

POSTURA ED EQUILIBRIO

Dott. Sergio BERTOLDI

Dott. Luigi BURRUANO

Dott. Vittorio GAVEGLIA

Dott. Giampiero GIULIANI

La postura è *l'atteggiamento abituale del corpo umano come risultato di una serie di contrazioni ed inibizioni muscolari agenti contro la forza di gravità*. E', quindi, un atteggiamento statico in cui il corpo non è comunque immobile ma soggetto a continue lievi oscillazioni.

Nella posizione eretta il corpo umano può essere paragonato ad un pendolo inverso con fulcro a livello dell'appoggio podalico (articolazione tibio-tarsica). Le oscillazioni di questo pendolo sono regolate dal tono muscolare che agisce contro la forza di gravità ricevendo continui messaggi proprio- ed estero-cettivi. Queste informazioni permettono di mantenere le oscillazioni entro limiti fisiologici: oscillazioni di circa 4°, variazioni della proiezione al suolo del centro di gravità entro una superficie di 100 mm².

La postura più corretta è quella che garantisce i rapporti intersegmentari ideali con oscillazioni ridotte nel rispetto delle leggi del confort e del risparmio energetico.

I diversi segmenti ossei sono organizzati tra di loro come una catena cinematica fornita di giunzioni (articolazioni), organi di trasmissione (fasce) e organi motori (muscoli).

Le catene cinematiche possono essere: a) aperte in cui il movimento di un segmento è libero e indipendente da quello degli altri. b) chiuse in cui ogni forza impressa ad un segmento si trasmette agli altri secondo leggi fisse e prevedibili.

Il corpo umano, con i due piedi poggiati a terra, è una catena cinematica chiusa per cui agendo su qualunque segmento o giunzione è possibile intervenire su tutta la catena. Nello stesso modo il difetto di una parte del corpo si ripercuoterà inesorabilmente su altre sezioni inizialmente sane. Il sistema si adatta nel suo squilibrio e non può correggersi da solo. Tutti i recettori, quindi, possono essere alterati in modo primario o secondario. In un primo momento l'adattamento è reversibile, poi il sistema si fissa nella sua compensazione diventando esso stesso la causa dell'aggravamento dei disturbi. L'adattamento può essere efficace una volta,

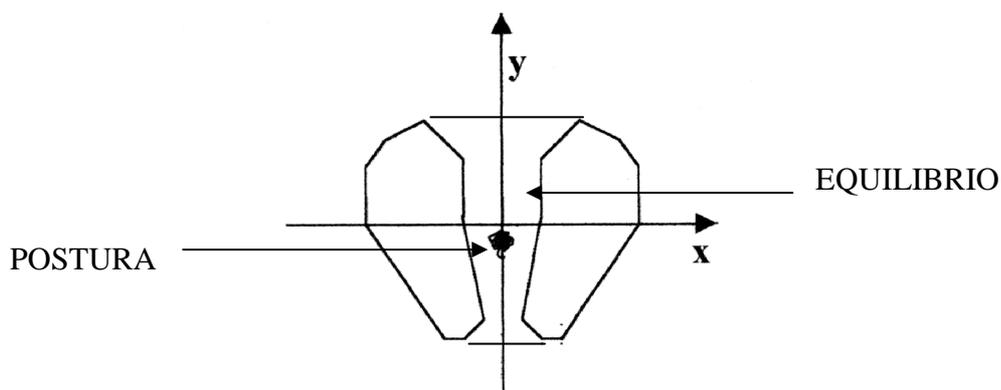
eventualmente due volte, ma se si aggiungono altre cause perturbanti, il sistema non può adattarsi ed allora si manifesterà la sindrome disfunzionale posturale.

La postura umana non è il semplice risultato di leggi fisiche rappresentando, piuttosto, un compromesso tra le situazioni ambientali, la componente osteo-mio-articolare e lo stato psicologico del soggetto.

La posizione reciproca dei diversi segmenti ossei e quindi del centro di gravità del corpo è determinata dall'attività tonico posturale dei muscoli aerobici estremamente elastici e resistenti, ricchi di mioglobina e quindi di fibre rosse.

Il controllo delle oscillazioni posturali, invece, è ottenuto grazie all'attività muscolare fasica dei muscoli anaerobi. Questi muscoli vengono alimentati dal consumo degli zuccheri nel ciclo di Krebs, hanno bisogno di grandi quantità di glicogeno e si stancano facilmente per cui se le oscillazioni posturali non sono entro i stretti limiti fisiologici (1 mm^2) si ha facilmente accumulo di acido lattico con tutta la sintomatologia conseguente (mialgie, rigidità, contratture).

Mentre la postura è l'atteggiamento statico con oscillazioni del corpo molto ristrette, l'equilibrio è l'atteggiamento dinamico con oscillazioni di maggiore entità. Per ottenere le condizioni di equilibrio è necessario che il baricentro della massa corporea (centro di gravità) cada entro il poligono d'appoggio rappresentato dalle piante dei piedi e dallo spazio che le separa. Al di fuori di questi limiti non è più possibile una situazione statica ma è necessario il movimento con il cambiamento dei rapporti tra i segmenti ossei per riportare il centro di gravità nella situazione di equilibrio (modificando il baricentro o allargando le basi di appoggio).



Il disturbo della postura sarà presente quando il soggetto, a causa dei rapporti intersegmentari alterati, mostra un aumento delle oscillazioni tali comunque da mantenere sempre la proiezione del centro di gravità entro il poligono d'appoggio.

Si avrà, invece, un disturbo dell'equilibrio quando si è in presenza di una patologia che genera delle oscillazioni di maggiore entità necessarie per correggere il rischio di caduta dovuto alla fuoriuscita del centro di gravità dal poligono d'appoggio.

Il soggetto con disturbi dell'equilibrio avrà sempre una postura scorretta mentre un problema posturale non determina necessariamente un disturbo dell'equilibrio. Per questo motivo, **qualunque analisi posturale, non può prescindere dallo studio dell'equilibrio. Si deve escludere la presenza di patologie organiche, spesso anche gravi, che possono interferire con l'equilibrio del soggetto prima di procedere al trattamento funzionale di riprogrammazione posturale.**

Alla base del sistema deputato al controllo della postura e dell'equilibrio ci sono le informazioni che arrivano al sistema nervoso centrale sui rapporti esistenti tra i diversi segmenti ossei, sulla situazione ambientale e sulla posizione del corpo rispetto all'ambiente stesso. Questi segnali integrati ed elaborati dal SNC vengono trasformati in segnali in uscita verso i muscoli, i tendini e le articolazioni che li utilizzano per fissare i loro reciproci rapporti con programmi prestabiliti (meccanismi di feedforward) da utilizzare nelle diverse situazioni (engramma posturale). Perché ciò accada è necessario:

- 1) che vi siano informazioni corrette che provengano dall'esterno e dall'interno del corpo.
- 2) che vi sia un sistema in grado di memorizzare, integrare e modulare questi segnali.
- 3) che tale sistema elabori continuamente programmi motori che permettano di adeguare il corpo alla situazione ambientale.
- 4) che le componenti osteo-mio-articolari siano in buona salute e consentano di assumere gli atteggiamenti posturali ideali.

RECETTORI PERIFERICI

Recettori visivi

I recettori retinici sono: a) i coni (7 milioni) situati soprattutto nella fovea e deputati alla discriminazione precisa e alla visione colorata. b) i bastoncelli (100 milioni) localizzati soprattutto nella retina periferica e deputati alla visione indistinta e crepuscolare. Mentre la fovea è più importante per il controllo delle oscillazioni sul piano frontale, le porzioni periferiche della retina lo sono per il controllo posturale sul piano sagittale avendo, inoltre,

l'importante ruolo di "guardia" segnalando eventuali elementi nel campo visivo che per un particolare interesse richiedono il passaggio sulla fovea per una visione più distinta.

I recettori visivi forniscono informazioni sul movimento degli oggetti nel campo visivo nel regime delle basse frequenze.

Propriocettori

I propriocettori di vari tipo forniscono informazioni sulla lunghezza del muscolo, sulla velocità di variazione della lunghezza del muscolo, sulla tensione del tendine, sulla posizione, sulla velocità e direzione del movimento dell'articolazione.

- I fusi neuro-muscolari sono presenti in modo proporzionale alla precisione e alla finezza dei movimenti a cui ciascun muscolo è preposto. Sono formati da una capsula che circonda sottili fibre muscolari disposte in parallelo a quelle extrafusali e come queste collegate al tendine. La parte centrale delle fibre intrafusali non è contrattile ed è circondata da fibre nervose disposte a spirale (terminazioni anulo-spirali) che convergono in un'unica fibra afferente (Ia). Ai lati delle fibre intrafusali vi è, poi, una terminazione secondaria a fiorami che proviene da una fibra afferente meno spessa della precedente (Iia).

I fusi ricevono un'innervazione motoria costituita da fibre gamma che, provenendo dalle corna anteriori del midollo, terminano nelle placche motrici della parte contrattile delle fibre intrafusali.

- Gli organi tendinei del Golgi sono formati dalle ramificazioni di una grossa fibra nervosa mielinica inserite tra i fasci fibrosi del tendine vicino alla giunzione muscolo tendinea. Essendo disposti in serie rispetto alle fibre extrafusali, funzionano come dei registratori della tensione tendinea e quindi della contrazione muscolare.

- I corpuscoli di Valter-Pacini sono costituiti da una capsula fibrosa che delimita una fibra nervosa terminale derivante da una fibra di grosso calibro a rapida conduzione che entrando nel corpuscolo perde la propria guaina mielinica.

Sono presenti nello strato sottocutaneo delle mani e dei piedi, nei legamenti e nel periostio.

Sono sensibili alle vibrazioni (25-100 Hz) ed informano il SNC delle variazioni avvenute durante l'attività muscolare.

- I recettori articolari sono stati raggruppati in 4 categorie in base alle diverse capacità di adattamento. Quelli a lento adattamento segnalano la direzione e la velocità del movimento e la posizione dell'articolazione. Quelli a rapido adattamento sono sensibili ai movimenti rapidi e quindi sono dei recettori di accelerazione

Esterocettori cutanei

Ne esistono di diverso tipo e permettono la valutazione dell'intensità e della durata degli stimoli cutanei. Sono sensibili al tocco, alla pressione agli stimoli termici e dolorifici. Sono importantissimi quelli a localizzazione plantare che, essendo particolarmente sensibili alla trazione della cute, forniscono informazioni sul tipo di appoggio, sulle ripartizione delle forze e sulla velocità di spostamento.

- Capsulati

Corpuscoli di Pacini: hanno un adattamento rapido e rispondono ai movimenti veloci. Sono abbondanti a livello della pianta dei piedi e del palmo della mano.

Corpuscoli di Ruffini: hanno un adattamento lento e sono sensibili alla pressione.

Corpuscoli di Meissner: sono sensibili alla velocità di deformazione cutanea.

- Non capsulati

Cellule di Merkel: sono abbondanti nelle zone pelose ed hanno un adattamento intermedio e sono sensibili alla velocità di spostamento.

Terminazioni nervose libere: sono sensibili alle variazioni di temperatura ed al dolore.

Recettori vestibolari

L'apparato vestibolare periferico è situato nel labirinto posteriore ed è costituito dalle macule otolitiche dell'utricolo e del sacco e dalle creste ampollari dei canali semicircolari. Le macule del sacco e dell'utricolo contengono le cellule ciliate ricoperte da dei cristalli di carbonato di calcio (otoliti) adagiati su uno strato gelatinoso. Nelle creste ampollari le cellule ciliate sono ricoperte solo dalla sostanza gelatinosa (cupola).

L'elevata densità degli otoliti rispetto all'endolinfa permette alle macule di comportarsi come recettori sensibili sia alle accelerazioni lineari sia alla componente gravitazionale. L'utricolo analizza, in condizioni statiche, la componente gravitatoria e, in condizioni dinamiche, le accelerazioni lineari sul piano sagittale e frontale. Il sacco è sensibile alle accelerazioni lineari verticali.

I canali semicircolari (laterale, superiore, posteriore) sono orientati nei tre piani dello spazio in modo quasi ortogonale e sono sensibili alle stimolazioni rotatorie con accelerazioni (angolari) sul piano specifico del canale.

I recettori vestibolari informano sui movimenti a cui è sottoposta la testa in un campo molto vasto di frequenze.

ATTIVITA' CENTRALE

Il sistema nervoso centrale provvede a riconoscere, memorizzare, integrare, modulare le singole afferenze provenienti dai recettori periferici ed a programmare le risposte automatiche e volontarie.

Le afferenze periferiche sono riconosciute grazie alla memoria delle stesse che consente di confrontare l'esperienza della situazione presente con quelle precedenti. Le singole afferenze vengono modulate (facilitate o inibite) per regolarne l'influenza sul sistema. Ad esempio i sportivi utilizzano soprattutto quelle propriocettive così come i bambini mentre gli anziani utilizzano maggiormente quelle visive fermo restando per tutti l'assoluta prevalenza, in condizioni fisiologiche, di quelle vestibolari.

Le risposte del SNC possono essere: a) segmentarie con il coinvolgimento di un numero minimo di sinapsi ed adattamenti estremamente rapidi (riflesso da stiramento) b) involontarie con meccanismi riflessi che coinvolgono i centri superiori c) volontarie che permettono gli aggiustamenti voluti dal soggetto coinvolgendo la corteccia cerebrale.



Il sistema tonico posturale è regolato in modo automatico e gerarchico.

Il livello più basso del sistema è basato sul riflesso propriocettivo segmentario che è il primo ad intervenire per mantenere la stazione eretta e per i veloci aggiustamenti riflessi in caso di destabilizzazione improvvisa. Il riflesso da stiramento o miotattico (Sherrington 1932) è mono-sinaptico e consiste in una contrazione riflessa di un muscolo quando questo viene stirato. Alla contrazione del muscolo stimolato si associa la contrazione dei muscoli sinergici e l'inibizione dei muscoli antagonisti.

Quando le destabilizzazioni posturali sono di maggiore entità entrano in funzione i meccanismi automatici sottocorticali che, sulla base delle informazioni che provengono dai diversi recettori del sistema posturale, modulerà con programmi più complessi la risposta dei riflessi intervenendo sulla sensibilità dei fusi neuromuscolari.

Il sistema tonico posturale interviene in statica pura per contrastare la forza di gravità, ma anche prima, durante e dopo il movimento. L'attività tonica viene attivata prima di ogni

movimento. Essa lo prepara, lo guida, lo rinforza ed ha una funzione stabilizzatrice di “contrappoggio”.

A livello corticale si ha la programmazione volontaria della variazione del controllo automatico della postura.

PROGRAMMI MOTORI

L’obiettivo fondamentale del sistema di controllo della postura e dell’equilibrio è il mantenimento di una posizione corretta dei segmenti corporei sia in statica che in dinamica ed il continuo controllo visivo dell’ambiente mediante la regolazione della posizione dell’occhio nell’orbita. Lo studio delle vie anatomiche ha evidenziato che i programmi motori hanno come bersaglio i muscoli volontari ed i muscoli estrinseci dell’occhio. Esiste una vera e propria catena di propriocettori distribuiti lungo tutto il corpo dai muscoli podalici fino ai muscoli extraoculari. Le informazioni che partono da questi muscoli forniscono al SNC i segnali che sono all’origine della conoscenza dello schema corporeo e delle sue eventuali modifiche rispetto all’ambiente. La catena cinematica chiusa consente che modifiche apportate ad un elemento provochino un adattamento anche agli altri con ripercussioni su tutto il sistema. Ad esempio una variazione dell’attività dei muscoli oculomotori può provocare un riassetto adattativo di tutta la muscolatura scheletrica e viceversa..

Possiamo quindi parlare di due sottosistemi principali che, sebbene non siano completamente indipendenti, non sono confondibili né funzionalmente né anatomicamente:

- A) controllo statico e dinamico della testa e del corpo (sottosistema motorio-spinale)
- B) oculomotilità (sottosistema oculomotorio)

Il primo sottosistema controlla la postura in statica ed in dinamica mentre il secondo mantiene il controllo visivo dell’ambiente mediante la regolazione della posizione dell’occhio nell’orbita.

I recettori esterni hanno una differente importanza nella funzione dei due sottosistemi.

Per l’oculomotorio hanno un enorme importanza i segnali provenienti dai recettori vestibolari mentre sono poco importanti i segnali visivi e quasi ininfluenti quelli propriocettivi. L’importanza dei segnali labirintici è spiegabile con il fatto che l’occhio deve effettuare dei movimenti che sono proporzionati a quelli della testa nello spazio.

Per la funzione motorio spinale i segnali provenienti dal vestibolo mantengono una notevole influenza (60%) mentre quelli provenienti dalla visione (20%) e dalla propriocezione (20%) aumentano la loro importanza. Nel bambino la propriocezione (30%) è relativamente più

importante della visione (10%), mentre nell'anziano accade il contrario con la visione (30%) che ha maggiore importanza rispetto alla propriocezione (10%).

Per i movimenti oculari il massimo controllo è fornito dai riflessi che partono dalle creste ampollari dei canali semicircolari. Per quanto riguarda, invece, il sottosistema motorio-spinale, il controllo dipende soprattutto dai lettori gravitazionali delle macule dell'utricolo e del sacculo che lavorando a bassa frequenza sono stimolati anche da movimenti molto piccoli. Tutto ciò è importante perché a seconda del disturbo che dobbiamo affrontare avremo sempre un sistema vestibolare che sarà fondamentale per fornirci delle informazioni mentre gli altri due avranno un'importanza diversa nelle varie circostanze.

Il labirinto è attivo ed è capace di leggere i movimenti molto rapidi mentre la visione non riesce a farlo perché ha bisogno di segnali a bassa frequenza. E' per questo motivo che noi possiamo leggere il giornale muovendo la testa mentre non riusciamo a farlo tenendo la testa ferma e muovendo il giornale.

I riflessi di origine labirintica coprono per intero la banda di frequenza tra 0,1 e 100 Hz. per cui il labirinto è capace di leggere qualsiasi movimento tra queste frequenze.

I riflessi di origine visiva (optocinetici) riescono ad attivarsi solo a basse frequenze.

I riflessi propriocettivi (movimenti oculari per stimoli dei muscoli del collo) si attivano a frequenze inferiori ad 1 Hz.

Tutto ciò è importante perché se un paziente riferisce che ha disturbi nei movimenti rapidi non può essere presa in considerazione una eziologia visiva o propriocettiva perché durante i movimenti rapidi i due sistemi non funzionano. La prima cosa a cui si deve pensare quando un paziente ha le vertigini durante i movimenti rapidi è la presenza di una alterazione del sistema labirintico. Anche durante i normali atti della vita (camminare-1-2Hz, correre-3-4Hz) siamo completamente al di fuori del controllo visivo o propriocettivo dei movimenti oculari. Quindi anche le patologie che insorgono in queste condizioni saranno di origine vestibolare.

APPARATO OSTEO-MIO-ARTICOLARE

I muscoli, i tendini e le articolazioni hanno il compito di effettuare gli adattamenti posturali.

E' indispensabile che le componenti osteo-mio-articolari siano in buona salute per consentire gli atteggiamenti posturali ideali.