbia effetti correttivi. Ci proponiamo quindi, un'ulteriore ricerca con un maggior numero di soggetti.

Bibliografia

1. Benedetti G. Neuropsicologia Ed. Feltrinelli 1976.
2. Dr. VISCO G., Cenni alla statistica delle misure e campionamento, Roma, 2003.
3. YEKUTIEL M., ROBIN G.C. and YAROM R., Proprioceptive function in children with adolescent scoliosis. *Spine*, 6: 560-566, 1981.
4. YAMADA K., YAMAMOTO H., NAKAGAWA Y., TEZUKA A., TAMURA T., and KAWATA S., Etiology of idiopathic scoliosis. *Clin. Orthop.*, 184: 50-57, 1984.
5. O'BEIRNE J., GOLDBERG C., DOWLING F.E. and FOGARTY E.E., Equilibrial dysfunction in scoliosis – cause of effect? *J. Spinal Disord.*, 2: 184-189, 1989.
6. SAHLSTRAND T. and PETRUSON B., A study of labyrinthine function in patients with adolescent idiopathic scoliosis. I. An electro-nystagmographic study. *Acta Orthop. Scandinavica*, 50:759-769, 1979.
7. INCOTT J.R. and TAFFS L.F., Experimental scoliosis in primates. A neurological cause. *J. Bone and Joint Surg.*, 64-B (4): 503-507, 1982.
8. MAGURIE J., MADIGAN R., WALLACE S., LEPPANEN R. and DRAPER V., Intraoperative long-latency reflex activity in idiopathic scoliosis demonstrates abnormal central processing. A possible cause for idiopathic scoliosis. *Spine*, 18:1621-1626, 1993.
9. MACHIDA M., DUBOUSSET J., IMAMURA Y., IWAYA T., YAMADA T. and KIMURA J. Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomised chickens. *J. Bone and Joint Surg.*, 77-B (1): 134-138, 1995.
10. MACHIDA M., DUBOUSSET J., IMAMURA Y., IWAYA T., YAMADA T., KIMURA J., and TORIYAMA S., Pathogenesis of idiopathic scoliosis: SEPs in chicken with experimentally induced scoliosis and in patients with idiopathic scoliosis. *J. Pediat. Orthop.*, 14:329-335, 1994.
11. KEESSEN W., CROWE A. and HEARN M., Proprioceptive accuracy in idiopathic scoliosis. *Spine*, 17: 149-155, 1992.
12. HERMAN R., MIXON J., FISHER A., MAULUCCI R. and STUYCK J., Idiopathic scoliosis and the central nervous system: a motor control problem. *Spine*, 10: 1-14, 1985.
13. RAIMONDI P., MASSARA G., COSTANZO G., SARACENI M., Mutamenti dell'inclinazione del busto tramite stimoli-oggetto nei fanciulli scoliotici e non scoliotici. *La Ginnastica Medica, Medicina Fisica e Riabilitazione* 1990; 3-4-5-6: 27-30.
14. MASSARA G., RAIMONDI P., Discriminazione percettiva della zona scoliotica: valutazione e tecniche di risveglio propriocettiva. *Groupe Européen Kinésithérapique Travail scoliose* 1991: 15-1/15-4 (Atti Congr.).
15. RAIMONDI P., COSTANZO G., Alterazioni dei sistemi percettivi in pazienti affetti da scoliosi idiopatica. *Società Italiana di Ginnastica Medica Medicina Fisica e Riabilitazione* 1996; 3-4: 49-53.
16. RAIMONDI P., COSTANZO G., SANTORINI A., BIZZARRI F., A Pathogenetic Hypothesis on the role of perception and posture in the development of scoliosis. *Résonances Européennes du Rachis* 1998; 20: 883-889.
17. RAIMONDI P., O. VINCENZINI, Teoria Metodologia e Didattica del movimento Compensativo rieducativi e preventivo, Margiacchi s.r.l. – Galeno Editrice 2003.