

# Effetto di un Sistema a Biofeedback Audio sulle componenti Feedback e Feedforward del controllo posturale

Dozza M.<sup>1,2</sup>, Cappello A.<sup>1</sup>, Horak F.B.<sup>2</sup>, Chiari L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Electronics Computer Science and Systems, University of Bologna (Italy)

<sup>2</sup> Neurological Sciences Institute, Oregon Health & Science University, Portland (OR)

**Introduzione** – L'equilibrio umano si basa su meccanismi di controllo di tipo feed-forward (FF) (open loop) e feed-back (FB) (closed loop). Il controllo FF è affidato alla capacità del cervello di anticipare i movimenti corporei. Il controllo FB dipende, invece, dalla risposta del cervello all'informazione sensoriale. Il modo in cui il cervello combina i controlli di tipo FB e FF per il mantenimento dell'equilibrio è tuttora sconosciuto. La quantità di controllo FB e FF esercitata dal cervello per mantenere l'equilibrio dipende, tra le altre cose, dalla quantità di informazione sensoriale disponibile. La possibilità di rendere disponibile un'informazione posturale aggiuntiva tramite sistemi a biofeedback è stata studiata da diversi autori; fino ad ora, però, non è stato ancora completamente compreso l'effetto del biofeedback sui meccanismi FB e FF del controllo posturale. Il presente lavoro si propone di verificare l'ipotesi che la disponibilità di informazione aggiuntiva, relativa alla cinematica del tronco, per mezzo di audio biofeedback (ABF) comporti un incremento del controllo posturale sia di tipo FF che FB, da parte del cervello.

**Metodi** – Nove soggetti sani hanno partecipato all'esperimento indossando un sistema ABF (Chiari et al., 2004) e mantenendo una postura eretta quieta con occhi chiusi. Il sistema ABF da noi realizzato codifica l'accelerazione del tronco del soggetto in un suono stereo che il soggetto stesso può ascoltare per mezzo di cuffie. La postura dei soggetti durante l'esperimento è stato studiato con una pedana di forza. Ciascun soggetto è stato sottoposto a un protocollo sperimentale composto da due condizioni (superficie di contatto col suolo solida o compliante) comprendente ciascuno due modalità (disponibilità o meno di ABF). Per ogni condizione e per ciascuna modalità sono state registrate 3 prove per un totale di 12 prove per ogni soggetto. Durante ogni prova è stato richiesto ai soggetti di usare l'informazione ABF, quando disponibile, per stabilizzare il loro equilibrio. L'analisi dei dati di pedana è stata incentrata su 2 parametri relativi al movimento del centro di pressione (COP) (Prieto et al., 1996): (1) la distanza quadratica media degli spostamenti del COP (RMS) e (2) la frequenza che comprende il 95% della potenza dello spettro del COP (F95%). Per determinare l'ammontare del controllo FB e FF si è anche utilizzata l'analisi stabilografica diffusionale come proposta da Collins et al. (1993) determinando i parametri K and  $\Delta Tc$  (Chiari et al., 2000). L'analisi statistica dei dati è stata condotta usando il test ANOVA.

**Risultati e Discussione** – L'uso dell'ABF riduce l'entità delle oscillazioni posturali, infatti il parametro RMS risulta essere significativamente ridotto ( $p < 0.01$ ) nelle prove con ABF. La riduzione dell'oscillazione posturale comporta una maggior distanza dai limiti di stabilità: questo dato suggerisce un miglioramento dell'equilibrio del soggetto. I parametri K and  $\Delta Tc$  risultano significativamente ridotti nelle prove con ABF ( $p < 0.01$ ). Questo risultato suggerisce un aumento di controllo di tipo FB. Inoltre, il significativo incremento del parametro F95% ( $p < 0.01$ ) nelle condizioni con ABF, può essere interpretato come un aumento delle correzioni posturali. Questo risultato concorda con l'ipotesi secondo cui l'utilizzo dell'ABF aumenta il controllo posturale FB e FF. Poiché il controllo FF è positivamente influenzato dall'esercizio, l'uso sistematico del sistema ABF potrebbe portare a un ulteriore miglioramento dell'equilibrio dovuto al potenziamento del controllo FF.

## References

- L. Chiari, M. Dozza, A. Cappello, F.B. Horak, V. Macellari, D. Giansanti, "An accelerometry-based system for balance improvement using audio-biofeedback", IEEE Trans Biomed Eng. 2004 (inviato).  
T.E. Prieto, J.B. Myklebust, R.G. Hoffmann, E.G. Lovett, B.M. Myklebust. "Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults", IEEE Trans Biomed Eng. 1996 Sep;43(9): 956-66.  
J.J. Collins, C. J. De Luca, "Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories", Exp Brain Res. 1993; 95(2): 308-18.  
L. Chiari, A. Bertani, A. Cappello, "Classification of visual strategies in human postural control by stochastic parameters", Hum. Mov. Sci., 2000; 19(6): 817-842.

