ACTA OTORHINO LARYNGOLOGICA ITALICA

Vol. X n. 4

G. Paludetti, M. Rosignoli, R.M. Santarelli, P. Montesi, M. Cerullo, M. Maurizi

CONSIDERAZIONI SUL TEMPO DI ANALISI NELL'INDAGINE POSTUROGRAFICA IN SOGGETTI NORMALI

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

PACINI EDITORE - PISA 1990

Acta Otorhinol. ital., 10, 357-369, 1900

CONSIDERAZIONI SULLA DURATA DEL TEMPO DI ANALISI NELL'INDAGINE POSTUROGRAFICA IN SOGGETTI NORMALI

Considerations on Analysis Time in Posturography in Normal Subjects

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

ABSTRACT — In order to evaluate the importance of analysis time on posturographic parameters (average X, Y and R, Sway Path, Sway Area, Ellipse Area), both with eyes open and closed, 24 normal subjects were examined for an overall period of 60 seconds. Mean ± 1 SD values of each parameter were obtained for each time interval (0-20, 20-40, 40-60 sec.) into which the overall period was divided. With the eyes open, the parameters for each time interval did not differ significantly and they were always lower than those obtained with the eyes closed. On the other hand, with the eyes closed, there was a significant reduction in the various parameters as analysis time progressed. In 4 out of 24 subjects an inverse behaviour was detected.

The authors conclude that the open-eye analysis time could be limited to 20 sec while, due to changes observed in the various posturographic parameters, closed-eye analysis time should be extended to 60 seconds. The analysis time may prove important in identifying peripheral or central vestibular pathologies since it may be that some of them induce earlier alterations of posturographic parameters while in other pathologies such changes are observed later on.

Key words: *Posturography, Analysis time, Visual input.*

INTRODUZIONE

L'indagine posturografica mediante apposite pedane stabilometriche viene con sempre maggior frequenza utilizzata in campo clinico per obiettivare le modificazioni dell'equilibrio che possono risultare da patologie di diversa natura.

Lo standard metodologico più diffuso in Europa, proposto dalla Associazione Francese di Posturografia (1), prevede che il periodo di acquisizione dei dati sia di 51,2 secondi (3, 6, 9, 10). Altri autori utilizzano finestre di analisi di 20 sec. (11), 30 sec. (2, 16, 17), 60 sec. (4, 5, 13, 18), 2 minuti (7, 8) e 4 minuti (15).

La durata del periodo di analisi nei vari standard metodologici viene determinata tenendo conto di alcune limitazioni di ordine tecnico (memoria del dispositivo di campionamento e acquisizione dei dati) nonché di limitazioni riguardanti il soggetto (stanchezza o fattori di altro genere che impediscono di rimanere a lungo nella stessa posizione sulla pedana stabilometrica). Tuttavia non si hanno informazioni su eventuali modificazioni dei parametri posturografici nel tempo e pertanto non si ha, al momento, una standardizzazione rigorosa del periodo

Ricevuto il 26.6.1990 / Accettato il 25.8.1990.

Istituto di Clinica Otorinolaringoloiatrica dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma.
*Istituto di Fisiologia dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma.

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

di analisi che non sia basata semplicemente sui limiti e sulle ipotesi di ciascun gruppo di ricerca.

Nel presente lavoro si sono confrontati i valori relativi a vari parametri posturografici ottenuti in soggetti normali in intervalli successivi di acquisizione allo scopo di evidenziare e quindi di valutare eventuali differenze tra i dati acquisiti nei vari intervalli di tempo.

MATERIALE E METODO

Sono stati esaminati 24 soggetti adulti normali (17 uomini e 7 donne) di età compresa tra 25 e 40 anni con anamnesi ed obiettività negative per patologie cocleo-vestibolari, neurologiche e muscolo-scheletriche.

È stata utilizzata, per l'indagine, una piattaforma stabilometrica (Bertec-Italia) delle dimensioni di 50×50×10 cm basata su 4 celle di carico ad estensimetri, posizionata su 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 nella piattaforma, campionati a 20 Hz e sottoposti ad elaborazione matematica mediante computer Olivetti M 24. La frequenza di risonanza della piattaforma è di circa 100 Hz, ben superiore sia alla frequenza di campionamento che alla massima frequenza presente nelle oscillazioni posturali (3-4 Hz). Ciò comporta che per il paziente la piattaforma ha rigidezza infinita.

I soggetti sono stati fatti salire sulla pedana stabilometrica in posizione eretta, le braccia lungo il tronco e i piedi con talloni uniti e punte divaricate di 30 gradi in modo che il centro di pressione risultasse al centro delle coordinate. Sono stati acquisiti, dopo alcuni secondi di adattamento, i dati posturografici per un periodo complessivo di 60 sec. Tale procedimento veniva effettuato ad occhi aperti e, dopo circa 3 minuti di riposo, ad occhi chiusi.

I parametri posturografici scelti sono stati i seguenti:

1) «X Media»: posizione media del centro di pressione (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 centro medio di pressione (C.M.P.) (mm);

4) «Sway Path» (SP): velocità media di spostamento del C.P. (mm/s);

5) «Sway Area» (SA): area media ricoperta dal C.P. rispetto al C.P. nell'unità di tempo (mm^2/s.);

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

Sono state calcolate le medie +/- 1DS relative a ciascun parametro sia per il periodo globale di acquisizione (0-60 sec.) che per ciascuno dei diversi intervalli (0-20; 20-40; 40-60). Le differenze relative a tali parametri nei diversi intervalli di analisi sono state valutate con il t-paired test di Student. È stata considerata significativa una differenza pari a $P < 0,01$.

L'analisi in frequenza delle oscillazioni posturali non è stata presa in considerazione in quanto sembra che rispetto ad una analisi nel dominio del tempo sia di meno agevole interpretazione e che il rilevamento dei picchi possa essere condizionato dalla particolare frequenza di campionamento impiegata.

L'elaborazione dei dati è stata eseguita per il periodo di acquisizione ottenuto sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi.

RISULTATI

Nelle Figg. 1, 2, 3, 4, 5, 6 sono riportate le medie relative a 20 soggetti per ciascuno dei parametri studiati (X.M., Y.M., R.M., S.A., S.P., E.A.) nei diversi intervalli di acquisizione (0-60 sec., 0-20 sec., 20-40 sec., 40-60 sec.). I risultati del t-paired test per ciascun parametro sono riportati nelle Tabb. I, II, III, IV, V, VI.

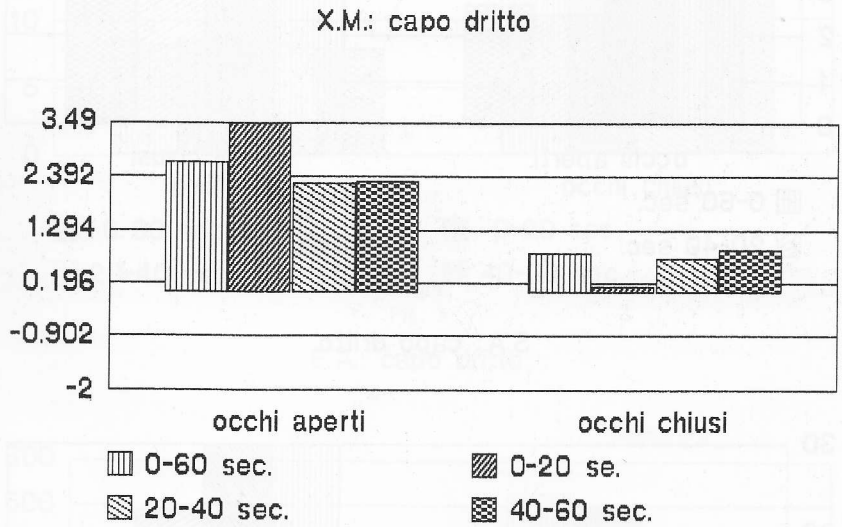

Fig. 1

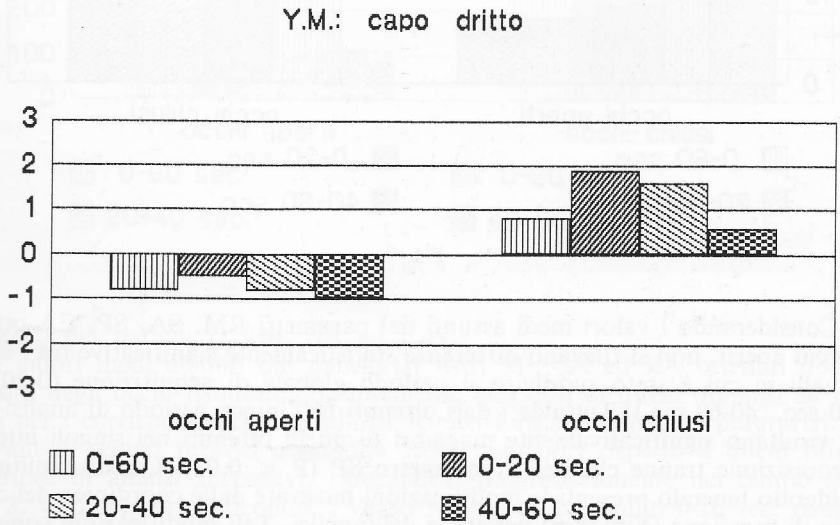

Fig. 2

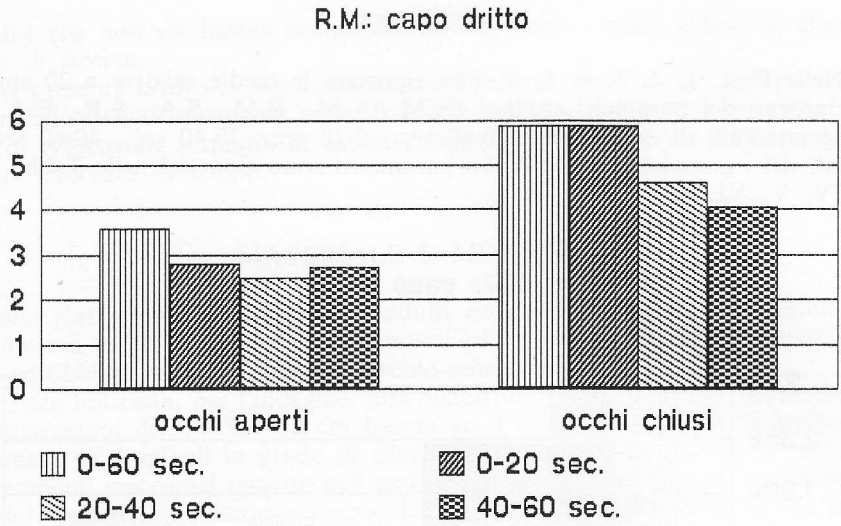

Fig. 3

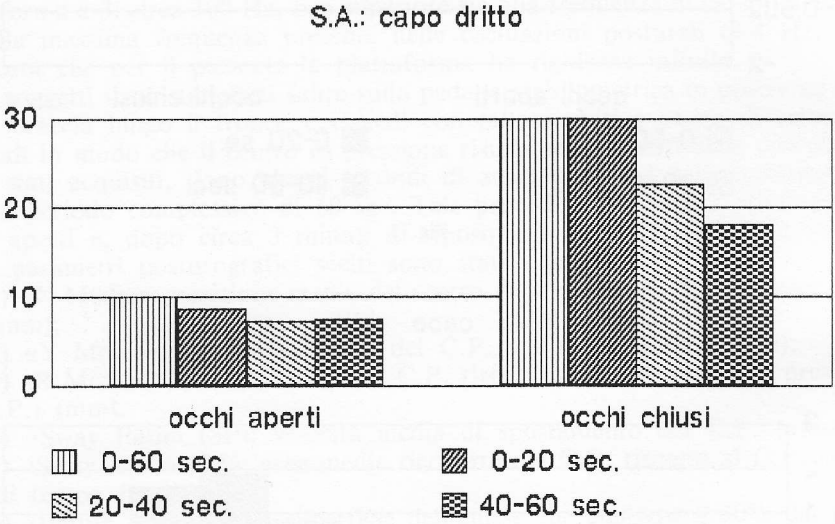

Fig. 4

Considerando i valori medi assunti dai parametri RM, SA, SP, EA ottenuti ad occhi aperti, non si rilevano differenze statisticamente significative tra i singoli intervalli in cui è stato suddiviso il periodo globale di acquisizione (0-20 sec., 20-40 sec., 40-60 sec.). Tuttavia i dati ottenuti nell'intero periodo di analisi (0-60 sec.) risultano significativamente maggiori di quelli ottenuti nei singoli intervalli di acquisizione tranne che per il parametro SP ($P < 0,01$). Questo risultato va considerato tenendo presenti le modificazioni mostrate dalle coordinate del centro medio di pressione (Xm, Ym) nel corso dell'analisi. Tali modificazioni sono consistenti e comportano una variazione dei valori rispetto ai quali viene effettuato

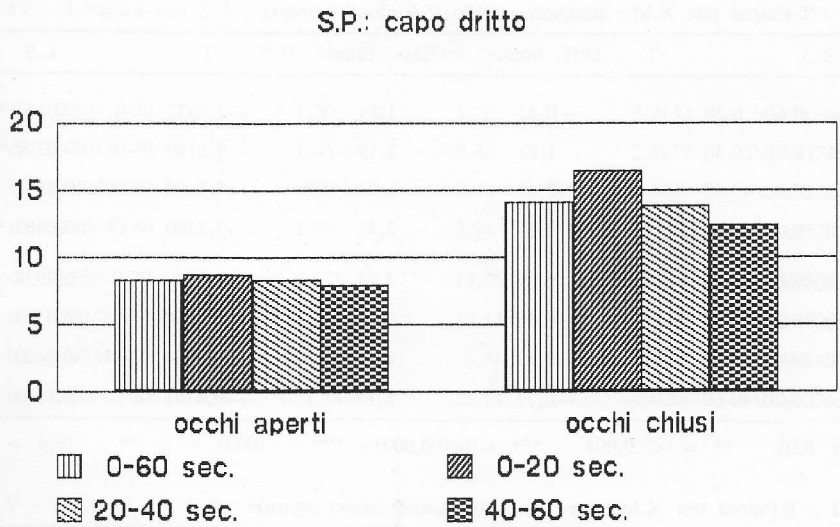

Fig. 5

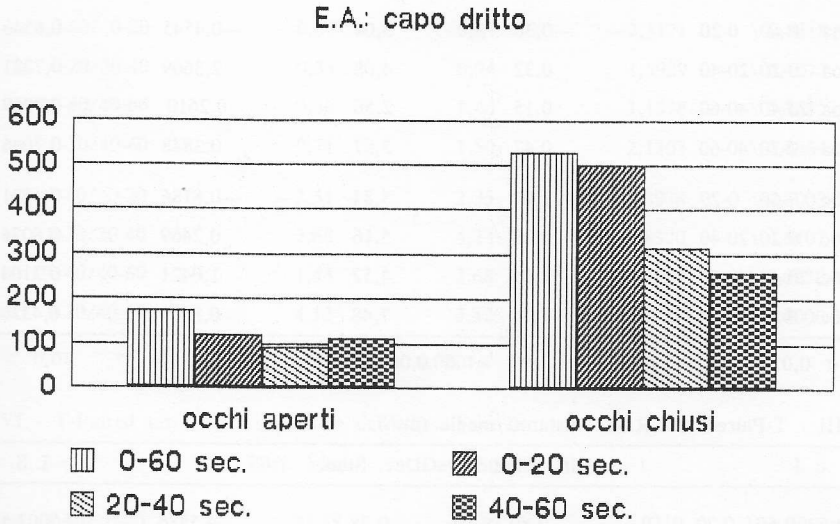

Fig. 6

il calcolo dei parametri RM, SA ed EA.

I valori medi assunti dai parametri RM, SP, SA ed EA ottenuti dopo la chiusura degli occhi risultano costantemente maggiori di quelli ottenuti ad occhi aperti per i corrispondenti intervalli di acquisizione. Questi stessi parametri negli intervalli di tempo precoci assumono valori maggiori rispetto a quelli ottenuti in periodi di analisi successivi, riducendosi progressivamente nel tempo (Figg. 1, 2, 3, 4, 5, 6). In particolare, i valori relativi all'intervallo 0-20 sec. risultano significativamente maggiori ($P < 0{,}01$) di quelli relativi all'intervallo 40-60 sec. per i parametri RM, SP e SA. La significatività di tale differenza è elevata per

Tab. I - T-Paired test X.M.: posizione media C.P. asse frontale.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	T	L.S.
C.D. oa 0-60/ 0-20	—0,82	1,39	—2,6332	0,0167 *
C.D. oa 0-20/20-40	1,23	2,19	2,5189	0,0209 *
C.D. oa 20-40/40-60	—2,49	1,94	—5,7450	0,9548
C.D. oa 0-20/40-60	1,21	2,43	2,2260	0,0383 *
C.D. oc 0-60/ 0-20	0,69	2,87	1,0749	0,2958
C.D. oc 0-20/20-40	—0,58	3,46	—0,7550	0,4595
C.D. oc 20-40/40-60	—0,19	4,23	—0,2004	0,8433
C.D. oc 0-20/40-60	—0,77	5,17	—0,6701	0,5109

* = < 0,01 ** = < 0,001 *** = < 0,0001

Tab. II - T-Paired test X.M.: posizione media C.P. asse sagittale.

	Diff. Med.	Dev. Stan.	T	L.S.
C.D. oa 0-60/ 0-20	—0,30	3,04	—0,4545	0,6546
C.D. oa 0-20/20-40	0,32	4,08	2,3669	0,7221
C.D. oa 20-40/40-60	0,15	2,56	0,2610	0,7969
C.D. oa 0-20/40-60	0,47	5,57	0,3848	0,7046
C.D. oc 0-60/ 0-20	—1,07	5,84	—0,8186	0,4231
C.D. oc 0-20/20-40	0,28	5,16	0,2469	0,8076
C.D. oc 20-40/40-60	1,05	4,52	1,0421	0,3104
C.D. oc 0-20/40-60	1,34	7,48	0,8009	0,4330

* = < 0,01 ** = < 0,001 *** = < 0,0001

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

	Diff. Med.	Dev. Stan.	T	L.S.
C.D. oa 0-60/ 0-20	0,80	0,78	4,5586	0,0002 ***
C.D. oa 0-20/20-40	0,34	0,90	1,6778	0,1058
C.D. oa 20-40/40-60	—0,25	0,78	—1,4576	0,1613
C.D. oa 0-20/40-60	0,08	1,10	0,3983	0,6948
C.D. oc 0-60/ 0-20	—0,02	1,65	—5,388	0,9576
C.D. oc 0-20/20-40	1,27	1,95	2,9039	0,0091 *
C.D. oc 20-40/40-60	0,53	1,13	2,0949	0,0498 *
C.D. oc 0-20/40-60	1,80	2,18	3,6876	0,0016 **

* = < 0,01 ** = < 0,001 *** = < 0,0001

Tab. IV - T-Paired test S.A.: area media (mm2/sec.).

	Diff. Med.	Dev. Stan.	T	L.S.
C.D. oa 0-60/ 0-20	1,30	1,80	3,2132	0,0046 **
C.D. oa 0-20/20-40	1,45	2,48	2,6137	0,0171 *
C.D. oa 20-40/40-60	—0,20	2,44	—0,3666	0,7181
C.D. oa 0-20/40-60	1,25	2,76	2,0183	0,0579 **
C.D. oc 0-60/ 0-20	0,075	13,75	2,4378	0,9808
C.D. oc 0-20/20-40	7,34	19,15	1,7137	0,1029
C.D. oc 20-40/40-60	4,40	8,61	2,2851	0,0340 *
C.D. oc 0-20/40-60	11,74	15,13	3,4688	0,0026 **

* = < 0,01 ** = < 0,001 *** = < 0,0001

Tab. V - T-Paired test S.P.: velocità media (mm/sec).

	Diff. Med.	Dev. Stan.	T	L.S.
C.D. oa 0-60/ 0-20	—0,35	0,67	—2,3171	0,0318 *
C.D. oa 0-20/20-40	0,33	0,94	1,5929	0,1277
C.D. oa 20-40/40-60	0,36	1,46	1,1578	0,2613
C.D. oa 0-20/40-60	0,71	1,50	2,1303	0,0464 *
C.D. oc 0-60/ 0-20	—2,31	2,35	—4,3976	0,0003 ***
C.D. oc 0-20/20-40	2,68	4,23	2,8320	0,0107 *
C.D. oc 20-40/40-60	1,44	2,68	2,3959	0,0270 *
C.D. oc 0-20/40-60	4,12	3,32	5,5410	0,0000 ***

* = < 0,01 ** = < 0,001 *** = < 0,0001

Tab. VI - T-Paired test E.A.: superficie dell'ellisse (mm2).

	Diff. Med.	Dev. Stan.	T	L.S.
C.D. oa 0-60/ 0-20	22,58	65,97	3,9710	0,0008 **
C.D. oa 0-20/20-40	22,92	55,39	1,8507	0,0798
C.D. oa 20-40/40-60	— 16,77	53,53	—1,4008	0,1774
C.D. oa 0-20/40-60	6,15	74,84	0,36777	0,7171
C.D. oc 0-60/ 0-20	29,33	321,98	1,4074	0,6882
C.D. oc 0-20/20-40	182,38	427,19	1,9092	0,0714
C.D. oc 20-40/40-60	55,77	132,02	1,8893	0,0742
C.D. oc 0-20/40-60	238,15	444,86	2,3941	0,0271 *

* = < 0,01 ** = < 0,001 *** = < 0,0001

il parametro RM ed elevatissima per il parametro SP. Per quanto riguarda il parametro EA, la differenza tra i valori ottenuti nei due intervalli di analisi considerati è consistente, pur non raggiungendo la significatività.

I dati ottenuti ad occhi chiusi nell'intervallo globale di acquisizione non si discostano significativamente da quelli relativi all'intervallo 0-20 sec. per tutti i parametri considerati. A ciò corrisponde una modificazione delle coordinate del centro medio di pressione meno consistente di quella osservata ad occhi aperti.

Dei 24 soggetti studiati 4 hanno mostrato un comportamento differente (Figg. 7, 8, 9, 10, 11, 12). Tali soggetti non sono stati inclusi nell'analisi statistica.

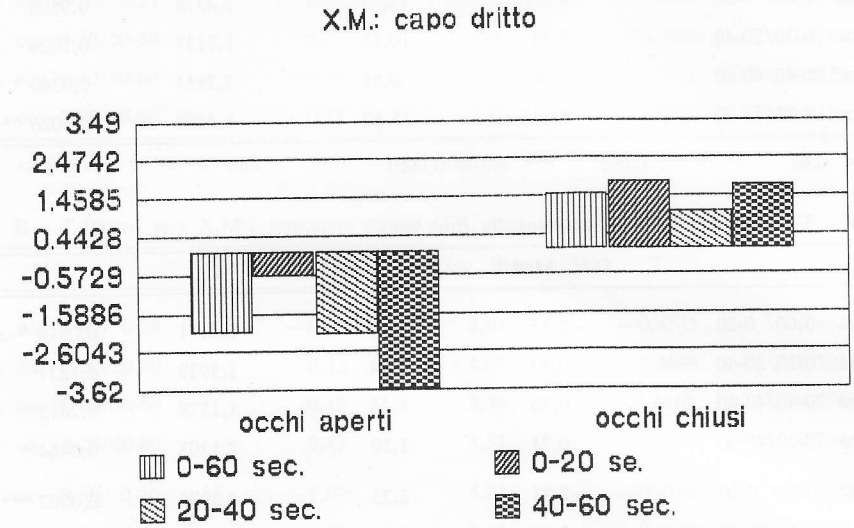

Fig. 7

Come si può osservare ad occhi aperti non si rilevano sostanziali differenze rispetto ai 20 soggetti esaminati in precedenza. Nelle prove effettuate ad occhi chiusi i valori medi assunti dai parametri RM, SP, SA ed EA negli intervalli di analisi precoci risultano minori di quelli ottenuti negli intervalli di tempo successivi, tendendo quindi ad aumentare nel tempo dopo la chiusura degli occhi. Si rileva inoltre che i valori relativi al periodo globale di acquisizione per i parametri RM, SA ed EA risultano evidentemente maggiori dei valori corrispondenti relativi ai singoli periodi di acquisizione derivanti dalla sua suddivisione.

DISCUSSIONE

La posturografia è una metodica di indagine che si va progressivamente affermando in campo clinico per la valutazione delle caratteristiche posturali sia di soggetti normali sia soprattutto di soggetti vertiginosi.

Ciò nonostante non è stata ancora raggiunta una standardizzazione rigorosa soprattutto per quanto riguarda la durata del periodo di analisi.

Nel presente studio si sono confrontati i valori assunti dai vari parametri posturografici in intervalli di acquisizione successivi in soggetti normali.

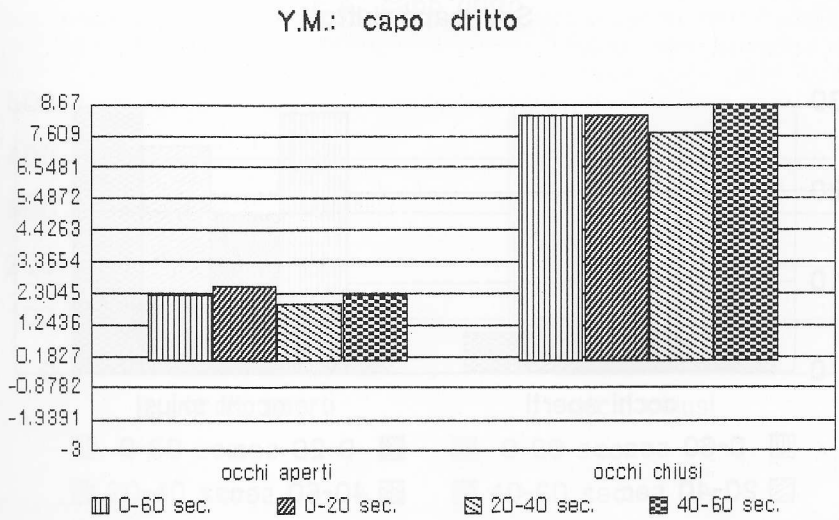

Fig. 8

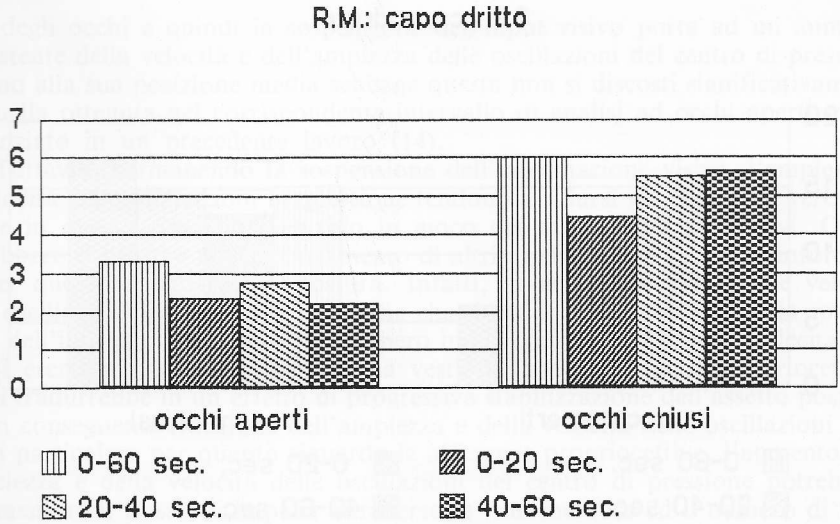

Fig. 9

Dal punto di vista tecnico sottolineiamo che è stata utilizzata una frequenza di campionamento di 20 Hz, superiore pertanto a quella di 5 Hz proposta dalla Association Francaise de Posturographie che già è sufficiente per individuare i soggetti patologici. Poiché la frequenza di campionamento utilizzata nel presente lavoro è maggiore della massima frequenza presente nelle oscillazioni posturali (3-4 Hz), si viene ad ottenere un sovracampionamento che non comporta errore ma una aggiunta di informazione.

I valori ottenuti ad occhi chiusi risultano costantemente maggiori dei valori corrispondenti ad occhi aperti. Tale risultato è in accordo con il ruolo ben noto

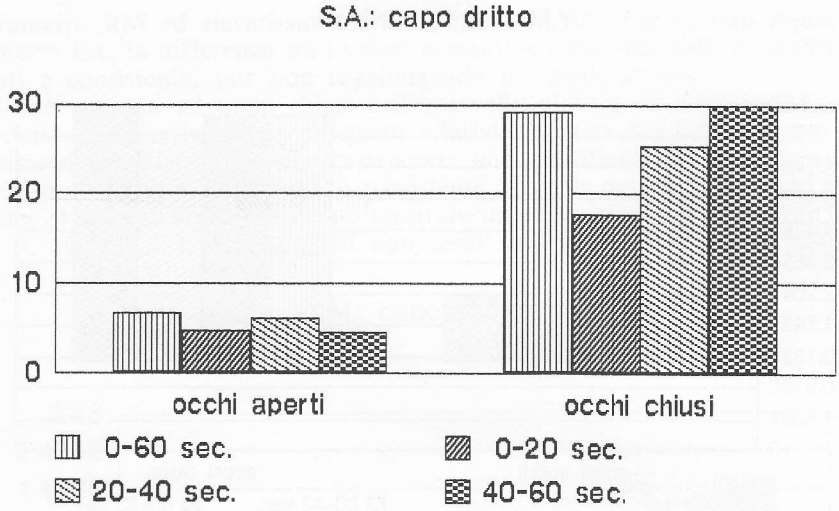

Fig. 10

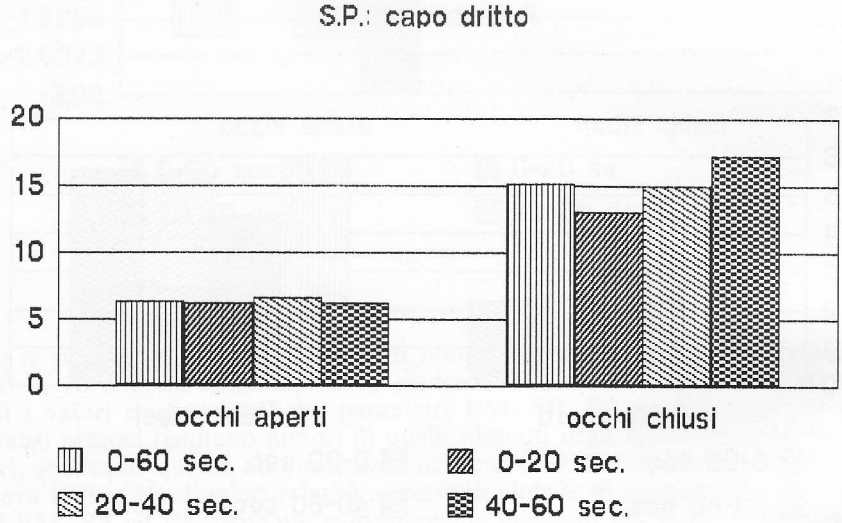

Fig. 11

svolto dall'input visivo nella stabilizzazione posturale (3, 4, 5, 7, 8, 14).

Ad occhi aperti non si rilevano differenze significative tra i valori relativi ai vari parametri ottenuti in periodi di acquisizione successivi.

Ad occhi chiusi si rileva una riduzione progressiva dei valori assunti dai parametri posturografici RM, SP, SA ed EA, tant'è che è significativa la differenza degli stessi ottenuta negli intervalli 0-20 sec. rispetto a quella ottenuta negli intervalli 40-60 sec. La posizione del centro medio di pressione (Xm, Ym), non si modifica significativamente nel tempo, sebbene la sua distanza dal punto assunto come riferimento tenda a ridursi negli intervalli di tempo tardivi. La chiu-

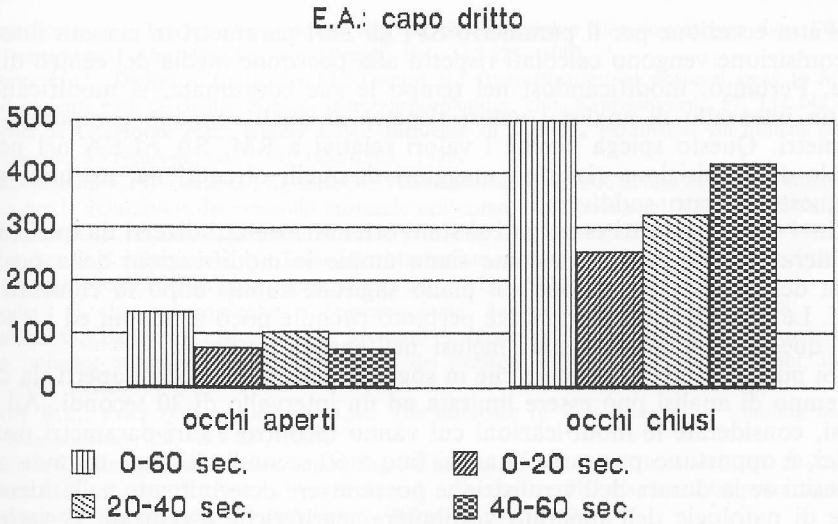

Fig. 12

sura degli occhi e quindi la sospensione dell'input visivo porta ad un aumento consistente della velocità e dell'ampiezza delle oscillazioni del centro di pressione intorno alla sua posizione media sebbene questa non si discosti significativamente da quella ottenuta nel corrispondente intervallo di analisi ad occhi aperti, come evidenziato in un precedente lavoro (14).

Tuttavia, permanendo la sospensione dell'informazione visiva, l'ampiezza e la velocità delle oscillazioni in questione tendono a ridursi nel tempo. È verosimile che in queste condizioni entrino in gioco dei meccanismi sostitutivi. Questi potrebbero consistere nel potenziamento di altri inputs aventi carattere informativo per quel che riguarda la postura. Infatti, la maggiore ampiezza e velocità delle oscillazioni del centro di pressione che si producono subito dopo la sospensione dell'informazione visiva, potrebbero indurre un aumento delle sollecitazioni che si esercitano a livello del sistema vestibolare e del sistema propriocettivo. Ciò si tradurrebbe in un effetto di progressiva stabilizzazione dell'assetto posturale con conseguente riduzione dell'ampiezza e della velocità delle oscillazioni stesse. In particolare per quanto riguarda le afferenze propriocettive, l'aumento dell'ampiezza e della velocità delle oscillazioni del centro di pressione potrebbero incrementare il flusso di impulsi attraverso le fibre nervose ed il numero di fibre reclutate con conseguente aumento del contributo del sistema propriocettivo al mantenimento della stabilità posturale. D'altra parte la maggiore sollecitazione di tali afferenze potrebbe portare ad un incremento sulla sensibilità dei centri nervosi all'input propriocettivo.

Infatti Nashner[12] ha messo in evidenza che i riflessi spinali transcorticali a lunga latenza legati all'attivazione di afferenze propriocettive, se evocati ripetutamente, vengono facilitati in tutte quelle condizioni di stimolazione in cui la loro attivazione ha per effetto la stabilizzazione posturale. Pertanto, l'incremento delle sollecitazioni sul sistema afferenziale propriocettivo che si produce alla sospensione dell'input visivo potrebbe determinare una facilitazione dei riflessi transcorticali evocati dagli stimoli propriocettivi con conseguente miglioramento dell'efficienza nel rispondere a tali sollecitazioni.

Fatta eccezione per il parametro SP, gli altri parametri in ciascun intervallo di acquisizione vengono calcolati rispetto alla posizione media del centro di pressione. Pertanto, modificandosi nel tempo le sue coordinate, si modificano per ciascun intervallo di analisi i valori rispetto ai quali vengono computati i vari parametri. Questo spiega perché i valori relativi a RM, SA ed EA nel periodo globale di acquisizione risultino maggiori di quelli ottenuti nei tre intervalli in cui questo è stato suddiviso.

In 4 dei 24 soggetti esaminati si sono ottenuti risultati diversi da quelli finora considerati. Si nota tuttavia come siano ampie le modificazioni della posizione media del centro di pressione sul piano sagittale subito dopo la chiusura degli occhi. Le prove eseguite sono state pertanto ritenute poco affidabili ed i 4 soggetti in questione non sono stati inclusi nell'analisi statistica.

Si può pertanto concludere che in soggetti normali, ad occhi aperti, la durata del tempo di analisi può essere limitata ad un intervallo di 20 secondi. Ad occhi chiusi, considerate le modificazioni cui vanno incontro i vari parametri posturografici, è opportuno protrarre l'analisi fino a 60 secondi. Rimane tuttavia aperto il quesito se la durata dell'acquisizione possa essere determinante nella identificazione di patologie dell'apparato vestibolare, periferiche e centrali. È verosimile infatti che in alcune patologie si possano evidenziare alterazioni dei parametri posturografici in tempi brevi mentre in altre esse possano comparire più tardivamente.

SINTESI

Allo scopo di valutare l'importanza della durata del tempo di analisi, i parametri posturografici (X media, Y media, R media, Sway Path, Sway Area, Ellipse Area) ricavati ad occhi aperti e ad occhi chiusi in 24 soggetti normali, sono stati acquisiti per un periodo complessivo di 60 secondi. Le medie +/- 1 SD relative a ciascun parametro sono state calcolate sia per il periodo di acquisizione globale (0-60) che per ciascuno dei diversi intervalli (0-20, 20-40, 40-60 sec) in cui esso è stato suddiviso. Ad occhi aperti i parametri relativi ai singoli intervalli non si sono rilevati statisticamente differenti tra di loro e costantemente inferiori a quelli ottenuti ad occhi chiusi. Ad occhi chiusi invece si assiste ad una significativa riduzione dei vari parametri nel tempo. Tali considerazioni sono risultate costanti in 20 soggetti su 24; nei restanti 4 il comportamento è stato inverso. Gli autori concludono sostenendo che ad occhi aperti la durata del tempo di analisi può essere limitata ad un intervallo di 20 secondi. Ad occhi chiusi, considerate le modificazioni cui vanno incontro i vari parametri posturografici, è opportuno protrarre l'analisi fino a 60 secondi. La durata del tempo di acquisizione potrebbe risultare un parametro importante nell'indentificazione delle diverse patologie dell'apparato vestibolare in quanto è verosimile che in alcune patologie si possano evidenziare alterazioni dei parametri posturografici in tempi brevi, mentre in altre esse possano comparire più tardivamente.

Parole chiave: *posturografia, tempo di analisi, input visivo.*

BIBLIOGRAFIA

1. Association francaise de posturologie: Etude statistique des mesures faites sur l'homme normal a l'aide de la plate-form de stabilometrie clinique normalisee, Parigi, 1985.
2. Bessineton J.C.; Bizzo G.; Pacifici M.; Baron J.B.: Statokinesigramme, taille, poids, sexe, reproductibilite. Agressologie, 17 B, 49-54, 1976.

3. Branchereau B.; Toupet M.; Ohresser M.: La posturographie doit être incluse dans l'examen du vertigineux. Ann. Oto-Laryng. (Paris), 104, 117-125, 1987.
4. Diener H.C.; Dichgans J.; Bacher M.; Gompf B.: Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. Electroencephalogr. clin. Neurophysiol., 57, 134-142, 1984.
5. Diener H.C.; Horak F.B.; Nasher L.M.: Influence of stimulus parameters on human postural responses. J. Neurophysiol., 59, 1888-1905, 1988.
6. Franchignoni F.P.; Vanni G.; Savoini G.: Valori normali e riproducibilità di un test computerizzato per la valutazione del controllo posturale nell'uomo. Acta Otorhinol. ital., 4, 175-183, 1984.
7. Gantchev G.N.: Studies on postural activity in man. Agressologie, 21, D, 21-40, 1980.
8. Gantchev G.N.; Draganova N.; Dunev S.: Mechanism of the stabilizing effect of the visual feedback upon body oscillations. Agressologie, 24, 71-72, 1983.
9. Guidetti G.: La posturographie et l'otoneurologie. Agressologie, 29, 653-656, 1988.
10. Guidetti G.; Barbieri L.; Monzani D.; Monzani A.; Galetti G.: La stabilometria computerizzata: una indagine a completamento dello studio del paziente vertiginoso. Acta Otorhinol. ital., 6, 487-504, 1986.
11. Kirby R.L.; Price N.A.; MacLeod D.A.: The influence of foot position of standing balance. J. Biomechanics, 20, 423-427, 1987.
12. Nashner L.M.: Adapting reflexes controlling the human posture. Exp. Brain Res., 26, 59-72, 1976.
13. Norré M.E.; Forrez G.; Stevens A.; Beckers A.: Cervical vertigo diagnosed by posturography?. Preliminary report. Acta Otorhinolaryng. Belg., 4, 574, 1987.
14. Paludetti G.; Ottaviani F.; Rosignoli M.; Santarelli R.M.; Montesi P.; Cerullo M.: Influenza della stimolazione statica dei recettori cervicali ed otolitici sui parametri posturografici. Acta Otorhinol. ital., 9, 575-585, 1989.
15. Soames R.W.; Atha J.: The validity of phisique based inverted pendulum models of postural sway behaviour. Ann. Hum. Biol. 7, 145-153, 1980.
16. Takemori S., Suda N., Yamamoto M., Imaoka K.: Posturography of three dimensions - a study of the Z-axis. Agressologie, 19, 3-4, 1978.
17. Takemori S., Ida M., Umezu H.: Vestibular training after sudden loss of vestibular functions. ORL, 47, 76-83, 1985.
18. Tokita T.; Miyata H.; Matsuoka T.; Taguchi T.; Shimada R.: Correlation analysis of the body sway in standing posture. Agressologie, 17 B, 7-14, 1976.