ACTA OTORHINO LARYNGOLOGICA ITALICA

Vol. IX n. 6

G. Paludetti, F. Ottaviani, M. Rosignoli, R. M. Santarelli, P. Montesi, M. Cerullo

INFLUENZA DELLA STIMOLAZIONE STATICA DEI RECETTORI CERVICALI ED OTOLITICI SUI PARAMETRI POSTUROGRAFICI

Organo Ufficiale della Società Italiana di Otorinolaringologia e Chirurgia Cervico-Facciale

PACINI EDITORE - PISA 1989

Acta Otorhinol. ital., 9, 575-585, 1989

INFLUENZA DELLA STIMOLAZIONE STATICA DEI RECETTORI CERVICALI ED OTOLITICI SUI PARAMETRI POSTUROGRAFICI

Influence of Static Stimulation of Cervical and Otolithic Receptors on Posturographic Parameters

G. Paludetti, F. Ottaviani, M. Rosignoli, R.M. Santarelli*, P. Montesi, M. Cerullo

ABSTRACT — In the present work 30 normal adult subjects (20 males, 10 females; age range 25-40 years) having no signs or symptoms of vestibular involvement were studied in order to verify whether posturographic parameters could be influenced by the static stimulation of cervical and otolithic receptors. The posturographic evaluation was carried out using a stabilometric platform (Bertec) with the subject standing and the head in one of the following positions: median position, turned left (45°), turned right (45°), tilted left (40°), tilted right (40°), with eyes both opened and closed.

The data obtained indicate that wide standard deviations exist in the observed parameters and no significant changes were observed with the head turned either to the right or left nor with the head tilted in either direction. Moreover, the posturographic data obtained with eyes open were slightly reduced in comparison to those obtained with the eyes closed. One can, thus, conclude that neither cervical nor otolithic inputs influence posturographic parameters under static conditions, while visual inputs modify significantly posturographic data, except the coordinates of the foot center of pressure.

Key words: *Posturography, Otoliths, Cervical receptors.*

INTRODUZIONE

L'equilibrio è garantito dall'interazione di stimoli provenienti da diversi sistemi sensoriali specializzati: il sistema vestibolare, che mediante i canali semicircolari, l'utricolo ed il sacculo informa sui movimenti di accelerazione sia rotatoria che lineare della testa; il sistema visivo, che mediante il sistema retinico dà informazioni sui movimenti apparenti dell'ambiente, e il sistema propriocettivo cervicale, che mediante i recettori neuromuscolari e tendinei del collo è in grado di rilevare i movimenti e la posizione della testa rispetto al corpo. Infine il sistema propriocettivo assicura il mantenimento del tono muscolare e la risposta alle perturbazioni passive.

Le afferenze dei diversi recettori raggiungono, più o meno direttamente, i nuclei vestibolari e la formazione reticolare, i quali, oltre ad essere strettamente

Ricevuto il 29.9.1989 / Accettato l'8.12.1989.

Istituto di Clinica Otorinolaringoiatrica e Istituto di Fisiologia* dell'Università Cattolica del S. Cuore di Roma.

Richiesta estratti a: prof. Gaetano Paludetti - Clinica Otorinolaringoiatrica - Università Cattolica S. Cuore - Largo Agostino Gemelli, 8 - 00168 Roma.

interconnessi tra loro, risentono del controllo cerebellare, in particolare della zona flocculare. Da questa originano i sistemi vestibolo e reticolo spinale i quali raggiungono i motoneuroni spinali che controllano l'attivazione dei muscoli degli arti e del tronco. L'integrazione di tali riflessi permette il mantenimento della postura.

L'analisi del riflesso vestibolo-spinale è stata per lungo tempo delegata alla semplice osservazione di segni di asimmetria posturale statici e dinamici (Romberg test, Babinsky test, Hunderberg test, ecc.). Da alcuni anni l'introduzione nella pratica clinica di pedane stabilometriche in grado di rilevare le più piccole variazioni della postura ha permesso da una parte di constatare minime turbe dell'equilibrio e dall'altra di evidenziare modificazioni della postura in particolari condizioni fisiologiche.

Nel presente lavoro ci siamo proposti di valutare se e in che modo i parametri posturografici possano venire influenzati dalla stimolazione statica dei recettori cervicali ed otolitici.

MATERIALE E METODO

Sono stati studiati 30 soggetti adulti (20 uomini e 10 donne) di età compresa tra i 25 e i 40 anni con anamnesi ed obiettività negativa per patologie cocleo-vestibolari, senza sintomi e segni vestibolari spontanei ed evocati e con stimolazione termica secondo Fitzgerald-Hallpike e rotoacceleratoria nella norma.

È stata utilizzata una piattaforma stabilometrica (Bertec - Italia) delle dimensioni di 50 × 50 × 10 cm basata su 4 celle di carico ad estensimetri, posizionate sui 4 spigoli in grado di rilevare le 3 componenti (la forza verticale e i 2 momenti meccanici rispetto agli assi di simmetria) generate dal carico costituito dal soggetto in posizione eretta. I dati sono stati amplificati da un'unità incorporata alla piattaforma, campionati a 20 Hz e, previa conversione analogico-digitale, registrati su un disco e sottoposti ad elaborazione matematica mediante computer Olivetti M 24.

I soggetti sono stati fatti salire a piedi nudi sulla pedana con i talloni uniti e le punte divaricate di 30 gradi in modo che il centro di pressione (C.P.) risultasse al centro delle coordinate. Dopo aver invitato il paziente a fissare una mira luminosa posta a circa 90 cm dalla pedana, le registrazioni sono state effettuate in diverse posizioni del capo:

— capo dritto
— capo ruotato di 45 gradi a destra
— capo ruotato di 45 gradi a sinistra
— capo inclinato di 40 gradi a destra
— capo inclinato di 40 gradi a sinistra.

Tutte le posizioni suddette sono state studiate ad occhi aperti e ad occhi chiusi. I dati sono stati acquisiti per 60 secondi. Il valore medio del C.P. durante l'esecuzione del test è stato denominato Centro Medio di Pressione (C.M.P.).

I parametri elaborati sono stati i seguenti:

1) «X media»: posizione media del C.P. sull'asse frontale (mm);
2) «Y media»: posizione media del C.P. sull'asse sagittale (mm);
3) «R media»: distanza media del C.P. rispetto al C.M.P. (mm);
4) «Sway Path»: velocità media di spostamento del C.P. (mm/s);
5) «Sway Area»: area media ricoperta dal C.P. rispetto al C.M.P. nell'unità di tempo (mm^2/s);

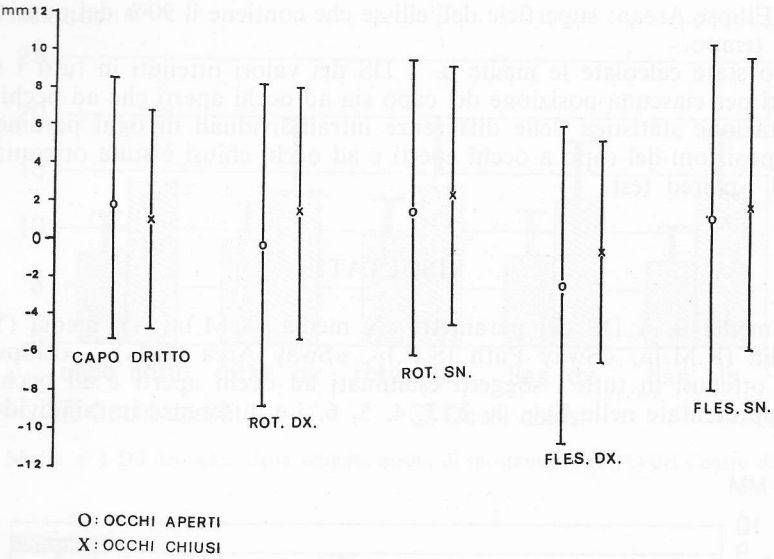

Fig. 1 — Media ± 1 DS dei valori del Centro di Pressione (C.P.) sull'asse frontale (X.M.). Il parametro mostra un'ampia variabilità intraindividuale.

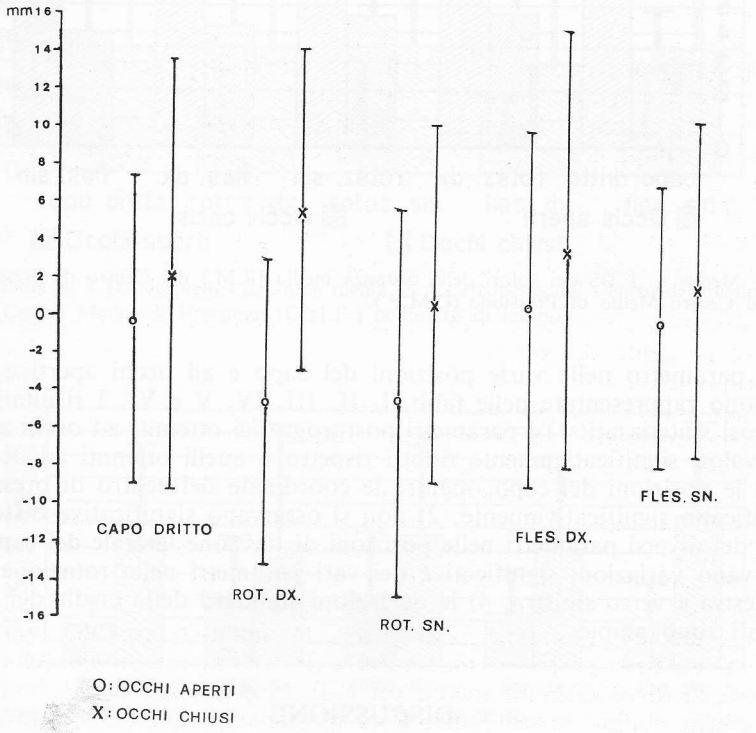

Fig. 2 — Media ± 1 DS dei valori del Centro di Pressione (C.P.) sull'asse sagittale (Y.M.). Il parametro mostra un'ampia variabilità intraindividuale.

6) «Ellipse Area»: superficie dell'ellisse che contiene il 90% dei punti selezionati nel tempo.

Sono state calcolate le medie ± 1 DS dei valori ottenuti in tutti i soggetti esaminati per ciascuna posizione del capo sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi. La valutazione statistica delle differenze intraindividuali di ogni parametro tra le varie posizioni del capo a occhi aperti e ad occhi chiusi è stata ottenuta utilizzando il t-paired test.

RISULTATI

Le medie ± 1 DS dei parametri «X media (X.M.)», «Y media (Y.M.)», «R media (R.M.)», «Sway Path (S.P.)», «Sway Area (S.A.)», «Ellipse Area (E.A.)» ottenuti in tutti i soggetti esaminati ad occhi aperti e ad occhi chiusi sono rappresentate nelle figg. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Le differenze intraindividuali per

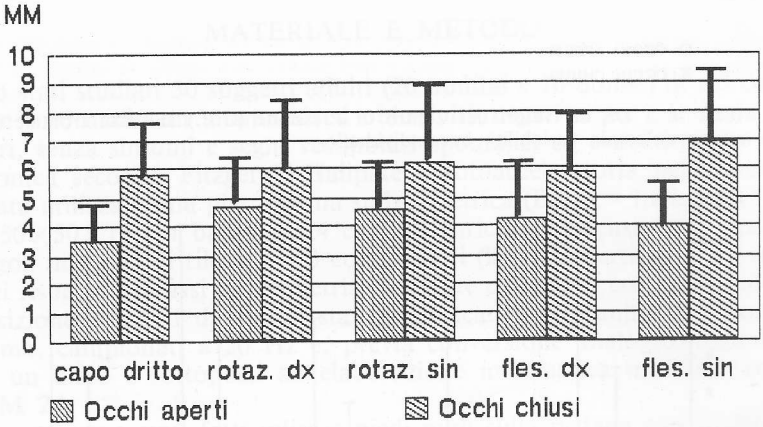

Fig. 3 — Media ± 1 DS dei valori della distanza media (R.M.) del Centro di Pressione (C.P.) rispetto al Centro Medio di Pressione (C.M.P.).

ciascun parametro nelle varie posizioni del capo e ad occhi aperti e ad occhi chiusi sono rappresentate nelle tabb. I, II, III, IV, V e VI. I risultati possono essere così sintetizzati: 1) i parametri posturografici ottenuti ad occhi aperti mostrano valori significativamente ridotti rispetto a quelli ottenuti ad occhi chiusi in tutte le posizioni del capo, mentre le coordinate del centro di pressione non si modificano significativamente, 2) non si osservano significative differenze tra i valori dei diversi parametri nelle posizioni di flessione laterale del capo, 3) non si osservano variazioni significative dei vari parametri nella rotazione del capo verso destra e verso sinistra, 4) le deviazioni standard delle medie dei parametri esaminati sono ampie.

DISCUSSIONE

La posturografia è ormai considerata un'indagine idonea a valutare alcune

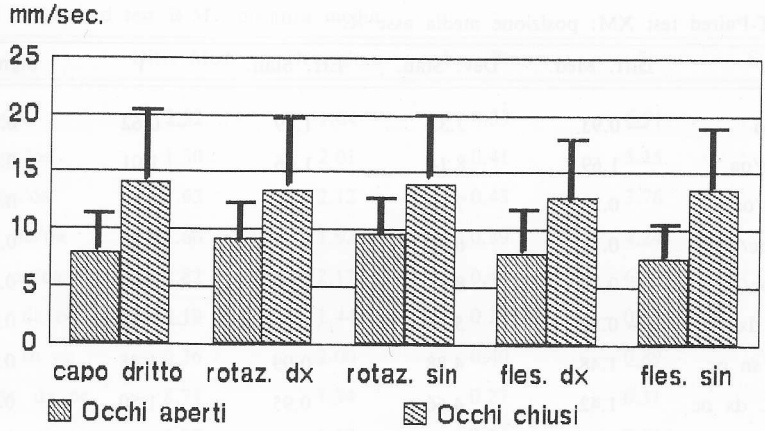

Fig. 4 — Media ± 1 DS dei valori della velocità media di spostamento (S.P.) del Centro di Pressione (C.P.).

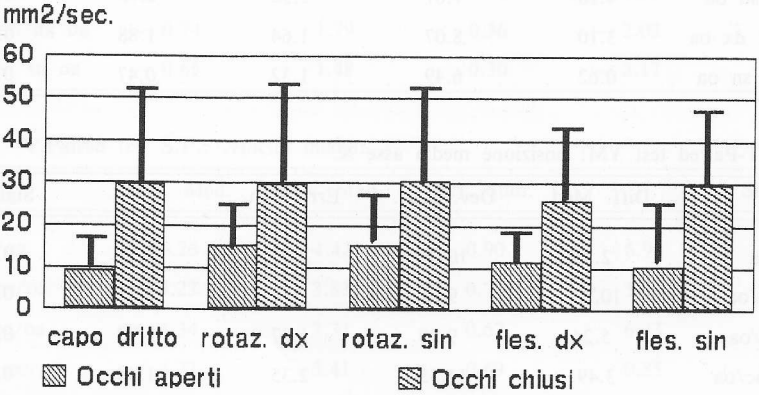

Fig. 5 — Media ± 1 DS dei valori dell'area media (S.A.) ricoperta dal Centro di Pressione (C.P.) rispetto al Centro Medio di Pressione (C.M.P.) nell'unità di tempo.

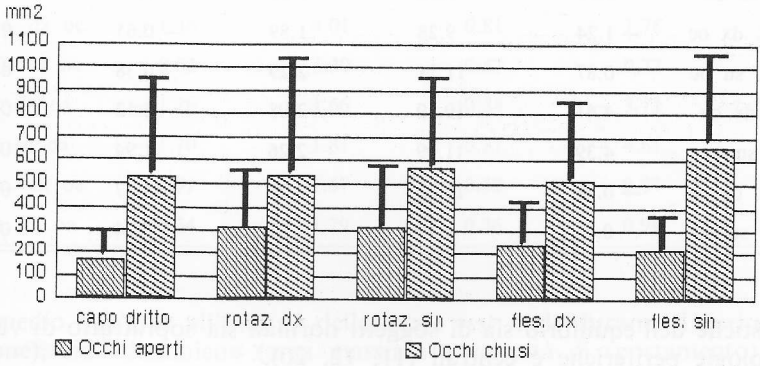

Fig. 6 — Media ± 1 DS dei valori della superficie dell'ellisse contenente il 90% dei punti selezionati (E.A.).

Tab. I - T-Paired test XM: posizione media asse X.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	Err. Stan.	T	Sign. Lev.
C.D. oc/oa	— 0.93	7.33	1.49	— 0.62	0.5371
rot. dx oc/oa	1.69	8.14	1.66	1.01	0.3196
rot. sn oc/oa	0.58	7.40	1.51	0.38	0.7013
fless. dx oc/oa	0.73	6.25	1.27	0.57	0.5711
fless. sn oc/oa	0.72	8.77	1.79	0.40	0.6876
C.D./rot. dx oc	— 0.52	5.96	1.21	— 0.43	0.6702
C.D./rot. sn oc	— 1.48	4.88	0.99	— 1.48	0.1507
C.D./fless. dx oc	1.42	4.66	0.95	1.50	0.1466
C.D./fless. sn oc	— 1.03	8.15	1.66	— 0.62	0.5392
C.D./rot. dx oa	2.10	8.38	1.71	1.22	0.2316
C.D./rot. sn oa	4.16	7.67	1.56	2.65	0.9790
C.D./fless. dx oa	3.10	8.07	1.64	1.88	0.0727
C.D./fess. sn oa	0.62	6.49	1.32	0.47	0.6397

Tab. II - T-Paired test YM: posizione media asse X.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	Err. Stan.	T	Sign. Lev.
C.D. oc/oa	2.36	10.05	2.05	1.15	0.2608
rot. dx oc/oa	10.22	9.01	1.84	5.55	0.0000
rot. sn oc/oa	5.24	9.20	1.87	2.79	0.0104
fless. dx oc/oa	3.49	11.53	2.35	1.48	0.1517
fless. sn oc/oa	1.94	7.17	1.46	1.32	0.1977
C.D./rot. dx oc	— 3.45	8.37	1.71	— 2.01	0.0555
C.D./rot. sn oc	1.51	9.84	2.01	0.75	0.4583
C.D./fless. dx oc	— 1.24	9.28	1.89	— 0.65	0.5175
C.D./fless. sn oc	0.87	11.21	2.29	0.38	0.7046
C.D./rot. dx oa	4.41	10.19	2.08	2.12	0.0449
C.D./rot. sn oa	4.39	11.09	2.26	1.94	0.0645
C.D./fless. dx oa	— 0.12	10.80	2.20	— 5.47	0.9568
C.D./fess. sn oa	0.45	9.19	1.87	0.24	0.8109

caratteristiche dell'equilibrio sia di soggetti normali sia soprattutto di vertiginosi con patologie periferiche e centrali (11, 12, 20).

Nel presente studio sono stati presi in considerazione parametri caratterizzanti il centro di gravità del corpo da un punto di vista sia «statico» (posizione,

Tab. III - T-Paired test R.M.: distanza media.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	Err. Stan.	T	Sign. Lev.
C.D. oc/oa	2.32	1.64	0.33	6.91	0.0000
rot. dx oc/oa	1.30	2.01	0.41	3.15	0.0045
rot. sn oc/oa	1.63	2.12	0.43	3.76	0.0010
fless. dx oc/oa	1.66	1.92	0.39	4.24	0.0003
fless. sn oc/oa	2.82	2.17	0.44	6.26	0.0000
C.D./rot. dx oc	— 0.19	1.44	0.29	— 0.65	0.5219
C.D./rot. sn oc	— 0.36	2.00	0.40	— 0.89	0.3786
C.D./fless. dx oc	— 8.74	1.34	0.27	— 0.31	0.7535
C.D./fless. sn oc	— 1.00	1.69	0.34	— 2.90	0.0079
C.D./rot. dx oa	— 1.21	1.59	0.32	— 3.71	0.0011
C.D./rot. sn oa	— 1.05	1.27	0.26	— 4.03	0.0005
C.D./fless. dx oa	— 0.74	1.79	0.36	— 2.02	0.0545
C.D./fess. sn oa	— 0.65	1.48	0.30	— 2.17	0.0400

Tab. IV - T-Paired test S.P.: velocità media.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	Err. Stan.	T	Sign. Lev.
C.D. oc/oa	6.26	4.42	0.90	6.93	0.0000
rot. dx oc/oa	4.23	3.83	0.78	5.40	0.0000
rot. sn oc/oa	4.34	3.31	0.67	6.43	0.0000
fless. dx oc/oa	4.77	3.41	0.69	0.85	0.0000
fless. sn oc/oa	5.97	2.89	0.58	10.13	0.0000
C.D./rot. dx oc	0.76	1.96	0.40	1.89	0.0703
C.D./rot. sn oc	0.21	3.22	0.65	0.32	0.7497
C.D./fless. dx oc	1.46	4.01	0.81	1.78	0.0867
C.D./fless. sn oc	0.63	4.30	0.87	0.72	0.4784
C.D./rot. dx oa	— 1.26	1.66	0.34	— 3.72	0.0011
C.D./rot. sn oa	— 1.70	1.81	0.37	— 4.61	0.0001
C.D./fless. dx oa	— 2.91	1.57	0.32	— 9.07	0.9285
C.D./fess. sn oa	0.34	1.79	0.36	0.94	0.3556

raggio medio dell'area all'interno della quale esso cade durante il periodo di osservazione), sia «dinamico» (area massima e velocità di spostamento). In altri termini si è cercato non solo di vedere «quanto» la posizione del centro di gravità venga mantenuta nelle varie condizioni sperimentali, ma anche «come» ciò av-

Tab. V - T-Paired test S.A.: area media.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	Err. Stan.	T	Sign. Lev.
C.D. oc/oa	20.38	17.35	3.54	5.75	0.0000
rot. dx oc/oa	14.70	18.32	3.74	3.93	0.0007
rot. sn oc/oa	14.91	14.97	2.95	5.04	0.0000
fless. dx oc/oa	14.58	13.68	2.79	5.22	0.0000
fless. sn oc/oa	19.56	15.05	3.07	6.36	0.0000
C.D./rot. dx oc	0.09	9.63	1.96	4.87	0.9616
C.D./rot. sn oc	— 0.48	12.68	2.58	— 0.18	0.8523
C.D./fless. dx oc	3.72	13.61	2.67	1.33	0.1936
C.D./fless. sn oc	0.11	14.78	3.01	3.72	0.9706
C.D./rot. dx oa	— 5.58	5.80	1.18	— 4.71	0.0001
C.D./rot. sn oa	— 5.95	5.95	1.21	— 4.90	0.0001
C.D./fless. dx oa	— 2,08	4.60	0.94	— 2.21	0.0369
C.D./fess. sn oa	—46.13	114.94	23.46	— 1.96	0.0614

Tab. VI - T-Paired test E.A.: superficie dell'ellisse.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	Err. Stan.	T	Sign. Lev.
C.D. oc/oa	354.00	339.18	69.23	5.11	0.0000
rot. dx oc/oa	221.96	367.58	75.03	3.95	0.0000
rot. sn oc/oa	256.01	256.83	52.42	4.88	0.0001
fless. dx oc/oa	267.97	289.48	59.09	4.70	0.0001
fless. sn oc/oa	445.59	416.51	85.01	5.24	0.0000
C.D./rot. dx oc	— 14.40	195.50	39.90	— 0.36	0.7214
C.D./rot. sn oc	— 44.67	240.86	49.16	— 0.90	0.3730
C.D./fless. dx oc	7.02	261.43	53.36	0.13	0.8964
C.D./fless. sn oc	—137.72	246.84	50.38	— 2.73	0.0118
C.D./rot. dx oa	—146.45	178.68	36.47	— 4.01	0.0005
C.D./rot. sn oa	—142.66	200.55	40.93	— 3.48	0.0020
C.D./fless. dx oa	— 69.01	161.14	32.89	— 2.09	0.0471
C.D./fess. sn oa	— 46.13	114.94	23.46	— 1.96	0.0614

venga, nel senso che spostamenti del centro di gravità di diversa ampiezza effettuati a diverse velocità nel corso dei movimenti spontanei possono in realtà oscillare intorno alla stessa posizione media.

La presenza di un input visivo modifica i parametri posturografici nel senso

che la sua assenza, pur non producendo nei soggetti esaminati variazioni statisticamente significative della posizione del centro di pressione, modifica significativamente altri parametri (velocità di spostamento, area massima dello stesso, ecc.). Tali risultati indicano chiaramente l'importanza dell'input visivo nella stabilizzazione posturale, nel senso di una riduzione dell'ampiezza e della velocità delle oscillazioni spontanee intorno alla stessa posizione del centro di gravità. È quindi corretto andare a ricercare nel soggetto affetto da deficit vestibolare esaminato ad occhi chiusi non tanto la variazione di questi parametri, che certamente differiranno rispetto alla prova ad occhi aperti, quanto piuttosto variazioni della posizione del centro di pressione. D'altra parte questi risultati sono ben in accordo con le osservazioni effettuate fin qui a mezzo della posturografia dinamica, che indicherebbero come nel soggetto normale l'input visivo non modifichi la latenza di attivazione dei vari muscoli né la stessa sequenza di attivazione, quanto piuttosto l'ampiezza della risposta elettromiografica e soprattutto la sua morfologia, risultandone uno smorzamento (damping) delle oscillazioni indotte molto più efficace rispetto alla condizione in cui l'input visivo è assente (1, 13, 15).

Durante i tests eseguiti con la testa staticamente ruotata sul piano orizzontale, in accordo con i dati osservati in letteratura (4), i vari parametri posturografici non hanno mostrato modificazioni significative rispetto alle prove eseguite in posizione primaria. La presenza di un'informazione cervicale statica sul piano orizzontale è sicuramente documentata nell'animale da esperimento (3, 19). Al contrario, nelle stesse condizioni non si producono variazioni di attivazione dei recettori otolitici (2). Questi ultimi vengono staticamente attivati nelle prove eseguite in posizione di flessione laterale della testa (8). In tali condizioni studi elettromiografici eseguiti sui muscoli degli arti in gatti decerebrati hanno documentato anche un certo grado di attivazione dei recettori cervicali; tuttavia, esso è di minore entità e di segno opposto rispetto all'attivazione dei recettori otolitici e si somma linearmente ad esso (21). Pertanto la flessione laterale della testa dovrebbe comportare una prevalente influenza otolitica sui parametri posturali. Nell'uomo è stata osservata una stretta correlazione tra spostamento del corpo e «tilt» del capo nella stessa direzione, mentre tale correlazione era pressoché assente quando le direzioni erano opposte (14).

Non sono state eseguite prove di flesso-estensione della testa dal momento che negli animali da esperimento non sono stati osservati, o sono molto modesti e non costanti, riflessi tonici sugli arti di origine otolitica o cervicale nel corso di flesso-estensione della testa (21). Nell'uomo tale possibilità non può essere esclusa, tuttavia mancano al momento sicure dimostrazioni in tal senso sebbene alcuni autori attribuiscano alla retroflessione del capo una attivazione dei riflessi vestibolo-spinali di origine otolitica (17).

I nostri risultati si differenziano leggermente come valori assoluti da quelli ottenuti dall'Associazione Francese di Posturografia (16) sia per i criteri esposti da Guidetti[11], sia perché gli esami sono stati eseguiti su una piattaforma probabilmente più sensibile di quelle attualmente in commercio. Abbiamo osservato che la flessione laterale della testa non produce modificazioni significative dei parametri posturografici. Ciò è in accordo con quanto osservato da Okuzono et al.[18] e da Dichgans e Diener[5] i quali non osservarono alcuna modificazione delle caratteristiche elettromiografiche con il capo in queste posizioni. L'unica situazione in grado di modificare significativamente i parametri posturografici è la chiusura degli occhi, come d'altronde osservato da altri autori (4, 6, 7, 9, 10).

Pertanto sia l'introduzione di un input tonico cervicale sia quella di un input otolitico non influenzano, almeno in condizioni statiche, il mantenimento della

postura. Il problema che ci si pone a questo punto sarà dunque quello di valutare l'influenza di tali inputs in soggetti affetti da danno vestibolare più o meno compensato. In tali condizioni l'introduzione di un segnale statico unidirezionale otolitico o cervicale potrebbe rendere evidente un deficit funzionale nel mantenimento dell'equilibrio posturale.

SINTESI

Gli autori hanno studiato 30 soggetti adulti normali (20 maschi e 10 femmine), di età compresa fra 25 e 40 anni e senza segni o sintomi di interessamento vestibolare, allo scopo di verificare se i parametri posturografici potessero essere influenzati dalla stimolazione statica dei recettori cervicali ed otolitici. La valutazione posturografica è stata effettuata utilizzando una piattaforma stabilometrica (Bertec), con il soggetto in piedi ed a testa eretta, ruotata verso destra o sinistra di 45° e flessa verso destra o sinistra di 40°, sia ad occhi aperti che chiusi. I dati ottenuti dimostrano che le deviazioni standard dei parametri osservati sono ampie e non si osservano alterazioni significative dei parametri osservati in rapporto alla posizione del capo. D'altra parte, i valori assoluti ottenuti ad occhi aperti erano lievemente maggiori di quelli ottenuti ad occhi chiusi. È quindi possibile concludere che i dati posturografici non sono influenzati dagli inputs cervicali od otolitici in condizioni statiche, mentre l'input visivo modifica significativamente i dati posturografici, eccetto le coordinate del centro di pressione.

Parole chiave: *Posturografia, Otoliti, Recettori cervicali.*

BIBLIOGRAFIA

1. Allum J.H.J.; Keshner E.A.; Honegger F.; Pfaltz C.R.: Indicators of the influence a peripheral vestibular deficit has on vestibulo-spinal reflex responses controlling postural stability. Acta Otolaryngol., 106, 252-263, 1988.
2. Barmack N.H.: A comparison of the horizontal and vertical vestibulo-ocular reflexes of the rabbit. J. Physiol., 314, 547-564, 1981.
3. Barmack N.H.; Errico P.; Ferraresi A.; Pettorossi V.E.: Interactions of cervico-ocular and vestibulo-ocular fast-phase signals in the control of eye position in rabbits. J. Physiol., 410, 213-225, 1989.
4. Branchereau B.; Toupet M.; Ohresser M.: La posturographie doit être incluse dans l'examen du vertigineux. Ann. Oto-Laryng. (Paris), 104, 117-125, 1987.
5. Dichgans J.; Diener H.C.: Flexibility of postural «reflex» in upright standing. Proc. Symp. Space Med., Nagoya, 1984.
6. Diener H.C.; Dichgans J.; Bacher M.; Gompf B.: Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. Electroencephalog. Clin. Neurophysiol., 57, 134-142, 1984.
7. Diener H.C.; Horak F.B.; Nasher L.M.: Influence of stimulus parameters on human postural responses. J. Neurophysiol., 59, 1888-1905, 1988.
8. Fernandez C.; Goldberg J.M.: Physiology of peripheral neurons innervating otolith organs of the squirrel monkey. J. Neurophysiol., 39, 970-984, 1976.
9. Gantchev G.N.: Studies on postural activity in man. Agressologie, 21, 21-40, 1980.
10. Gantchev G.N.; Draganova N.; Dunev S.: Mechanism of the stabilizing effect of the visual feedback upon body oscillations. Agressologie, 24, 71-72, 1983.
11. Guidetti G.: La posturographie et l'oto-neurologie. Agressologie, 29, 9, 653-656, 1988.
12. Guidetti G.; Barbieri L.; Monzani D.; Monzani A.; Galetti G.: La stabilometria computerizzata: un'indagine a completamento dello studio del paziente vertiginoso. Acta Otorhinol. Ital., 6, 487-504, 1986.

13. Keshner E.A.; Woollacott M.H.; Debu B.: Neck, trunk and limb muscle responses during postural perturbation in humans. Exp. Brain Res., 71, 455-466, 1988.
14. Miyoshi T.; Hiwatashi S.; Tamada A.: Correlation between body sway and head tilt. Agressologie, 24, 91-92, 1983.
15. Nasher L.; Berthoz A.: Visual contribution to rapid motor responses during postural control. Brain Res., 150, 403-407, 1978.
16. Normes 1985: Association française de posturologie. APAS, 9, sente des Dorées, Paris.
17. Norrè M.E.; Forrez G.; Stevens A.; Beckers A.: Cervical vertigo diagnosed by posturography? Preliminary report. Acta Otorhinolaryng. Belg., 4, 574, 1987.
18. Okuzono T.; Sekitani T.; Nishikawa M.; Hirata T.; Matsuo T.: Voluntary balance of arms and body on tilting head. Agressologie, 24, 69-70, 1983.
19. Pettorossi V.E.; Petrosini L.: Tonic cervical influences on eye nystagmus following hemilabyrinthectomy: immediate and plastic effects. Brain Res., 324, 11-19, 1984.
20. Vaz Garcia F.; Dias Ferreira A.; Vargas M.: L'introduction de la craniocorpographie dans le test au glycerol. Comparaison des responses de 22 malades de Menière avec une population normale. 23me Réunion Societé d'Otoneurologie de Langue Française, Modena, 1989.
21. Wilson V.J.; Schor R.H.; Suzuki I.; Park B.R.: Spatial organization of neck and vestibular reflex acting on the forelimbs of the decerebrate cat. J. Neurophysiol., 55, 514-526, 1986.