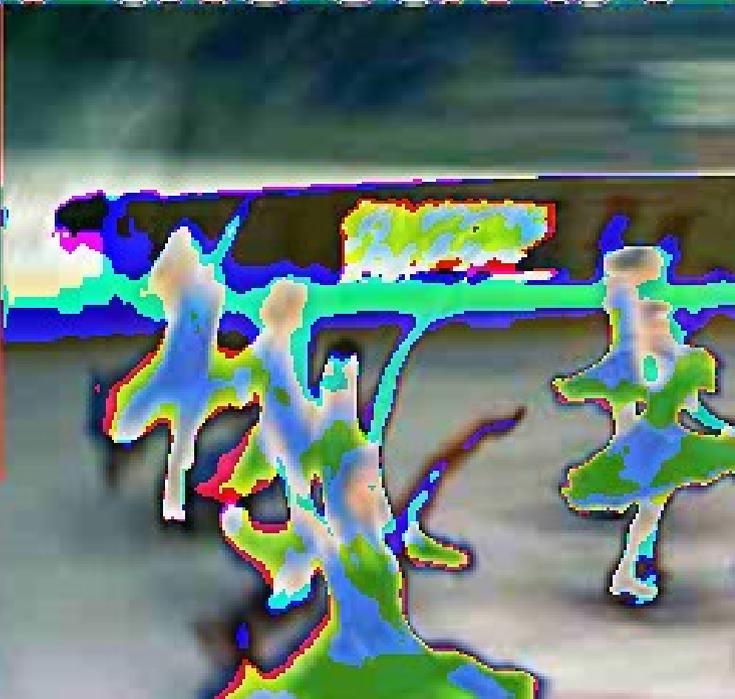


# Medicina fisica e riabilitativa nei disturbi



---

G. BRUGNONI, D. ALPINI

**Medicina fisica e riabilitativa nei disturbi di equilibrio**

---

GUIDO BRUGNONI, DARIO ALPINI

# Medicina fisica e riabilitativa nei disturbi di equilibrio

 Springer

---

GUIDO BRUGNONI  
Servizio di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Casa di Cura Privata "Capitanio"  
Milano  
Coordinatore Master di II livello  
in "Medicina Manuale, Metodiche Posturali e  
Tecniche Infiltrative in Riabilitazione"  
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Roma

DARIO ALPINI  
Servizio ORL-Otoneurologia  
IRCCS "S. Maria Nascente"  
Fondazione "Don Carlo Gnocchi"  
Milano

ISBN 978-88-470-0576-1

Springer fa parte di Springer Science+Business Media

[springer.com](http://springer.com)

© Springer-Verlag Italia 2007

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore. Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'utilizzo di illustrazioni e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla registrazione su microfilm o in database, o alla riproduzione in qualsiasi altra forma (stampata o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La riproduzione di quest'opera, anche se parziale, è ammessa solo ed esclusivamente nei limiti stabiliti dalla legge sul diritto d'autore, ed è soggetta all'autorizzazione dell'editore. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

L'utilizzo in questa pubblicazione di denominazioni generiche, nomi commerciali, marchi registrati, ecc. anche se non specificatamente identificati, non implica che tali denominazioni o marchi non siano protetti dalle relative leggi e regolamenti.

Layout copertina: Simona Colombo, Milano  
Impaginazione: Graphostudio, Milano  
Stampa: Arti Grafiche Nidasio, Assago (Milano)

*Stampato in Italia*  
Springer-Verlag Italia S.r.l., Via Decembrio 28, I-20137 Milano

---

## Presentazione

Un testo che tratti della riabilitazione dei disturbi dell'equilibrio, scritto a due mani - un fisiatra e un audiologo- è un evento culturale e scientifico più unico che raro.

Nel mondo accademico si va facendo strada la consapevolezza che alcuni ambiti patologici, come quello dei disturbi dell'equilibrio, siano appannaggio più che di una disciplina specifica, di un pool multidisciplinare e multiprofessionale.

Il salto culturale che ci aspetta è la trasmissione alle nuove generazioni di medici di un bagaglio formativo trasversale che prenda in considerazione tutti gli aspetti diagnostici e terapeutici dei disturbi dell'equilibrio e della postura.

Il libro, di cui abbiamo l'onore di scrivere la presentazione, sicuramente risponde proprio a questa esigenza. Entrambi gli Autori, di lunga esperienza professionale e didattica, hanno messo a disposizione dei lettori il loro bagaglio culturale preziosissimo, sia per gli aspetti diagnostici, sia terapeutici.

In particolare, il Prof. Brugnoli che conosciamo da molti anni e di cui abbiamo apprezzato l'impegno clinico e didattico, garantisce la qualità nei percorsi riabilitativi descritti. Non è un caso che abbiamo affidato a lui il coordinamento del Master di II livello da noi attivato all'Università La Sapienza di Roma "Medicina Manuale, Metodiche Posturali e Tecniche Infiltrative in Riabilitazione". Abbiamo apprezzato, proprio all'interno dell'impianto didattico del Master, l'importante spazio dedicato ai disturbi posturali e agli interventi di medicina manuale per le patologie di riferimento.

Non ho dubbi che il testo che gli autori ci propongono sarà utilissimo sia per i discenti del Master, sia per gli specializzandi della Scuola di Specializzazione di Medicina Fisica e Riabilitativa da me diretta, nonché per gli allievi dei Corsi di Laurea per Fisioterapista.

L'augurio è che questo volume sia uno stimolo per attivare nuovi filoni di ricerca congiunti, nella consapevolezza che ancora numerosi siano gli ambiti da sviluppare e da definire in tema di disturbi dell'equilibrio e della postura.

*Milano, febbraio 2007*

*Prof. Valter Santilli  
Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Direttore della Cattedra e della Scuola di Specializzazione  
Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Roma*

---

## Prefazione

Comunemente si pensa all'equilibrio come al nostro sesto senso. In realtà non si tratta di un senso, ma di una funzione complessa che richiede l'efficiente integrazione di efficaci informazioni sensoriali. Pertanto i disturbi dell'equilibrio possono presentarsi in forme che riguardano sia l'aspetto psico-emotivo, quali la paura di cadere o la vertigine d'altezza, sia l'aspetto più strettamente neurologico, quali difficoltà di coordinazione, sia l'aspetto motorio, come l'instabilità. Così è frequente che i pazienti che lamentano vertigine o Disequilibrio passino da uno specialista all'altro (generalmente otorino, neurologo, ortopedico, oculista, dentista) prima di ottenere una diagnosi precisa e una proposta terapeutica specifica. In tal modo però viene meno quella visione di insieme del paziente e della sua sintomatologia, che invece è indispensabile per affrontare una funzione complessa, ma unitaria.

Un ulteriore problema nell'approccio ai pazienti con vertigine deriva dalla difficoltà di trasferire l'esperienza del singolo in evidenza sperimentale. In altri termini, la funzione di equilibrio è tanto complessa e i differenti aspetti sono tanto embricati e integrati che approntare studi clinici che assolvano alle necessità della medicina basata sull'evidenza è difficoltoso.

Il medico che si trova ad affrontare un paziente affetto da vertigine da un lato deve possedere competenze plurispecialistiche, dall'altro, al momento della programmazione della terapia, non trova conforto nei dati della letteratura. Ecco allora che proprio la vertigine può divenire il campo per sperimentare il passaggio concettuale dalla medicina basata sull'evidenza alla medicina basata sull'esperienza. In altri termini, per affrontare e risolvere i problemi della vertigine, il medico deve utilizzare tutte le sue conoscenze specialistiche specifiche, integrarle con aspetti interdisciplinari, confrontarsi con dati della letteratura spesso contraddittori e, sulla base della propria esperienza, costruire un percorso diagnostico che porti all'evidenza del successo terapeutico.

Proprio su questa base, alla fine degli anni '80, si è sviluppata la collaborazione tra un audiologo (il sottoscritto) e un fisiatra (Brugnoni). Il campo sperimentale fu una delle vertigini più complesse da affrontare: la malattia di Ménière.

Visitando insieme i pazienti, confrontando differenti punti di vista, accumulando esperienze, giungemmo alla proposta di un trattamento manipolativo di uno specifico distretto del rachide (la cerniera cervico-dorsale). Verificammo che questo approccio consentiva di ridurre la frequenza e l'intensità degli attacchi. Corroborata dai risultati, la collaborazione interspecialistica si è progressivamente approfondita, arricchendosi di altre figure specialistiche, quali neurologi, geriatri, dietologi, cardiologi, allergologi, cercando sempre di ricomporre progressivamente quell'unitarietà di approccio ai disturbi dell'equilibrio che corrisponde all'unitarietà della funzione.

Questo libro è il risultato del lavoro di confronto continuo e costante di anni, confronto che si è indirizzato a trovare elementi complementari tra l'audiologia e la medicina riabilitativa, perché è indubbio che la riabilitazione è uno degli strumenti terapeutici più potenti ed efficaci nel trattamento dei pazienti con vertigini.

Sono certo che, oltre ad una funzione pratica nel risolvere i problemi clinici, il presente libro potrà essere uno stimolo alla collaborazione tra diversi specialisti per lo sviluppo di nuove ricerche in questo difficile campo.

*Milano, febbraio 2007*

*Prof. Antonio Cesarani  
Professore Ordinario di Audiologia  
Direttore della U.O. di Audiologia  
Fondazione Policlinico Mangiagalli - Regina Elena, Milano  
Direttore Scuola di Specializzazione  
Audiologia e Foniatria  
Università degli Studi di Milano,  
Milano*

---

# Indice

Introduzione .....	XV
--------------------	----

## PARTE PRIMA - BASI ANATOMO-FISIOLOGICHE

<b>Capitolo 1. Sistema vestibolare</b> .....	<b>3</b>
--	----------

1.1 Udito (coclea).....	4
1.2 Accelerazioni lineari (vestibolo) .....	5
1.3 Accelerazioni angolari (canali semicircolari) .....	6
1.4 Riflessi vestibolari .....	9
1.5 Considerazioni funzionali .....	11

<b>Capitolo 2. Rachide</b> .....	<b>15</b>
----------------------------------	-----------

2.1 Vertebre .....	16
2.2 Apparato disco-somatico .....	17
2.3 Articolazioni interapofisarie .....	18
2.4 Legamenti .....	18
2.5 Canale vertebrale .....	18
2.6 Midollo spinale .....	19
2.7 Radici spinali.....	19
2.8 Vascolarizzazione del rachide .....	21
2.9 Muscolatura del rachide.....	22
2.10 Suddivisione del rachide.....	23
2.10.1 <i>Rachide cervicale superiore</i> .....	23
2.10.2 <i>Rachide cervicale inferiore</i> .....	24
2.10.3 <i>Rachide toracico</i> .....	25
2.10.4 <i>Rachide lombare</i> .....	26
2.10.5 <i>Sacro</i> .....	26
2.10.6 <i>Coccige</i> .....	26
2.11 Considerazioni funzionali .....	27

<b>Capitolo 3. Controllo della postura e della stabilità dinamica della testa</b>	<b>33</b>
3.1 Controllo della postura.....	33
3.1.1 <i>Gravità</i> .....	33
3.1.2 <i>Appoggio sul terreno</i> .....	34
3.1.3 <i>Geometria corporea</i> .....	35
3.1.4 <i>Posizione del corpo rispetto all'ambiente</i> .....	36
3.1.5 <i>Stato di tensione della muscolatura tonica antigravitaria (tono posturale)</i> .....	41
3.1.6 <i>Controllo dinamico della postura</i> .....	43
3.1.7 <i>Controllo dinamico della stabilità della testa</i> .....	44
3.1.8 <i>Considerazioni funzionali</i> .....	45
3.2 Occlusione e postura (di F. Marin) .....	46
<b>Capitolo 4. Controllo della postura e regolazione cardio-respiratoria</b>	<b>55</b>
4.1 Controllo della regolazione cardio-respiratoria .....	55
4.2 Considerazioni funzionali .....	59
<b>Capitolo 5. Modello funzionale del controllo dell'equilibrio</b>	<b>61</b>
(di A. Cesarani)	
5.1 Modello funzionale dell'equilibrio .....	61
5.2 Considerazioni funzionali .....	65
 <b>PARTE SECONDA - DIAGNOSI</b>	
<b>Capitolo 6. Anamnesi</b>	<b>69</b>
6.1 Introduzione .....	69
6.2 Anamnesi .....	69
<b>Capitolo 7. Esame clinico vestibolare</b>	<b>75</b>
7.1 Controllo della stazione eretta e della postura.....	75
7.2 Controllo del cammino.....	79
7.3 Controllo della stabilità del campo visivo.....	80
7.4 Controllo della stabilità della testa .....	84
7.5 Controllo dell'orientamento.....	84

<b>Capitolo 8. Esame del rachide</b>	<b>89</b>
8.1 Esame statico .....	90
8.2 Esame dinamico.....	91
8.2.1 <i>Studio della flessione</i> .....	92
8.2.2 <i>Studio della estensione</i> .....	92
8.2.3 <i>Studio della lateroflessione</i> .....	93
8.2.4 <i>Studio della rotazione</i> .....	93
8.3 Esame locale dei segmenti mobili.....	93
8.4 Esame dei tessuti molli (o dei segni miofasciali) ....	96
8.5 Esame dei segni neurologici e della dura madre.....	99
<b>Capitolo 9. Esami strumentali</b>	<b>101</b>
9.1 Esami strumentali delle funzioni vestibolari.....	101
9.1.1 <i>Controllo dell'oculomozione</i> .....	101
9.1.2 <i>Controllo della postura e della stabilità dinamica del capo</i> .....	108
9.1.3 <i>Controllo del cammino</i> .....	113
9.2 Studio diagnostico dei TSA e insufficienza vertebrobasilare (IVB) (di P.M. Bavera) .....	120
9.2.1 <i>Insufficienza vertebrobasilare</i> .....	121
9.2.2 <i>Eziologia delle lesioni vertebrobasilari</i> .....	124
9.2.3 <i>Diagnosi di IVB</i> .....	125
9.3 Imaging del temporale (di S. Livian & T. Kouri).....	130
9.3.1 <i>Orecchio medio</i> .....	133
9.3.2 <i>Labirinto membranoso</i> .....	133
9.3.3 <i>Deiscenza dei canali semicircolari</i> .....	134
9.3.4 <i>Strutture nervose</i> .....	135
9.3.5 <i>Conflitti neuro-vascolari</i> .....	135
<b>Capitolo 10. Bilancio funzionale e diagnosi di trattamento</b>	<b>137</b>
10.1 Quantificazione dei disturbi dell'equilibrio.....	139

## PARTE TERZA - TERAPIA

<b>Capitolo 11. Rieducazione vestibolare</b>	<b>147</b>
11.1 Recupero funzionale .....	147
11.2 Rieducazione vestibolare .....	151
11.2.1 <i>Riabilitazione vestibolare secondo il Metodo MCS</i> ....	153

---

**Capitolo 12. Manipolazioni vertebrali e terapie manuali** 157

12.1	Meccanismo d'azione delle manipolazioni vertebrali...	158
12.2	Classificazione delle manipolazioni .....	160
12.2.1	<i>Localizzazione della manipolazione</i> .....	161
12.3	Regola del non dolore e del movimento contrario ....	161
12.4	Tecniche manipolative di base .....	162
12.4.1	<i>Rachide cervicale (C2/C3–C7/T1)</i> .....	162
12.4.2	<i>Cerniera cervico-toracica (C7–T1)</i> .....	163
12.4.3	<i>Rachide toracico 1° (T2/3–T8/9)</i> .....	165
12.4.4	<i>Rachide toracico 2° (T3/4–T8/9)</i> .....	166
12.4.5	<i>Cerniera toraco-lombare (T8–L3)</i> .....	167
12.4.6	<i>Rachide lombare (T9–L5/S1)</i> .....	167
12.5	Rischi delle manipolazioni vertebrali.....	170
12.6	Terapia manuale .....	170
12.6.1	<i>Tecniche articolari</i> .....	171
12.6.2	<i>Tecniche muscolari</i> .....	172
12.6.3	<i>Tecniche per cute e sottocute</i> .....	172

---

**Capitolo 13. Rieducazione posturale** 173

13.1	Programma motorio .....	174
13.2	Riprogrammazione senso-motoria di Revel e Morin	176
13.3	Presenza di coscienza attraverso il movimento secondo Feldenkrais.....	177
13.4	Metodo McKenzie.....	178
13.5	Metodo di rieducazione muscolare basato sui riflessi posturali di Bugnet van der Voort .....	179
13.6	Rieducazione posturale globale di Ph. E. Souchart	180
13.7	Rieducazione mediante le superfici percettive di E. Spadini .....	180
13.8	Kinesio® taping.....	182
13.9	Rieducazione della vita sedentaria .....	182
13.9.1	<i>Desk-gym</i> .....	182
13.9.2	<i>Traffic-gym</i> .....	183

---

**Capitolo 14. Terapia fisica strumentale** 185

14.1	Laser.....	185
14.2	Elettrostimolazione transcutanea (TENS).....	186
14.3	Tappeto propriocettivo.....	188
14.4	Lenti prismatiche.....	189
14.5	Pedana oscillante con labirinto .....	189

14.6	Rieducazione del “centro di gravità” mediante <i>feedback</i> visivo (esercizi con pedana stabilometrica computerizzata) .....	191
14.7	Rieducazione e allenamento visuo-proprioceettivo ad alta frequenza (sistema Delos) .....	192
14.8	Biofeedback .....	194
14.9	Autotrazione lombare: un metodo di riprogrammazione sensitivo-motoria .....	197

## **Capitolo 15. Terapia farmacologica** 203

---

15.1	Neurotrasmettitori e farmaci .....	203
15.1.1	<i>Acetilcolina</i> .....	203
15.1.2	<i>Dopamina</i> .....	204
15.1.3	<i>Catecolamine</i> .....	205
15.1.4	<i>Gaba</i> .....	205
15.1.5	<i>Istamina</i> .....	205
15.1.6	<i>Serotonina (5HT)</i> .....	206
15.2	Terapia sintomatica .....	207
15.2.1	<i>Farmaci vestibolo-plegici</i> .....	207
15.2.2	<i>Farmaci antiemetici</i> .....	208
15.3	Farmacoterapia specifica .....	209
15.3.1	<i>Terapia eziologica</i> .....	210
15.3.2	<i>Terapia patogenetica</i> .....	210
15.3.3	<i>Terapia per il recupero funzionale</i> .....	211
15.3.4	<i>Medicina naturale e omeopatica</i> .....	212
15.4	Medicina basata sull'evidenza (EBM) e farmacoterapia delle vertigini .....	212

## **PARTE QUARTA - CLINICA**

### **Capitolo 16. Vertigine acuta** 215

---

16.1	Quadro clinico .....	215
16.2	Terapia .....	216

### **Capitolo 17. Vertigine parossistica posizionale** 225

---

17.1	Quadro clinico .....	226
17.2	Terapia .....	226
17.2.1	<i>Manovra di Semont</i> .....	228
17.2.2	<i>Manovra di Epley</i> .....	229

17.2.3 <i>Manovra di Lempert</i> .....	231
17.2.4 <i>Medicina manuale</i> .....	231
<b>Capitolo 18. Malattia di Menière</b> .....	<b>233</b>
18.1 Quadro clinico.....	233
18.2 Terapia.....	235
<b>Capitolo 19. Vertigine “cervicale”</b> .....	<b>237</b>
19.1 Vertigine nel paziente anziano .....	238
19.1.1 <i>Vertigine acuta</i> .....	238
19.1.2 <i>Vertigine parossistica posizionale benigna</i> .....	239
19.1.3 <i>Vertigine posizionale maligna</i> .....	239
19.1.4 <i>Instabilità</i> .....	241
19.1.5 <i>Terapia</i> .....	241
19.2 Vertigine nel paziente giovane.....	253
19.2.1 <i>Quadro clinico</i> .....	253
19.2.2 <i>Terapia</i> .....	255
<b>Capitolo 20. Instabilità da trauma distorsivo cervicale</b> .....	<b>257</b>
20.1 Quadro clinico.....	258
20.2 Terapia.....	259
20.2.1 <i>Fase di esordio (abitualmente sino a 1 mese dal trauma)</i> .....	259
20.2.2 <i>Fase di recupero (1-6 mesi)</i> .....	261
20.2.3 <i>Fase di rimodellamento o cronica (&gt; 6 mesi)</i> .....	263
<b>Lecture consigliate</b> .....	<b>273</b>

---

## Introduzione

La vertigine e i disturbi dell'equilibrio sono sintomi molto comuni nella popolazione. In relazione all'età, hanno prevalenza dal 5 al 10% e sono particolarmente frequenti sopra i 40 anni, tanto da essere la prima motivazione di una visita medica sopra i 65 anni.

Entrambe sono i sintomi di una disfunzione (non sempre di una malattia o di una lesione) del sistema vestibolare, complesso sistema senso-motorio, filogeneticamente molto antico e molto precoce nello sviluppo embriologico.

I compiti primordiali del sistema vestibolare sono rilevare l'accelerazione di gravità e attuare l'attività tonica antigravitaria per mantenere la stazione eretta, tramite i riflessi vestibolo-spinali. In tal modo, si rendono possibili sia l'orientamento del soggetto nello spazio, sia il movimento armonico, coordinato e finalistico nell'ambiente (cammino, salto, corsa...). Un compito filogeneticamente più recente, ma indispensabile per la "normalità" della nostra vita quotidiana, è la stabilizzazione del campo visivo durante i movimenti del capo o del corpo, tramite i riflessi vestibolo-oculomotori.

Il sistema vestibolare umano rilevando, come già detto, sia l'accelerazione di gravità (macule otolitiche), sia le accelerazioni angolari della testa (canali semicircolari), fornisce l'unità di misura sulla quale le informazioni sensoriali visive, uditive, tattili e soprattutto propriocettive, vengono integrate, a livello delle strutture tronco-cerebellari, in modo da costruire l'esperienza senso-motoria, già dalla vita fetale. L'ancestralità delle informazioni vestibolari spiega il profondo impatto emotivo della vertigine che determina un reale "disorientamento" spazio-temporale del paziente, il quale non trova più i suoi riferimenti nell'ambiente.

Il sistema vestibolare controlla anche le funzioni neurovegetative che in qualche modo hanno rapporto con la stazione eretta e il movimento, come la regolazione della pressione arteriosa e della funzione respiratoria.

La complessità delle informazioni sensoriali e delle regolazioni motorie e

neurovegetative in cui il sistema vestibolare è coinvolto rende ragione della frequenza della vertigine e del disequilibrio, della complessità delle cause che provocano questi sintomi, nonché della difficoltà di un approccio terapeutico unitario.

Se il sistema vestibolare fornisce le informazioni primarie necessarie al controllo della stazione eretta, il rachide la realizza. La colonna vertebrale ha anche il compito di allineare la testa rispetto alla verticale gravitaria. Non bisogna però dimenticare che la stabilità del rachide è una stabilità dinamica: rigidità e mobilità si armonizzano in relazione a quanto l'Homo Erectus desidera compiere (stare seduto davanti alla televisione, correre, saltare, nuotare...). Pertanto, le informazioni provenienti dai propriocettori vertebrali sono indispensabili sia per stabilizzare la colonna in relazione alla gravità, sia per permettere i movimenti riflessi, automatici o volontari della testa e/o del corpo.

La propriocezione e la somatoestesi rappresentano dunque la più ampia "superficie di lavoro" disponibile al terapeuta; di conseguenza, le metodiche fisiche e riabilitative in senso generale e, in particolare, quelle della medicina manuale hanno un elevato potenziale curativo della vertigine e del disequilibrio.

La nostra esperienza, basata su molti anni di collaborazione, ci ha dimostrato che la medicina fisica e riabilitativa è in grado di attuare una correzione delle strategie senso-motorie di equilibrio efficace ed efficiente.

Tuttavia, la correzione delle strategie non sempre risolve la sintomatologia. Ciò testimonia la complessità della funzione equilibrio nell'uomo, funzione psico-senso-motoria, in cui gli aspetti cognitivi ed emozionali sono importanti tanto quanto gli aspetti senso-motori nel delineare un "comportamento" normale o patologico.

Le ricerche di Watzlawick e della Scuola di Palo Alto hanno evidenziato che i cambiamenti del comportamento umano, in senso generale, indotti da specifiche tecniche terapeutiche, possono avvenire a due livelli: la riorganizzazione e la ristrutturazione. Nel primo caso, la terapia "riorganizza" gli elementi di un sistema, ottimizzandone l'efficienza. La ristrutturazione, invece, modifica "strutturalmente", introducendo schemi comportamentali originali. Si tratta della stessa differenza esistente anche tra la terapia medica e la terapia chirurgica: la prima interviene generalmente valorizzando il potenziale di salute residuo del paziente, mentre la seconda "invade" il paziente, modificando strutturalmente la parte malata.

Anche nell'ambito della cura riabilitativa delle vertigini possiamo riscontrare la stessa differenza tra riorganizzazione e ristrutturazione. Ad esempio, la rieducazione vestibolare basata sull'assuefazione, cioè sulla ripetizione di

esercizi che provocano vertigine, agisce riorganizzando gli elementi del sistema dell'equilibrio, in modo che il sistema nervoso centrale si adatti. Tale modalità di intervento può funzionare quando il danno vestibolare è sostanzialmente un danno quantitativo, quando cioè un elemento periferico del sistema vestibolare è mal funzionante, ma l'organizzazione centrale è ancora efficiente.

Quando il danno è anche qualitativo, nel senso di una inadeguata capacità del Sistema vestibolare di organizzare correttamente le componenti sensoriali e motorie, questo approccio non può essere risolutivo. In tal caso, le tecniche di riprogrammazione senso-motoria, in generale, e della medicina manuale, più in particolare, possono invece realizzare una riabilitazione vestibolare basata sulla ristrutturazione.

In questo volume abbiamo integrato 15 anni di confronto interspecialistico nella diagnosi e terapia dei pazienti affetti da vertigine e disequilibrio. In tal modo, intendiamo fornire la basi per una modalità di comunicazione efficace ed efficiente tra differenti specialisti che spesso dello stesso paziente considerano solo l'ambito di loro competenza.

La nostra trattazione ha un'impostazione soprattutto pratica; infatti riduce all'essenziale sia i richiami di anatomia e fisiologia del sistema vestibolare e dell'apparato muscolo-scheletrico, sia l'illustrazione dettagliata delle varie tecniche manuali e riabilitative, mentre descrive con maggior attenzione come attuare una diagnosi ed un trattamento "interspecialistico".

Anche per quanto riguarda la bibliografia non abbiamo citato né tutte le pubblicazioni reperibili in letteratura relative agli argomenti trattati, né tutte quelle consultate, ma abbiamo arbitrariamente selezionato quelle che hanno maggiormente inciso nella maturazione della nostra esperienza interspecialistica e nella preparazione di questo lavoro.

Nel complesso si è enfatizzata l'esperienza rispetto all'evidenza, perché anche la riabilitazione delle vertigini risente del problema complessivo della validazione della medicina riabilitativa in generale.

Siamo convinti, d'altra parte, che solo continuando a integrare le conoscenze sul sistema vestibolare, principale controllore, e sul rachide, principale effettore del movimento, si potrà progredire sia nello studio di questi due grandi sistemi, sia nella risoluzione di disturbi ad alto impatto sociale, quali la vertigine ed il disequilibrio, validando progressivamente le varie terapie secondo le tecniche della medicina basata sull'evidenza.

## **PARTE PRIMA**

### **Basi anatomo-fisiologiche**

# Sistema vestibolare

L'equilibrio umano è una funzione complessa, controllata dal sistema vestibolare (SV), che consente l'interazione dinamica del soggetto con l'ambiente circostante, in armonia con la forza di gravità. Il SV esplica, nel complesso, differenti funzioni che si integrano dinamicamente nella nostra vita quotidiana:

- esplorazione;
- orientamento;
- coordinazione;
- navigazione.

Il sistema nervoso centrale (SNC) recepisce istante per istante, attraverso la vista, l'udito e l'olfatto, riferimenti ambientali che vengono elaborati nelle strutture del SV (esplorazione), confrontati con i riferimenti gravitazionali (orientamento), in modo da elaborare strategie motorie che consentono di muoverci armonicamente (coordinazione) e finalisticamente nello spazio circostante (navigazione). I principali recettori sensoriali sono situati nell'orecchio interno. L'**orecchio interno** è una struttura molto complessa costituita da cavità (labirinto) scavate in un blocco di osso compatto (rocca petrosa dell'osso temporale). Il labirinto osseo viene schematicamente suddiviso in una componente anteriore, coclea, ed una posteriore. All'interno delle cavità ossee che costituiscono il labirinto osseo si trova il labirinto membranoso, che contiene le strutture recettoriali dell'udito (coclea o labirinto anteriore) e dell'equilibrio (vestibolo e canali semicircolari, costituenti il labirinto posteriore).

La **coclea** è così detta perché ha una forma a chiocciola, contiene le cellule uditive disposte lungo i suoi giri, a costituire l'organo recettoriale uditivo o organo del Corti. Le cellule acustiche, suddivise in relazione alla loro posizione lungo i giri cocleari, in cellule acustiche esterne ed interne, sono in contatto sinaptico con le fibre terminali del ramo cocleare del nervo cocleo-vestibolare, VIII paio dei nervi cranici.

Il **labirinto posteriore** contiene l'organo dell'equilibrio ed è composto da una parte centrale detta vestibolo, in comunicazione con tre canali semicircolari disposti tra loro perpendicolarmente. Gli organi sensoriali del

sistema vestibolare sono rappresentati dalle macule dell'utricolo e del sacculo, nel vestibolo, specificamente deputate a percepire il vettore gravità e le accelerazioni lineari della testa e dai recettori ampollari dei canali semicircolari, sensibili alle accelerazioni angolari che il capo subisce durante il movimento. I recettori vestibolari sono in contatto sinaptico con le fibre terminali del ramo vestibolare del nervo cocleo-vestibolare, VIII paio dei nervi cranici.

I recettori sensoriali dell'orecchio interno sono le cellule ciliate, elementi epiteliali specializzati per la trasduzione sensoriale, situati in regioni specifiche dell'epitelio che ricopre la superficie interna del labirinto membranoso, quali le macule dell'utricolo e del sacculo, le creste ampollari dei canali semicircolari e l'organo di Corti della coclea.

I nervi cocleare e vestibolare fuoriescono dall'osso temporale attraverso un canale osseo chiamato condotto uditivo interno, all'interno del quale si fondono in un unico nervo ed entrano nel tronco dell'encefalo, a livello della giunzione bulbo-pontina.

Le strutture sensoriali periferiche dell'apparato vestibolare sono strettamente imparentate con quelle dell'apparato uditivo. Gli organi recettoriali dei due apparati condividono, infatti, l'origine embrionale dal placode otico. Il sistema uditivo è, inoltre, anche funzionalmente connesso con il sistema motorio, controllato a sua volta dal SV: compito primordiale dell'udito è infatti quello di localizzarci nello spazio circostante, superando i limiti del campo visivo, e di consentire la ricezione dei segnali d'allarme per attuare la fuga dal pericolo.

---

## 1.1 Udito (coclea)

Il **suono** si propaga in un mezzo per onde di compressione e rarefazione dal padiglione uditivo, lungo il condotto uditivo esterno fino alla membrana timpanica, che chiude il condotto uditivo stesso. La catena ossiculare (martello, incudine, staffa) consente di trasmettere le vibrazioni del timpano fino alla finestra ovale e da questa all'organo del Corti. Le caratteristiche dell'organo del Corti fanno sì che le frequenze più elevate (suoni acuti) stimolino soprattutto le zone poste alla base della coclea, mentre le frequenze più basse (suoni gravi) stimolano le porzioni apicali. Solo un piccolo gruppo di cellule ciliate, ma non altre, saranno sollecitate da quella particolare frequenza sonora. Questo permette di analizzare con grande precisione il segnale acustico e di percepire anche piccole variazioni di

frequenza e, quindi, del tono dello stimolo sonoro (tonotopismo cocleare). La distribuzione tonotopica dei segnali si ritrova poi anche nei nuclei cocleari e lungo le vie acustiche fino alla corteccia uditiva.

---

## 1.2 Accelerazioni lineari (vestibolo)

Gli organi otolitici, contenuti nelle cavità labirintiche del sacculo e dell'utricolo, sono sensibili alle accelerazioni lineari cui è sottoposto il capo. Questi stimoli comprendono le accelerazioni generate nel corso di movimenti di flessione o di traslazione lineare della testa e l'accelerazione di gravità, che esercita costantemente la sua azione sul corpo.

La disposizione spaziale degli organi otolitici fa sì che l'utricolo sia maggiormente sensibile alle accelerazioni che avvengono nel piano orizzontale, mentre il sacculo a quelle che avvengono nel piano verticale.

All'interno delle cavità dell'utricolo e del sacculo è presente un ispessimento dell'epitelio, detto macula, che rappresenta la struttura recettoriale vera e propria. I ciuffi di ciglia dei recettori sporgono dalla superficie della macula e sono immersi in una sostanza gelatinosa al di sopra della quale è posta una membrana fibrosa, la membrana otolitica, che contiene numerosi cristalli di carbonato di calcio, detti otoconi. Gli otoconi rendono la membrana otolitica notevolmente più densa e pesante rispetto alle strutture e ai liquidi circostanti, di modo che, quando la testa si flette, la forza di gravità determina uno spostamento relativo della membrana otolitica rispetto alla macula, il che si traduce in una deflessione dei ciuffi di ciglia. Un simile spostamento relativo avviene quando la testa eretta è sottoposta a un movimento di traslazione lineare, come durante la deambulazione; la maggior massa relativa della membrana otolitica fa sì che questa rimanga temporaneamente indietro rispetto al movimento della macula, inducendo così un transitorio spostamento delle ciglia. Nella normale posizione anatomica del capo, la macula dell'utricolo è posta sul piano orizzontale, mentre quella del sacculo è posta su quello verticale. In tal modo, l'utricolo è sensibile a movimenti della testa sul piano orizzontale, come flessioni laterali della testa o movimenti traslatori in senso laterale, laddove il sacculo risponde a movimenti sul piano verticale, come movimenti dal basso verso l'alto oppure in direzione antero-posteriore sul piano sagittale. Inoltre, le macule dell'utricolo e del sacculo dei due lati hanno una disposizione simmetrica e perciò all'eccitazione delle cellule ciliate di un lato corrisponde l'inibizione dei recettori controlaterali cor-

rispondenti. In questo modo, le informazioni relative ai movimenti del capo nelle diverse direzioni che arrivano al sistema nervoso centrale sono il risultato dall'attività combinata degli organi recettoriali dei due lati. Gli organi otolitici rispondono alle accelerazioni lineari generate durante i movimenti traslatori del capo, ma sono anche in grado di rilevare, momento per momento, la posizione della testa nello spazio. Quando il capo è in posizione eretta, i neuroni sensoriali del ganglio di Scarpa, connessi con i recettori maculari, presentano un'attività basale piuttosto sostenuta. In risposta a movimenti del capo, si osservano variazioni fasiche di questa attività, che trasmettono informazioni relative all'accelerazione lineare dovuta al movimento, e variazioni toniche che codificano la posizione statica della testa. Le informazioni relative ad ogni movimento o posizione del capo non sono dovute all'attivazione di specifici recettori, ma all'attività globale degli apparati sensoriali interessati.

---

### 1.3 Accelerazioni angolari (canali semicircolari)

Il labirinto membranoso è fissato, mediante fibre connettivali, alle pareti del labirinto osseo. Lo spazio tra labirinto osseo e labirinto membranoso è ripieno di una soluzione salina, la perilinfia, la cui composizione è simile a quella dei liquidi extracellulari (ricca in  $\text{Na}^+$ , povera in  $\text{K}^+$  e relativamente ricca in  $\text{Ca}^{++}$ ). All'interno del labirinto membranoso, invece, è presente l'endolinfia, la cui composizione è simile a quella dei liquidi intracellulari (alta concentrazione di  $\text{K}^+$ , bassa di  $\text{Na}^+$  e molto bassa di  $\text{Ca}^{++}$ ). Come già esposto, i canali semicircolari sono disposti su tre piani approssimativamente perpendicolari tra loro: il canale anteriore è posto sul piano frontale, quello posteriore sul piano anteroposteriore o sagittale e il canale orizzontale sul piano orizzontale o trasversale. I canali semicircolari, di forma circolare, si aprono nella cavità dell'utricolo e sono disposti su tre piani perpendicolari tra di loro, con un'inclinazione di circa  $30^\circ$  rispetto al piano orizzontale. In prossimità di uno degli sbocchi nell'utricolo, ogni canale presenta una dilatazione detta ampolla, nella quale è contenuto l'epitelio sensoriale. All'interno dell'ampolla, l'epitelio forma un rilievo disposto ortogonalmente all'asse del canale, detto cresta ampollare, sulla quale sono situati i recettori. I ciuffi di ciglia delle cellule recettrici sono inglobati in una struttura gelatinosa, detta cupola, che oblitera completamente il lume del condotto in corrispondenza della cresta. A differenza della membrana otolitica, la cupola ha la stessa densità dell'endo-

linfa. Di conseguenza, accelerazioni lineari non determinano alcuno spostamento relativo della cupola rispetto all'endolinfa e, quindi, non stimolano i recettori. Per contro, la stimolazione di questi recettori sarà prodotta da accelerazioni angolari, alle quali è sottoposto il capo nel corso di movimenti rotatori. Infatti, quando il capo ruota sul piano di uno dei canali semicircolari, l'endolinfa, a causa della sua inerzia, segue con ritardo il movimento del dotto membranoso in cui è contenuta. Si genera così una corrente endolinfatica, diretta lungo l'asse del canale in direzione opposta a quella del movimento del capo, la quale induce una distorsione della cupola che si traduce nella deflessione dei ciuffi di ciglia in essa inglobati. Se la velocità di rotazione diventa costante, la corrente endolinfatica si annulla, la cupola riacquista la sua posizione abituale cessando così la stimolazione dei recettori. Per contro, alla fine della rotazione, l'endolinfa continua per un breve tempo il suo movimento, generando una nuova corrente endolinfatica e, quindi, uno stimolo per i recettori, con direzione opposta a quella prodotta all'inizio del movimento.

Ogni canale semicircolare è accoppiato anatomicamente e funzionalmente con il controlaterale. Infatti, entrambi i canali laterali si trovano sul piano orizzontale, mentre i canali posteriori sono disposti sul medesimo piano dei canali superiori controlaterali. Le coppie di canali hanno una disposizione speculare. Di conseguenza, la rotazione del capo sul piano di una coppia di canali indurrà l'attivazione dei recettori ampollari di un lato e l'inibizione di quelli del canale controlaterale corrispondente. Come avviene per i movimenti lineari rilevati dagli organi otolitici, anche l'informazione relativa ai movimenti di rotazione del capo è il risultato dell'azione combinata delle strutture recettoriali poste sui due lati. Movimenti semplici su un unico piano sono rilevati da una sola coppia di canali, mentre movimenti rotatori con traiettorie più complesse vengono rilevati dalle tre coppie di canali contemporaneamente. I neuroni sensoriali del ganglio di Scarpa, che trasmettono le informazioni sensoriali vestibolari, sono caratterizzati da un'attività sostenuta anche in condizioni di riposo derivate dall'attività maculare. In tal modo, il neurone vestibolare è in grado di segnalare, attraverso l'aumento o la diminuzione della frequenza di scarica, stimolazioni sensoriali di segno opposto.

Ciascuna accelerazione angolare a cui è sottoposto il capo è, quindi, codificata da tre segnali di velocità angolare, ognuno derivato dall'attività reciproca di ogni coppia di canali semicircolari. Attraverso l'integrazione dei segnali derivati dalle diverse popolazioni di neuroni sensoriali vestibolari, il sistema nervoso centrale computa i parametri relativi al movimento della testa nelle tre dimensioni dello spazio.

Le cellule ciliate vestibolari sono in contatto sinaptico con i prolungamenti periferici dei neuroni del ganglio di Scarpa, la cui funzione è quella di trasmettere l'informazione sensoriale dalla periferia recettoriale ai nuclei vestibolari.

Il complesso nucleare vestibolare, che occupa una vasta porzione della regione dorsale del midollo allungato e del ponte, è costituito da quattro suddivisioni principali (i nuclei vestibolari laterale, mediale, superiore ed inferiore, che si differenziano per la citoarchitettura, le connessioni afferenti ed efferenti e le caratteristiche funzionali) e tre gruppi accessori (X, Y, Z).

Il nucleo vestibolare laterale (nucleo di Deiters) riceve informazioni sensoriali dai recettori vestibolari ed afferenze dal midollo spinale e dal cervelletto, dal quale proviene una proiezione inibitoria diretta dalle cellule di Purkinje della corteccia vermiciana. I neuroni situati nella porzione ventrale del nucleo mandano i loro assoni nel tratto vestibolo-spinale laterale, che proietta ipsilateralmente al corno anteriore del midollo spinale, dove esercita una potente azione eccitatoria sui motoneuroni  $\alpha$  e  $\gamma$ , che innervano la muscolatura estensoria dell'arto inferiore e flessoria del superiore. Tale facilitazione tonica della muscolatura antigravitazionaria è fondamentale per il mantenimento della postura e della stazione eretta. L'azione facilitatoria esercitata dai neuroni del nucleo vestibolare laterale sulla muscolatura antigravitazionale è sottoposta ad un controllo tonico inibitorio della corteccia cerebellare. Il nucleo vestibolare inferiore ha connessioni afferenti ed efferenti simili a quelle del nucleo vestibolare laterale.

I nuclei vestibolari mediale e superiore ricevono informazioni principalmente dai canali semicircolari. Dal nucleo vestibolare mediale prende origine il tratto vestibolo-spinale mediale, che termina bilateralmente nei segmenti cervicali del midollo spinale. Tale via contribuisce ai meccanismi di controllo riflesso della muscolatura cervicale diretti a mantenere la posizione della testa e coordinarne il movimento con quello degli occhi. Inoltre, i neuroni di questi due nuclei inviano i loro assoni nel fascicolo longitudinale mediale che ascende verso le regioni rostrali del tronco encefalico, per terminare nei nuclei oculomotori. Questa proiezione controlla la motilità oculare evocata dalla stimolazione vestibolare.

I nuclei vestibolari hanno anche connessioni con la sostanza reticolare, importanti per il controllo posturale, e con l'ipotalamo, coinvolte nell'insorgenza dei disturbi associati alla chinetosi. Informazioni sensoriali vestibolari sono inoltre inviate al complesso ventrale posteriore del talamo e di qui alla corteccia somatosensoriale primaria, in prossimità dell'a-

rea di rappresentazione della faccia, e alla zona di transizione fra le aree corticali somoestesica e motoria. I neuroni localizzati in queste regioni corticali rispondono a stimoli propriocettivi e visivi, oltre che vestibolari, e probabilmente contribuiscono alla percezione della posizione del corpo nello spazio esterno.

Occorre infine ricordare che dai nuclei vestibolari parte un contingente di fibre che, attraverso il nervo vestibolare, si dirige agli organi recettoriali. Le fibre del sistema vestibolare efferente formano contatti sinaptici con le cellule ciliate o con i prolungamenti periferici delle fibre afferenti dei neuroni del ganglio di Scarpa. La funzione di questo sistema, di natura inibitoria, non è del tutto chiara. Si ritiene che esso svolga un ruolo di controllo sull'attività recettoriale e sul flusso delle informazioni sensoriali o, alternativamente, permetta l'interazione funzionale fra gli organi sensoriali dei due lati (interdipendenza vestibolare).

---

## 1.4 Riflessi vestibolari

Dai nuclei vestibolari sui cui convergono le informazioni labirintiche originano i controlli riflessi. In relazione all'effetto sui muscoli antigravitari o su quelli oculomotori, i riflessi vestibolari vengono denominati, rispettivamente, riflessi vestibolo-spinali e riflessi vestibolo-oculomotori. Alla genesi di questi riflessi partecipano, seppure con alcune differenze funzionali, i recettori vestibolari nel loro complesso, otolitici e canalari.

I riflessi otolitici dipendono dalla posizione statica del capo nello spazio e tendono a mantenere una postura. Hanno origine dagli organi otolitici e agiscono principalmente sulla muscolatura antigravitaria, al fine di garantire il mantenimento della stazione eretta (riflessi otolito-spinali). Quando il capo o il corpo nel suo insieme sono sottoposti a un'accelerazione lineare, si osservano una serie di modificazioni posturali dirette a mantenere l'equilibrio, riportando il centro di gravità corporeo all'interno del poligono d'appoggio come, ad esempio, quando si viaggia in piedi su un autobus o su un treno al momento della partenza o dell'arresto del veicolo. I riflessi otolitici consentono però anche il mantenimento della normale direzione dello sguardo rispetto al mondo circostante, quando si flette il capo (riflessi otolito-oculomotori).

I riflessi canalari si manifestano in risposta a movimenti rotatori del capo. Anche se questi riflessi agiscono comunque sul controllo posturale, la loro funzione fondamentale è quella di mantenere la stabilità dello

sguardo durante il movimento del capo. Infatti, se gli occhi seguissero passivamente il movimento della testa, l'immagine del mondo esterno scivolerebbe sulla retina rendendo impossibile la visione. Una tale condizione patologica, nota come oscillopsia, è presente in soggetti portatori di una disfunzione dell'apparato vestibolare, i quali non riescono a fissare lo sguardo su un oggetto durante il movimento della testa. Per contro, in condizioni normali la rotazione della testa, attraverso la stimolazione dei canali semicircolari, evoca un movimento in direzione contraria dei bulbi oculari, che permette di mantenere lo sguardo fisso nonostante il movimento del capo. Il riflesso vestibolo-oculare prende origine dai recettori ampollari che inviano le informazioni relative alla rotazione del capo ai nuclei vestibolari, attraverso le fibre dei neuroni sensoriali del ganglio di Scarpa. I nuclei vestibolari, a loro volta, proiettano direttamente ai motoneuroni dei muscoli oculomotori estrinseci, attraverso il fascicolo longitudinale mediale. Un movimento rotatorio del capo sul piano dei canali semicircolari orizzontali induce quindi la contrazione del muscolo retto laterale controlaterale e del retto mediale ipsilaterale e il contemporaneo rilasciamento dei relativi muscoli antagonisti, producendo così un movimento coniugato degli occhi sul piano orizzontale in direzione contraria al movimento della testa. Naturalmente, movimenti rotatori del capo nei vari piani dello spazio, attraverso la stimolazione dei diversi canali semicircolari, evocheranno movimenti compensatori degli occhi nelle differenti direzioni appropriate

Nel corso dei brevi movimenti rotatori fisiologici del capo, il riflesso si esaurisce nel semplice movimento compensatorio degli occhi. Per contro, nel caso di una rotazione protratta, i bulbi oculari raggiungono ben presto il limite massimo della rotazione all'interno dell'orbita e lo sguardo viene repentinamente ridirezionato su un nuovo punto di fissazione. Abbiamo così un movimento di nistagmo, caratterizzato dall'alternarsi di fasi lente, che rappresentano il riflesso vestibolo-oculare vero e proprio, e fasi rapide, funzionalmente simili ai movimenti saccadici spontanei, che riportano velocemente i globi oculari verso il centro dell'orbita.

Le informazioni labirintiche, però, interagiscono con le altre differenti informazioni che intervengono nel controllo oculomotorio. Il primo livello di interazione è rappresentato dall'interazione visuo-vestibolare. Sono infatti dimostrate afferenze visive ai nuclei vestibolari. Queste passano dal collicolo superiore e raggiungono la corteccia visiva. Le afferenze visive raggiungono anche il vestibolo-cervelletto, specialmente il nodulus e il flocculus, entrambe le aree corticali vestibolari e i nuclei vestibolari: i neuroni vestibolari sono, quindi, attivati sia dallo spostamento del campo vi-

sivo in una direzione sia dallo spostamento della testa in direzione opposta. La convergenza di informazioni visive sui nuclei vestibolari migliora la sensibilità e le risposte neurali durante la variazione contemporanea delle stimolazioni visiva e vestibolare, specialmente quando queste non sono congruenti. Tale convergenza consente sia una corretta risposta oculomotoria durante il movimento della testa e/o del corpo, in circostanze naturali, sia una corretta selezione delle informazioni sensoriali più appropriate durante situazioni contrastanti. Le risposte oculomotorie provocate dalla stimolazione simultanea e congruente, visiva e vestibolare costituiscono il cosiddetto riflesso visuo-vestibolare.

Le informazioni visive risultano più importanti durante movimenti della testa a bassa frequenza e con lente oscillazioni del corpo. Al contrario, con movimenti della testa a maggior frequenza (superiore a 0,25 Hz), l'informazione proveniente dai labirinti diviene più importante.

Un altro ruolo della convergenza visuo-vestibolare riguarda l'inseguimento di una mira, combinando movimenti oculari e cefalici. In questo caso, è necessario inibire il movimento oculare provocato dalla stimolazione labirintica. La funzione della cosiddetta "inibizione visiva", funzione preminentemente esercitata dalla porzione flocculo-nodulare del cervelletto, è indispensabile per evitare movimenti oculari involontari, attivati dai riflessi labirintici, quando si muove la testa e si fissa un oggetto che ruota solidariamente, ad esempio quando si osserva il numero apparso sullo schermo del telefono cellulare e contemporaneamente ci si gira a parlare con il nostro vicino.

Inoltre, in condizioni normali, quando nell'inseguimento di una mira si ruota anche il capo, la stimolazione dei recettori del collo, attraverso i riflessi cervico-oculari e cervico-collici, contribuisce alla stabilizzazione del capo rispetto al tronco ed all'ottimizzazione del controllo visivo.

---

## 1.5 Considerazioni funzionali

Il SV costituisce un sistema polisensoriale che integra, soprattutto nei nuclei vestibolari e nel cervelletto, informazioni sensoriali provenienti dalle macule otolitiche, dai cosiddetti gravicettori somatici, dai canali semicircolari, dalla coclea, dalla retina, dai propriocettori della colonna vertebrale, dai fusi neuro-muscolari, dai pressocettori plantari, dagli esterocettori cutanei (v. Capitolo 3). Le informazioni sensoriali subiscono poi, sia una interpretazione emotiva (da parte del lobo limbico e dell'ippocampo), sia

una elaborazione corticale (principalmente, ma non solo, da parte della corteccia temporo-parietale). Il controllo motorio si attua sui muscoli oculomotori e su quelli antigravitari. Il SV, infine, interviene anche nella regolazione della pressione arteriosa e della funzione respiratoria (v. Capitolo 4).

I recettori labirintici consentono di rilevare la posizione esatta della testa nello spazio rispetto al vettore gravitazionale, di mantenere la postura desiderata del corpo e di controllare l'ambiente circostante tramite la vista e l'udito.

La funzione di controllo della statica, svolta dagli organi otolitici, ci permette di conoscere in ogni momento la posizione della testa e del corpo nello spazio ed è fondamentale per il mantenimento degli atteggiamenti posturali. In realtà, l'informazione relativa alla posizione del corpo nello spazio non può essere determinata in maniera univoca sulla base delle sole afferenze vestibolari, in quanto la testa può muoversi indipendentemente dal tronco sulle articolazioni del collo. Di conseguenza, la posizione del corpo nello spazio può essere determinata solo conoscendo la posizione della testa rispetto al tronco. Per tale ragione, le strutture centrali dell'apparato vestibolare ricevono anche informazioni propriocettive dai muscoli e dalle articolazioni cervicali.

I recettori vestibolari forniscono le informazioni sensoriali fondamentali per esplicare una funzione di controllo della dinamica del corpo, attraverso la quale il sistema rileva informazioni sul movimento del capo nello spazio. Tale funzione di controllo è svolta dai canali semicirculari per i movimenti rotatori e dagli organi otolitici per le traslazioni lineari ed è particolarmente importante per il mantenimento dell'equilibrio, durante il movimento del corpo, e per la stabilizzazione dello sguardo, durante il movimento della testa. Il controllo dinamico è ottimale quando si ha l'interazione con le informazioni propriocettive cervicali, uditive e soprattutto visive.

I nuclei vestibolari sono quindi dei complessi *relais* polisensoriali che integrano informazioni labirintiche, propriocettive e visive, rapportandole alle informazioni relative alla gravità.

Riassumendo, la funzione di equilibrio integra simultaneamente e/o sequenzialmente, in funzione della situazione o del compito motorio, cinque aspetti principali:

1. capacità di regolare i movimenti degli occhi in relazione ai movimenti della testa, in modo da percepire distintamente l'immagine visiva dell'ambiente circostante anche durante il movimento;
2. capacità di mantenere la postura eretta, cioè di regolare il tono dei mu-

- scoli antigrafitari estensori, in modo da opporsi alla forza di gravità;
3. capacità di proiettare il corpo nell'ambiente circostante (cammino, corsa, salto) passando, sequenzialmente, da una condizione di equilibrio statico (postura ortostatica) a una successiva condizione di equilibrio statico, attraverso una fase di disequilibrio controllato (passo);
  4. capacità di stabilizzare la testa durante il movimento del corpo in modo da mantenere stabile la percezione dell'orizzonte;
  5. capacità di ottimizzare le funzioni neurovegetative di respirazione e circolazione, in relazione alla posizione del corpo nello spazio.

# Rachide

Il rachide o colonna vertebrale è un organo complesso, che assolve diversi compiti:

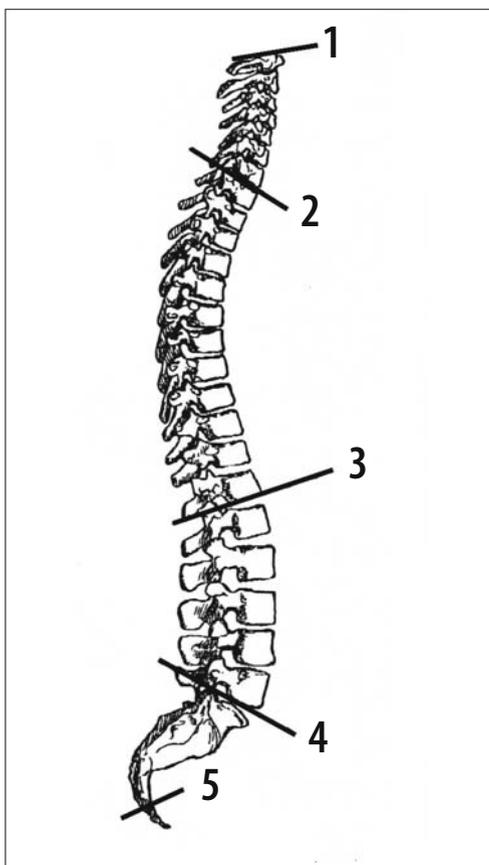
1. asse e sostegno meccanico del corpo, nello stesso tempo rigido e mobile, atto a supportare i movimenti del capo, del tronco e degli arti;
2. mantenimento dell'equilibrio nel campo gravitazionale terrestre, sia nella stazione eretta sia durante i movimenti. In particolare, la colonna consente il corretto allineamento del capo rispetto all'orizzonte e, tramite i propriocettori, rappresenta oltre che un effettore, un importante sensore del sistema dell'equilibrio;
3. protezione del midollo spinale, delle radici dei nervi spinali e di tutte le strutture che le circondano, site nel canale vertebrale.

La colonna è costituita da 24 vertebre mobili, di cui 7 cervicali, 12 toraciche, 5 lombari, più 5 fuse tra loro a costituire l'osso sacro e 4 rudimenti di vertebre, di cui rimangono solo i corpi, a formare il coccige.

Il rachide sul piano sagittale presenta quattro curve fisiologiche: a convessità anteriore nel tratto cervicale (lordosi), posteriore (cifosi) in quello toracico, anteriore (lordosi) in quello lombare, posteriore e fissa in quello sacrale. Il coccige può avere diversi angoli di inserzione sul sacro, ma continua la curva sacrale a convessità posteriore (Fig. 2.1).

Le vertebre sono articolate tra loro mediante i dischi e le articolazioni interapofisarie ed attraverso un sistema legamentoso complesso, che comprende i legamenti longitudinale anteriore e posteriore, i legamenti gialli, intertrasversari, interspinosi e sovraspinosi. Considerate nel loro insieme, queste articolazioni danno origine ad una struttura longitudinale organizzata in tre colonne: una anteriore, formata dai corpi vertebrali e dai dischi, e due posteriori, simmetriche, costituite dalle articolazioni interapofisarie.

Un complesso sistema muscolare formato da vari strati è inserito sul rachide: vi si possono distinguere muscoli assiali, ad azione prevalentemente tonica, automatica, e muscoli trasversali, prevalentemente fasici, a comando volontario.



**Fig. 2.1** Rachide, vista laterale. Sono indicate dai tratti le cinque “cerniere” o zone transizionali: 1, occipito-atlo-epistrofea; 2, cervico toracica; 3, toraco-lombare; 4, lombo-sacrale; 5, sacro-coccigea (Modificata da: Maigne R (1989) *diagnostic et traitement des douleurs communes d’origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

## 2.1 Vertebre

La vertebra tipo (Fig. 2.2), con l’eccezione delle due prime vertebre cervicali, è costituita da un corpo (su cui si inserisce l’arco posteriore, formato dai peduncoli che sostengono le apofisi articolari, cioè le faccette articolari per la vertebra sopra e sottostante e le apofisi traverse), dalle lamine e dal processo o apofisi spinosa. Queste caratteristiche variano notevolmente nei diversi tratti del rachide. Le superfici articolari del corpo vertebrale sono ricoperte da cartilagine, atta a permettere lo scambio di liquido tra il disco ed il corpo vertebrale, sia a scopo nutritivo sia biomeccanico in rapporto al comportamento del disco durante i carichi. All’interno del corpo e degli archi, la spongiosa ossea è strutturata seguendo le linee di applicazione delle forze cui le vertebre sono sottoposte.

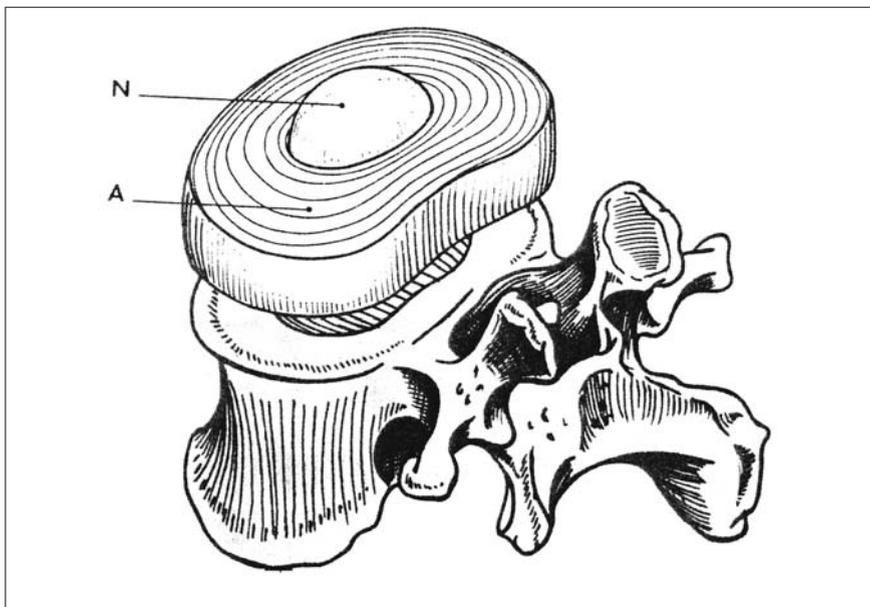


Fig. 2.2 Vertebra tipo con disco intervertebrale (Da: Kapandji IA (1974) Fisiologia articolare. Demi, Roma, con autorizzazione)

## 2.2 Apparato disco-somatico

È costituito dalle superfici inferiore e superiore, rispettivamente, di due corpi vertebrali vicini. Il disco che le unisce è formato da:

- una parte centrale, il nucleo polposus, costituita da una sostanza gelatinosa ricca in acqua (80-90%) e fortemente idrofila, per la presenza di una sostanza fondamentale formata da proteoglicani, ha grossolanamente la forma di una sfera;
- una parte periferica, l'anello fibroso o annulus, costituita da vari strati (fino a 20) di fibre soprattutto elastiche con disposizione obliqua incrociata negli strati centrali, verticale alla periferia, fissate solidamente ai piatti delle vertebre limitanti, al legamento longitudinale anteriore in modo lasso ed a quello posteriore in modo più solido.

A causa della sua idrofilia, il nucleo polposus è in uno stato di pretesione, che gli permette di sopportare i carichi e di ridistribuirli sull'anello fibroso, effettuando movimenti nei tre piani sotto l'azione degli spostamenti delle superfici vertebrali limitanti. Terminato il movimento, le fibre

elastiche dell'anello lo riportano alla condizione primitiva. Durante questo processo il nucleo polposo cede liquido al corpo vertebrale che lo restituisce a carico terminato. Carichi eccessivi o prolungati, nonché l'avanzare dell'età, conducono ad una progressiva e permanente disidratazione dei dischi.

---

## 2.3 Articolazioni interapofisarie

Hanno un ruolo di guida nel movimento intervertebrale e, per questo motivo, l'orientamento e la forma delle faccette articolari variano nei diversi tratti del rachide; possiedono una capsula articolare molto ricca di fibre elastiche che mantiene le superfici articolari a stretto contatto. Vi sarebbero anche formazioni meniscoidi, peraltro incostanti.

---

## 2.4 Legamenti

- Longitudinale anteriore: si estende dall'occipite e dal tubercolo anteriore dell'atlante alla parte antero-superiore del sacro; si inserisce sulla faccia anteriore e laterale dei corpi vertebrali. È composto da fibre profonde, che uniscono due vertebre vicine, e da fibre più lunghe, che uniscono vertebre più lontane. Aderisce in modo lasso ai dischi, cosicché davanti a questi vi è uno spazio virtuale ove il disco può protrudere;
- longitudinale posteriore: costituito anch'esso da fibre corte e lunghe, si inserisce sulla faccia posteriore dei corpi vertebrali e dei dischi, cui è molto aderente;
- legamenti gialli: si inseriscono tra le lamine e delimitano la parete posteriore del canale vertebrale;
- legamenti intertrasversari: tesi tra le apofisi traverse;
- legamenti interspinosi e sovraspinosi: posti tra e sopra le apofisi spinose.

---

## 2.5 Canale vertebrale

È costituito dalla sovrapposizione dei corpi vertebrali, dei dischi, delle articolazioni intervertebrali, delle lamine coi legamenti gialli; tra il disco e l'ar-

ticolazione è posto il forame intervertebrale, delimitato in alto ed in basso dai peduncoli e contenente le radici anteriore e posteriore con il ganglio nervoso, un ramo dell'arteria spinale, le vene radicolari e intervertebrali.

---

## 2.6 Midollo spinale

Il midollo spinale si estende dal forame occipitale alla 12<sup>a</sup> vertebra toracica, è al centro di un complesso sistema di strutture protettive:

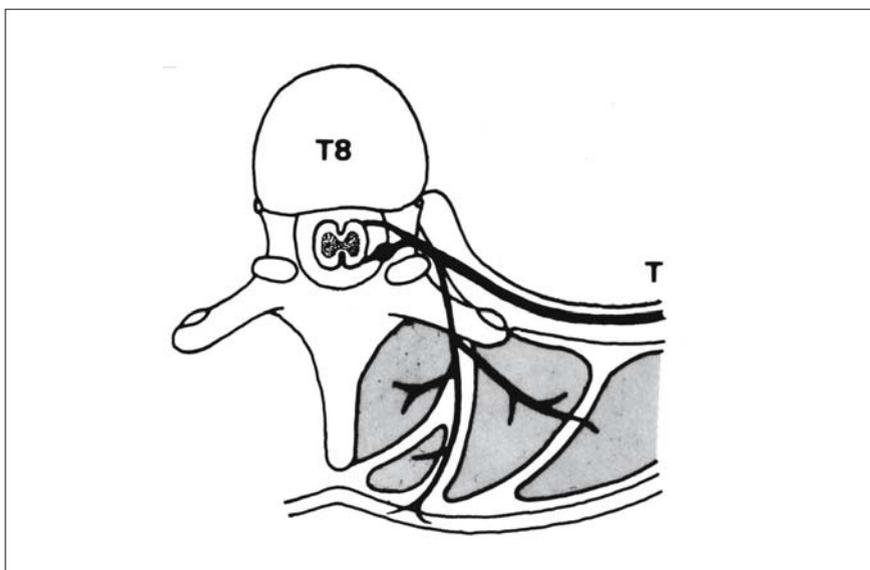
- la dura madre, che posteriormente lascia tra sé e il periostio delle lamine ed i legamenti gialli uno spazio ove sono poste le vene epidurali;
- l'aracnoide che è separata dalla prima da uno spazio capillare, lo spazio subaracnoideo, che contiene il *liquor cerebri*;
- la pia madre, da cui si dipartono legamenti dentati che si inseriscono all'aracnoide e mantengono il midollo sospeso nel liquor, onde ammortizzarne i movimenti.

---

## 2.7 Radici spinali

Le radici dei nervi spinali sono formate dalla radice motoria ventrale e da quella sensitiva dorsale con il ganglio; entrano nel canale vertebrale separate in una estroflessione della dura, si uniscono all'uscita da questa per formare il nervo spinale che, superato il forame di coniugazione, si divide in un ramo ventrale ed in un ramo dorsale. Il primo, più importante, innerva la parte anteriore del capo, del tronco e gli arti, mentre il secondo le articolazioni interapofisarie, la muscolatura erettoria ed una zona di cute sovrastante le vertebre (Fig. 2.3). I primi due nervi spinali non escono dai forami di coniugazione, ma C1 dalla membrana occipito-atloidea e C2 da un forame tra l'arco posteriore dell'atlante e la lamina dell'epistrofeo, occupato in gran parte dal ganglio. Ogni radice è formata da numerose radicele; anastomosi intratecali tra le radicele possono modificare la distribuzione metamERICA della radice.

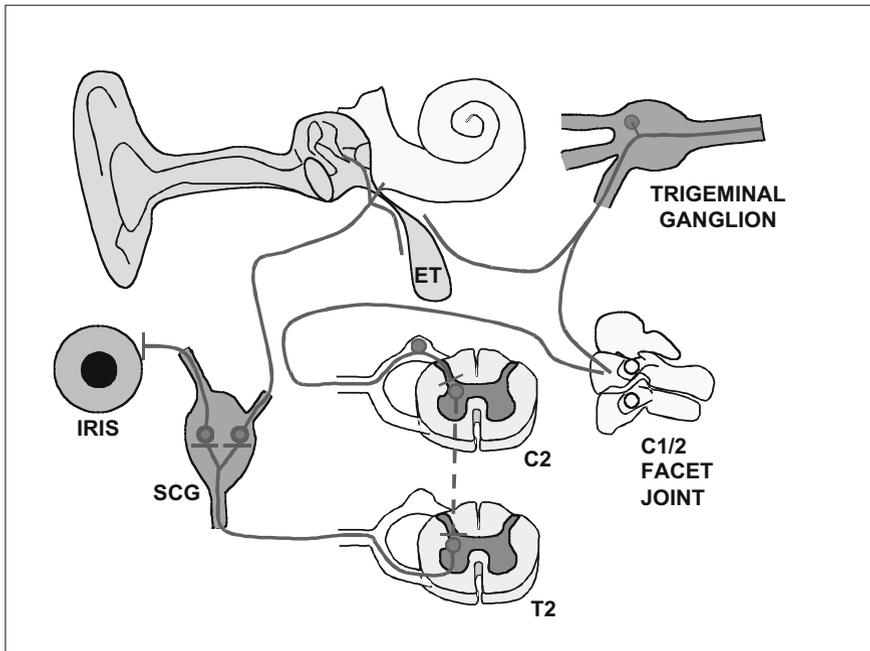
Il sistema nervoso simpatico origina nel corno laterale della sostanza grigia del midollo, dal primo metamero toracico al secondo lombare; le fibre seguono il ramo anteriore del nervo spinale che dà origine al ramo comunicante bianco per il ganglio simpatico e da questo riceve il ramo comunicante grigio. Il nervo sinuvertebrale origina dal nervo spinale prima



**Fig. 2.3** Ramo posteriore di un nervo spinale toracico, suoi rapporti con le articolazioni interapofisarie e innervazione dei muscoli paravertebrali e cute soprastante (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

della divisione in anteriore e posteriore, riceve un ramo comunicante grigio dal ganglio simpatico e rientra nel canale vertebrale, per provvedere all'innervazione sensitiva e simpatica del legamento longitudinale posteriore, della superficie dell'annulus, della parte anteriore della dura madre. Nel rachide cervicale i gangli del simpatico sono posti anteriormente ai processi trasversi, in numero di tre: superiore, medio ed inferiore, il quale, quando è fuso col 1° toracico, prende il nome di ganglio stellato. Questi gangli non ricevono i rami comunicanti bianchi dai nervi cervicali, che ne sono sprovvisti, ma dalle radici ventrali di T1-T5; è quindi a livello T1-T2 che origina il primo ramo del simpatico cervicale che, mediante le fibre postgangliari, provvede all'innervazione degli organi di senso del capo, tra cui l'orecchio medio e interno. Il ganglio T1-T2 risulta connesso, tramite il tratto interspinale, con le radici C1-C2 (Fig. 2.4).

A seguito delle modalità di sviluppo embriologico, ogni radice spinale è collegata ad una zona cutanea (dermatomo), connettivale (sclerotomo) e muscolare (miotomo), cui fornisce l'innervazione sensitiva, motoria e simpatica: questo dato è molto importante nella diagnosi e nel trattamento dei disturbi di origine vertebrale. Vi è anche una innervazione segmentaria viscerale (viscerotomo).



**Fig. 2.4** Modello di connessione tra informazioni propriocettive cervico-dorsali e trigeminali e la regolazione neurovegetativa oculare e labirintica. Il modello si basa sulla dimostrazione anatomica della connessione intermidollare tra i metameri C2 e T2 e il risultato degli esperimenti eseguiti da Franz. SCG: ganglio cervicale superiore (Da: Franz B, Altidis P, Altidis B, Collis-Brown G (1999) The cervicogenic otoocular syndrome: a suspected forerunner of Meniere's disease. *Int Tinnitus J* 5(2):125-130, con autorizzazione)

## 2.8 Vascolarizzazione del rachide

Dall'arteria vertebrale proviene la maggior parte dell'afflusso ematico al rachide cervicale, tramite il complesso sistema delle arterie spinali. Questa arteria origina in genere dalla succlavia, entra nel forame intertrasversario da C6 a C1, quindi circonda le masse laterali dell'atlante e penetra nel cranio dal forame basilare, per formare l'arteria basilare.

Il rachide toracico è vascolarizzato dall'aorta toracica, attraverso le arterie intercostali aortiche, dirette posteriormente, da cui derivano i rami dorsospinali ed i rami intercostali.

A livello del rachide lombare il sistema arterioso origina direttamente dall'aorta addominale, con quattro arterie a livello dei primi quattro corpi vertebrali: il quinto può essere irrorato dalla sacrale media.

Il sistema venoso vertebrale ricalca quello arterioso e drena nelle vene cave: tutto il sistema, dai seni cranici alle vene lombosacrali è largamente anastomotico e privo di valvole. Ciò permette un continuo spostamento di sangue dalle grandi alle piccole vene e viceversa: su questo meccanismo agiscono diversi fattori, come la pressione intra-addominale e la posizione del corpo nello spazio.

---

## 2.9 Muscolatura del rachide

Il sistema muscolare o meglio muscolo-fasciale del rachide è molto complesso e non è questa la sede per una esaustiva descrizione.

Possiamo distinguere un sistema muscolare intrinseco, ad azione diretta, ed a vocazione prevalentemente tonica in cui prevalgono le fibre lente, formato da muscoli più o meno brevi, e muscoli lunghi, che agiscono a distanza sul rachide, a vocazione fasica, in cui prevalgono le fibre rapide.

I muscoli intrinseci si possono dividere con Gillot in:

- anteriori alle apofisi trasverse:
  - a livello cervicale, il muscolo lungo del collo, il grande e piccolo muscolo retto anteriore;
  - a livello lombare, lo psoas, che costituisce due colonne muscolari addossate al rachide, che completano anteriormente l'azione stabilizzatrice dei grandi muscoli posteriori.
- laterali, situati tra le apofisi trasverse:
  - gli scaleni, il quadrato dei lombi e gli intertrasversari. Anche i muscoli intercostali entrerebbero in questo gruppo. Tutti questi muscoli sono innervati dai rami anteriori dei nervi spinali, tranne gli intertrasversari che sono innervati dai rami posteriori.
- posteriori, situati dietro le apofisi trasverse, nelle docce paravertebrali:
  - i piccoli muscoli profondi della nuca e cioè il piccolo e grande retto posteriore, il piccolo e grande obliquo; i grandi muscoli che fanno parte della massa comune, cioè il trasversario spinoso, costituito dal semispinale e dal multifido; lo spinale; l'iliocostale ed il lunghissimo del dorso, che costituiscono il m. sacro-spinale. A livello cervicale, si devono aggiungere il semispinale del capo e del collo e lo splenio del capo e del collo. Tutti questi muscoli sono innervati dai rami posteriori dei nervi spinali.

Vi sono poi muscoli che agiscono indirettamente sul rachide come, a livello cervicale, il trapezio e lo sternocleidomastoideo, nei tratti toracico e lombare i muscoli addominali, cioè il retto dell'addome, l'obliquo esterno, l'obliquo interno e il trasverso dell'addome, a cui recenti studi attribuiscono grande importanza nella dinamica della colonna lombare.

---

## 2.10 Suddivisione del rachide

Consideriamo ora in modo sintetico la funzione dei vari tratti vertebrali e i principali sistemi muscolari che la realizzano.

---

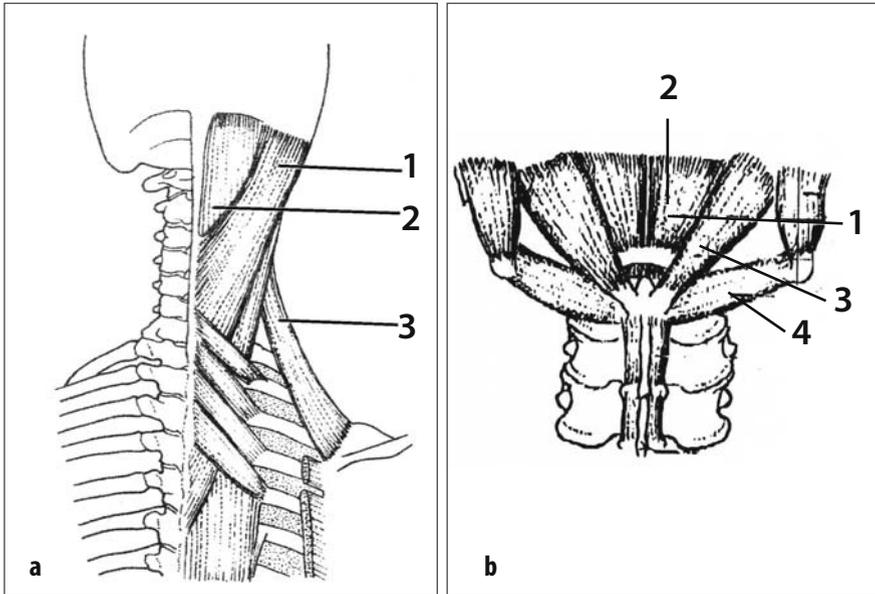
### 2.10.1 Rachide cervicale superiore

È composto dalle prime due vertebre cervicali, articolate tra di loro, con l'occipite e con la terza vertebra cervicale; l'articolazione occipito-atloepistrofea costituisce la cerniera occipito-cervicale.

Come è noto, queste due vertebre hanno una struttura del tutto particolare: l'atlante è costituito da due archi uniti da due massicci per le faccette articolari, l'epistrofeo è simile alle vertebre sottostanti, ma il corpo presenta alla faccia superiore una apofisi odontoide, residuo del corpo dell'atlante, che si articola con l'arco anteriore dell'atlante stesso.

I muscoli del piano posteriore sono i piccoli e grandi retti del capo, gli obliqui superiori e inferiori e il retto laterale; questi muscoli rivestono grande importanza nell'espletamento delle funzioni dell'equilibrio, poiché permettono piccoli aggiustamenti per compensare le componenti motorie provenienti dal rachide sottostante e ottimizzano la funzione oculomotoria (convergenza e messa a fuoco) (Fig. 2.5). Sul piano anteriore troviamo i muscoli sovra- e sotto-ioidei, che divengono flessori del capo con la contrazione dei temporalis e masseteri, unitamente al muscolo lungo del collo e dei retti anteriori.

Il compito motorio del rachide cervicale superiore è quello di mantenere l'allineamento degli organi di senso situati nella testa (vista, udito) e di permettere loro l'esplorazione dello spazio circostante. La rotazione associata a modesta flessione anteriore è il movimento principale del rachide cervicale superiore, mentre quasi nulla è la lateroflessione.



**Fig. 2.5** a Muscoli sub-occipitali: 1 Splenio del capo, 2 Semispinoso del capo 3 Elevatore della scapola; b 1 Piccolo obliquo, 2 Piccolo retto posteriore, 3 Grande retto posteriore, 4 Grande obliquo (Da: Maigne R (1989) Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

### 2.10.2 Rachide cervicale inferiore

Costituisce un tratto funzionalmente omogeneo, stabilizzato anche dalle articolazioni unco-vertebrali. Il movimento principale è la flessione-estensione, mentre la rotazione è presente soprattutto nel tratto inferiore e la lateroflessione in quello superiore: in realtà i due movimenti sono sempre associati nella stessa direzione.

È composto da cinque vertebre simili tra loro; caratteristica è la presenza delle apofisi unciformi, site nella parte laterale della faccia superiore e inferiore dei corpi vertebrali e articolate tra di loro mediante due faccette cartilaginee, a costituire le articolazioni unco-vertebrali.

Le superfici articolari posteriori sono poste su un piano frontale, inclinate di  $45^\circ$  e aperte indietro e in fuori di qualche grado.

Le apofisi trasverse hanno un foro ove passano l'arteria e la vena vertebrale ed un ramo del simpatico. Le faccette delle apofisi articolari sono

dirette in alto e indietro le superiori, in basso e in avanti le inferiori.

I muscoli del piano posteriore sono i muscoli intrinseci: il trasversario spinoso o multifido, l'intertrasversario e l'epispinoso; al di sopra, troviamo lo splenio e il semispinale del capo e del collo, il trasversario del collo, l'angolare della scapola, il lungo dorsale, mentre il piano più superficiale è costituito dal trapezio. Anteriormente si trova il muscolo lungo del collo, il piccolo retto anteriore, il retto laterale del capo, più lateralmente gli scaleni e lo sterno-cleido-mastoideo.

---

### 2.10.3 Rachide toracico

È costituito da 12 vertebre, su cui si inseriscono le coste, mediante un'articolazione con una faccetta per il corpo vertebrale e una per l'apofisi trasversale. Le faccette articolari interpofisarie sono disposte sul piano frontale, inclinate di circa 60°.

Il rachide toracico nel suo insieme presenta una curva a convessità posteriore, la cifosi toracica e, dal punto di vista biomeccanico, può essere diviso in tre settori, superiore, medio, inferiore.

Il settore superiore, che arriva sino a T2, partecipa ai movimenti delle ultime vertebre cervicali, soprattutto nei movimenti di rotazione e di lateroflessione, sia pure in modo molto limitato, per la presenza delle coste. Con le vertebre cervicali inferiori costituisce la cerniera cervico-toracica.

Il settore medio è condizionato nella sua mobilità dalla presenza della gabbia toracica.

Il settore inferiore è strettamente integrato al tratto lombare, con il quale viene a costituire la cerniera toraco-lombare. Per la disposizione delle faccette articolari, tutto il rachide toracico si muove soprattutto in rotazione. Questo compito motorio appare più evidente a livello delle due ultime vertebre toraciche, T11 e T12, che, articolate con le coste libere, hanno maggior libertà di movimento in rotazione e in lateroflessione. La cerniera toraco-lombare diviene quindi il punto in cui si verifica la massima rotazione del tronco. È una cerniera anatomica oltreché funzionale, perché T12 presenta le faccette articolari superiori di tipo dorsale e quelle inferiori di tipo lombare ed è di grande importanza dal punto di vista biomeccanico per i movimenti del tronco, specie per la deambulazione, nonché per la patogenesi di alcune importanti sindromi dolorose della regione lombare. È utile ricordare quanto in seguito esposto relativamente all'importanza che Gracovetski attribuisce a questa parte del rachide nella genesi del meccanismo deambulatorio.

I muscoli del tratto toracico fanno parte del complesso dei sistemi muscolari del rachide, che si estendono dal collo fino al sacro; peculiari di questo tratto sono i muscoli spino-costali.

---

#### 2.10.4 Rachide lombare

Il compito motorio principale del rachide lombare è la flessione-estensione; al contrario, sono limitati i movimenti della latero-flessione e della rotazione.

Si compone di 5 vertebre, di cui l'ultima articolata con il sacro mediante il 5° disco lombare. Le superfici articolari sono poste sul piano sagittale a 90°, leggermente aperte in fuori e indietro.

La cerniera lombo-sacrale, inserzione del rachide nel bacino, è mobile solo in flessione-estensione, anche per la presenza del legamento ileo-lombare.

---

#### 2.10.5 Sacro

È costituito dalla fusione di 5 vertebre che proteggono le strutture nervose della cauda equina. È articolato mediante le articolazioni sacro-iliache con le ossa iliache. Queste articolazioni, molto complesse, ma con movimenti molto limitati (tranne che in situazioni particolari, come al momento del parto, o per gravi traumi), dotate di un poderoso sistema legamentoso e prive di muscoli propri, sono una seconda cerniera tra rachide e bacino, che comprende anche la sinfisi pubica. Secondo la teoria di Gracovetsky, cui accenneremo in seguito, il sistema legamentoso delle sacro-iliache trasmetterebbe al tronco l'energia derivata dalla contrazione degli estensori dell'anca durante la fase di sollevamento del passo. Infatti il bicipite femorale è connesso direttamente al tronco superiore attraverso il legamento sacro-tuberoso e il muscolo ileo-costale toracico, mentre il grande gluteo è collegato direttamente agli arti superiori attraverso l'aponeurosi lombare, il grande dorsale e il trasverso dell'addome.

---

#### 2.10.6 Coccige

Il coccige è formato dai rudimenti dei corpi di quattro vertebre, residuo della coda. La prima vertebra coccigea possiede due piccole apofisi, rudi-

mento degli archi ed è articolata col sacro mediante un normale disco; in qualche caso si tratta di una articolazione di tipo sinoviale, con due superfici cartilaginee, la sinovia e una capsula articolare. Le stesse caratteristiche ha l'articolazione tra la 1<sup>a</sup> e la 2<sup>a</sup> vertebra coccigea. Nel maschio adulto le vertebre sottostanti possono essere fuse.

Il coccige è mobile in flessione di qualche grado, per l'azione dei muscoli anteriori e, passivamente, nel sedersi, in flessione e in estensione, secondo l'angolo con cui si inserisce sul sacro. Questo angolo di per sé non è mai patologico, ma può essere patologica l'ipermobilità del coccige al momento della seduta.

---

## 2.11 Considerazioni funzionali

Il rachide è un organo prevalentemente muscolare, poiché tutte le sue funzioni (rigidità, stabilità, movimenti, equilibrio) dipendono esclusivamente dall'azione di numerosi muscoli che relazionano le vertebre a varia distanza (anche tra più segmenti). Questi muscoli sono a vocazione prevalentemente tonica, gestiti in modo automatico dai riflessi posturali (principalmente riflessi vestibolo-spinali e riflessi di raddrizzamento) integrati in sede sottocorticale. Abbiamo accennato alle fondamentali funzioni che la colonna espleta nel suo insieme. Nonostante il grande numero di studi su questo argomento, non tutte le modalità della meccanica e delle funzioni del rachide sono conosciute: molte idee affermatesi sono nate più come ipotesi razionali che come risultato di osservazioni scientifiche. Esporremo in modo sintetico quanto è attualmente noto e le ipotesi più attuali.

Per comprendere le modalità di funzionamento del rachide è necessario partire dalla singola articolazione intervertebrale definita da Junghans segmento mobile vertebrale (S.M.V.) (Fig. 2.6).

Questo è costituito dalla parte superiore e inferiore di due vertebre contigue collegate dal disco, dalle articolazioni interapofisarie, dai legamenti che già abbiamo descritto, nonché da tutte le altre strutture nervose, vascolari e linfatiche.

Secondo Kapandji, il S.M.V. si può assimilare ad una leva a tenaglia il cui fulcro è situato nelle articolazioni interapofisarie (Fig. 2.6); secondo questa concezione, la maggior parte del carico si distribuirebbe prevalentemente sui dischi, che avrebbero funzione statica di sostegno e di ammortamento, e meno sulle strutture posteriori, che avrebbero una funzio-

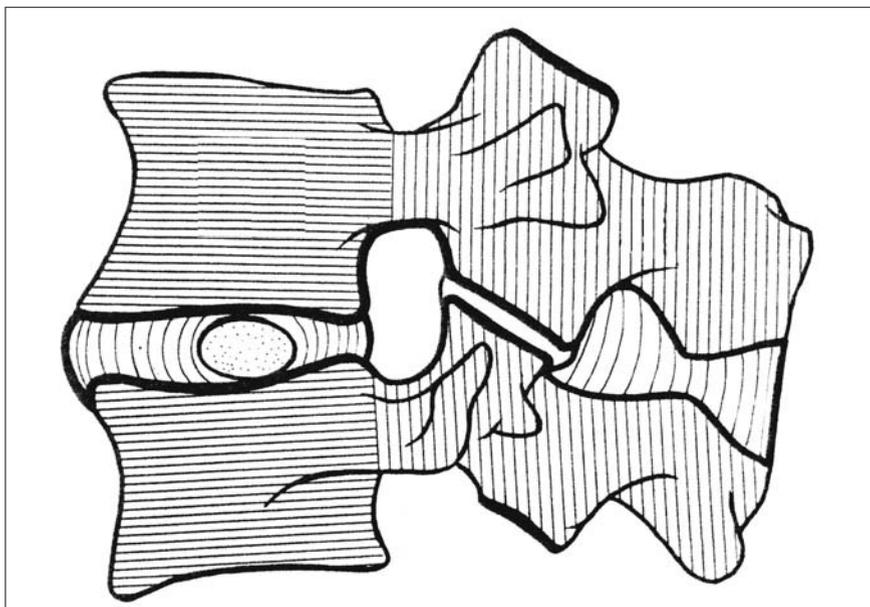


Fig. 2.6 Il segmento mobile vertebrale di Junghanns (Da: Kapandji IA (1974) Fisiologia articolare. Demi, Roma, con autorizzazione)

ne soprattutto dinamica di direzione del movimento. Il disco espleta questo compito mediante l'azione combinata del nucleo polposo e dell'anello fibroso.

Nei movimenti il nucleo, ricco di acqua e incompressibile, si muove in direzione opposta ai movimenti vertebrali, mentre l'anello, mediante le sue fibre elastiche si deforma, assecondando i movimenti del nucleo e tendendo a riportarlo nella sua posizione primitiva, grazie alla disposizione delle sue fibre.

È noto che nella stazione seduta o per carichi dinamici, come la corsa e il salto, agiscono sui dischi a livello lombare forze rilevanti, fino a tre-quattro volte il peso del corpo.

Le articolazioni interapofisarie, come abbiamo visto, hanno differente aspetto e orientamento nei vari tratti del rachide, ciò che permette una differente libertà di movimento. Ogni tratto o parte del rachide è dotato di particolari caratteristiche statico-dinamiche, in relazione ai numerosi compiti motori che deve svolgere. Tra i vari tratti – cervicale, toracico, lombare, sacrale, coccigeo – vi sono delle “zone cerniera” dette anche “zone transizionali”. Queste sono particolarmente importanti dal punto di vista diagnostico e terapeutico, perché condizionano in via riflessa il

controllo dell'equilibrio dinamico reciproco dei differenti segmenti corporei. Le principali zone transizionali sono dunque:

- 1) occipito-atlo-epistrofea;
- 2) cervico-toracica;
- 3) toraco-lombare;
- 4) lombo-sacrale;
- 5) sacro-coccigea.

Kapandji ha suggerito un'ipotesi, seppure un poco ardita, sulla struttura e architettura del rachide nel suo insieme, paragonandolo all'albero di una nave: il cingolo scapolo-omerale sarebbe la crocetta e i muscoli che si inseriscono al rachide le sartie che lo ancorano alla tolda, il bacino.

In realtà i meccanismi che stabilizzano il rachide e gli permettono nello stesso tempo di essere struttura rigida e mobile sono certamente più sofisticati. Secondo Panjabi, il sistema di stabilizzazione del rachide si compone di tre sottosistemi:

- il sottosistema passivo costituito da vertebre, dischi, legamenti;
- il sottosistema attivo: i muscoli che circondano la colonna e che le applicano delle forze;
- il comando neuromotorio, realizzato dal sistema nervoso centrale che, mediante *patterns* motori in gran parte automatici, dirige il sottosistema attivo nel realizzare sia i movimenti globali volontari, sia tutti i limitati movimenti – oppure il mantenimento di posture – indispensabili per supportare i movimenti attivi, per mantenere la stabilità intervertebrale e, soprattutto, per espletare i compiti motori sotto l'azione della forza di gravità (quindi anche per mantenere l'equilibrio).

La disfunzione di un componente di ognuno dei tre sottosistemi può condurre a una o più di queste tre possibilità:

- immediata risposta da parte di un altro sottosistema, con compensazione;
- risposta di adattamento a lungo termine di uno o più sottosistemi;
- lesione di uno o più componenti di ogni sottosistema, dovuta ad una totale disfunzione del sistema e possibile fonte di dolore.

Questa ipotesi va integrata con i compiti delle re-afferenze propriocettive provenienti dal rachide stesso, dai muscoli del tronco, ma anche dagli arti e, soprattutto, con il controllo esercitato dal sistema vestibolare sull'apparato muscolo scheletrico e sul rachide in particolare.

Sempre secondo Panjabi, il movimento di un'articolazione intervertebrale, come dimostrato da numerosi studi su cadaveri, su animali *in vivo* e con simulazioni matematiche, avviene fisiologicamente in una "zona neutra" che è quella che offre la minor resistenza da parte del sottosiste-

ma passivo. Quando il movimento diviene più ampio, vengono ipersollecitate le strutture legamentose e può verificarsi una “instabilità” del S.M.V. con movimenti eccessivi o anomali. Ciò può avvenire per lesioni dell’annulus o dei legamenti, o per disidratazione del disco o per deficit muscolare; è però ragionevole pensare che, anche in assenza di vere lesioni, il comando neuro-muscolare, se incapace di realizzare efficaci *patterns* motori automatici, possa provocare alterazioni della zona neutra e, quindi, della stabilità intervertebrale, frequente causa di dolore.

È a questo proposito che appare evidente l’importanza delle re-afferenze propriocettive nella realizzazione delle risposte motorie automatiche che, insieme al controllo vestibolare antigrafitario, costituiscono il sistema sensitivo-motorio del rachide: una “scatola nera” che riceve informazioni ed elabora risposte in tempo reale. L’integrazione tra informazione vestibolare e propriocettiva è alla base delle possibilità terapeutiche e delle tecniche della medicina manuale.

Per concludere, accenniamo qui a una interessante teoria sul meccanismo del cammino. Questa teoria, proposta da Gracovetsky e definita *spinal engine*, parte dalla dimostrazione sperimentale che i soggetti con amputazione bilaterale alla radice della coscia camminano come quelli dotati di arti inferiori normali, seppure con un’ampiezza del movimento del bacino minore. Secondo gli studi di Gracovetsky, risulta che il tronco non è trasportato passivamente dagli arti inferiori durante il cammino, ma è all’origine del cammino stesso. Questa teoria permette di comprendere la stretta relazione tra anatomia del rachide, cammino e stabilizzazione del campo visivo:

- la contrazione unilaterale della muscolatura verticale della colonna lombare, in relazione alla fisiologica lordosi, induce una lateroflessione-rotazione dei segmenti mobili lombari;
- l’anatomia delle vertebre lombari determina la trasformazione delle forze muscolari verticali in una coppia assiale in grado di generare la rotazione del bacino;
- l’arto inferiore segue il movimento di rotazione del bacino;
- al momento dell’impatto del piede al suolo, quando il piede “respinge” il suolo, gli estensori dell’anca si contraggono e in tal modo l’energia muscolare generata dai muscoli dell’arto inferiore viene restituita alla colonna attraverso i legamenti della sacroiliaca, che costituiscono il legame bio-meccanico tra gli estensori dell’anca (gluteo, bicipite femorale) e i muscoli erettori della colonna;
- grazie a questo legame, l’energia del passo viene convertita in coppia assiale a livello della colonna lombare e, attraverso la cerniera toraco-

lombare, restituita alla muscolatura paravertebrale controlaterale, per realizzare il secondo passo;

- l'energia dell'impulso che ritorna dal passo e trasmessa verso l'alto non è né assorbita né trasformata in calore nei dischi intervertebrali, ma è interamente convertita in una coppia capace di far ruotare l'articolazione intervertebrale;
- l'energia si propaga anche in senso craniale, determinando una rotazione della colonna toracica e cervicale;
- l'anatomia delle vertebre cervicali comporta però che l'energia propagata dalla colonna toracica inverte la direzione della coppia assiale: come effetto si controbilancia il movimento dell'arto inferiore con il movimento controlaterale delle spalle e degli arti superiori (sincinesie pendolari della marcia);
- in questo modo la testa resta stabile durante il cammino e gli occhi possono percepire come immobile l'ambiente;
- ogni modificazione di questa sequenza di rotazioni/controrotazioni comporta l'attivazione dei riflessi vestibolari che, come già detto, potrebbero non essere sempre adeguati a compensare le oscillazioni della testa con conseguente oscillopsia e/o vertigine.

La teoria di Gracovetsky implica anche una diversa interpretazione della funzione dei dischi (e delle articolazioni intervertebrali), che non sarebbero semplici ammortizzatori del carico, ma servirebbero soprattutto a trasmettere l'energia verso l'alto.

Riprenderemo le teorie di Gracovetsky nel capitolo dedicato alla terapia per spiegare alcune tecniche utilizzate.

Le tecniche fisiche e riabilitative, comprese quelle manuali, interagiscono con il controllo automatico sottocorticale della stabilità dinamica del rachide; ciò rende ragione della potenza di tali metodiche e del rischio che un uso incauto delle stesse possa scatenare una violenta sintomatologia dolorosa o vertiginosa.

# Controllo della postura e della stabilità dinamica della testa

---

## 3.1 Controllo della postura

Il controllo adeguato della postura eretta è necessario e indispensabile, sia per esplorare l'ambiente, sia per compiere qualsiasi atto motorio nell'ambiente stesso. Il mantenimento della postura eretta avviene mediante la regolazione dell'attività muscolare tonica che si oppone alla forza di gravità. Per poter regolare in modo efficace ed efficiente il tono posturale, il sistema vestibolare deve integrare differenti informazioni sensoriali, relative a:

- gravità;
- appoggio sul terreno;
- geometria corporea;
- posizione del corpo rispetto all'ambiente;
- stato di tensione della muscolatura tonica antigravitaria o "tono posturale".

In condizioni naturali, le varie informazioni sensoriali si integrano e coordinano. Esamineremo ora più precisamente i differenti aspetti del controllo posturale.

---

### 3.1.1 Gravità

Nell'uomo il segnale gravitativo necessario al controllo della postura deriva sia dagli otoliti sia dai cosiddetti gravicettori somatici. Questi ultimi sono quelle strutture che, in virtù della loro collocazione nel corpo e delle loro caratteristiche anatomiche, subiscono stimolazioni in relazione alla variazione di posizione del corpo stesso rispetto al vettore gravitazionale. Essi sono:

- i reni, tramite i recettori posti nei legamenti sospensori renali, attraverso i nervi renali provenienti dall'undicesima radice dorsale;
- i recettori dei legamenti che sostengono la vena cava sollecitati dal san-

gue circolante, attraverso il nervo vago e il nervo frenico.

Si ha quindi una distribuzione dei gravicettori in senso cranio-caudale: gli otoliti nella testa, la vena cava nella parte superiore del tronco e i reni nell'addome. In tal modo, l'allineamento posturale di testa e tronco risulta preciso e accurato.

---

### 3.1.2 Appoggio sul terreno

Il piede rappresenta la struttura che da un lato realizza l'appoggio del corpo sul terreno e dall'altro fornisce al sistema vestibolare informazioni specifiche relative alle caratteristiche della superficie d'appoggio.

Le informazioni sensoriali provenienti dal piede sono sia propriocettive sia somatoestesiche cutanee. Quelle propriocettive sono ottimizzate dalla struttura anatomica del piede, insieme osteo-muscolo-legamentoso che forma una capriata, il cui tirante posteriore è dato dal calcagno e quello anteriore dalle ossa proprie del piede, dai metatarsi e dalle falangi. La trave legamentosa di tale capriata è particolarmente ricca di organi tendinei di Golgi ed è innervata dall'ortosimpatico. La tensione del legamento, l'angolazione della capriata e, più in generale, la posizione di appoggio del piede sono regolati dalle rispettive tensioni della muscolatura intrinseca ed estrinseca. I muscoli estrinseci sono quelli che presentano inserzione sulle ossa del piede e sulla tibia e/o perone (tibiale posteriore, breve peroneo laterale, peroneo laterale, flessore del piede). I muscoli intrinseci sono quelli che si inseriscono tra le ossa proprie del piede (abduktore del V dito, abduktore dell'alluce, flessore corto dell'alluce, flessore plantare corto e lungo). In entrambi i casi si tratta di muscoli molto ricchi di fusi neuromuscolari. La pianta del piede è inoltre densa di pressocettori sia superficiali (Merkel e Meissner) sia profondi (Golgi-Mazzoni, Pacini-Vater).

Le informazioni sensoriali propriocettive proiettano principalmente a livello cerebellare e midollare dove, attraverso gli interneuronini 1a, regolano la cosiddetta inibizione reciproca, cioè l'inibizione del muscolo antagonista durante la contrazione dell'agonista. Sugli stessi interneuronini convergono, in via discendente, anche le informazioni provenienti dai nuclei vestibolari attraverso le vie vestibolo-spinali.

Le afferenze somatoestesiche cutanee proiettano, attraverso la sostanza reticolare e le vie polisynaptiche indirette, ai nuclei vestibolari di Schwalbe, Roller e ai gruppi cellulari X e Y.

Le interazioni sensoriali vestibolo-podaliche hanno lo scopo di:

- ottimizzare il controllo posturale in funzione della specifica natura

- della superficie d'appoggio;
- facilitare la valutazione dell'accelerazione e della velocità del movimento del corpo nell'ambiente;
  - facilitare le risposte automatiche e riflessi adeguate a correggere improvvise perdite di equilibrio, come quando si inciampa su un ostacolo o si scivola sul terreno.

---

### 3.1.3 Geometria corporea

La percezione della geometria corporea dipende dalle informazioni propriocettive provenienti dai fusi neuromuscolari, dagli organi tendinei di Golgi, dai corpuscoli di Pacini-Vater e dai recettori articolari.

Le principali afferenze spinali che cooperano con i riflessi vestibolo-spinali nel controllo della postura si distinguono principalmente nel fascio spino-bulbo-talamico e nel fascio spino-cervico-talamico. La caratteristica di entrambi è quella di far convergere ai nuclei del tronco cerebrale, prima, e al talamo, poi, differenti informazioni sensoriali: muscolari, cutanee, articolari. La fine regolazione della postura dipende soprattutto dalla convergenza sul nucleo di Deiters di afferenze labirintiche principalmente ipsilaterali e cutanee, muscolari e articolari di origine soprattutto lombare e cervicale, principalmente controlaterali. Tale convergenza avviene attraverso proiezioni dirette (vie spino-vestibolari) e indirette (via spino-cerebello-vestibolare, spino-olivo-cerebello-vestibolare, spino-reticolo-vestibolare). Analogamente, ma in misura minore, sui nuclei di Schwalbe, di Roller e sui gruppi cellulari X e Y convergono afferenze labirintiche e propriocettive cervicali. Queste ultime hanno sia azione eccitatrice diretta, sia attività modulatrice indiretta attraverso l'oliva bulbare, il cervelletto, la reticolare.

Le afferenze propriocettive cervicali ai nuclei vestibolari sono crociate e provengono dai fusi neuromuscolari della muscolatura paravertebrale posteriore. I principali muscoli sono il piccolo e grande retto posteriore, il piccolo e grande obliquo, il semispinale del collo e del capo, il trasverso del collo, lo splenio del capo e del collo. Altrettanto importante, dal punto di vista dell'interazione sensoriale, è la muscolatura assiale anteriore fasica (principalmente sterno-cleido-mastoideo) e la trasversale fasica (principalmente angolare della scapola e trapezio). I muscoli tonici nucali presentano una quantità di fusi neuromuscolari comparabile solo con quella dei muscoli oculari estrinseci, della corda vocale e degli interossei della mano.

A livello degli interneuroni spinali e soprattutto nel nucleo cervicale centrale si ha la convergenza delle afferenze propriocettive cervicali con quelle labirintiche, in particolare dal canale semicircolare verticale.

In generale, le afferenze propriocettive cervicali rappresentano un servo-mechanismo nel controllo muscolare dinamico, in grado di attenuare o di amplificare i riflessi posturali conseguenti alla stimolazione labirintica.

I riflessi cervicali sono quindi importanti quanto quelli labirintici nel mantenimento dell'equilibrio posturale perché l'interazione tra propriocettori cervicali e labirinto consente di:

- stabilizzare le braccia rispetto al tronco durante il movimento della testa;
- stabilizzare il tronco durante il cammino, permettendo alla testa di muoversi liberamente sul corpo senza compromettere la stabilità del campo visivo.

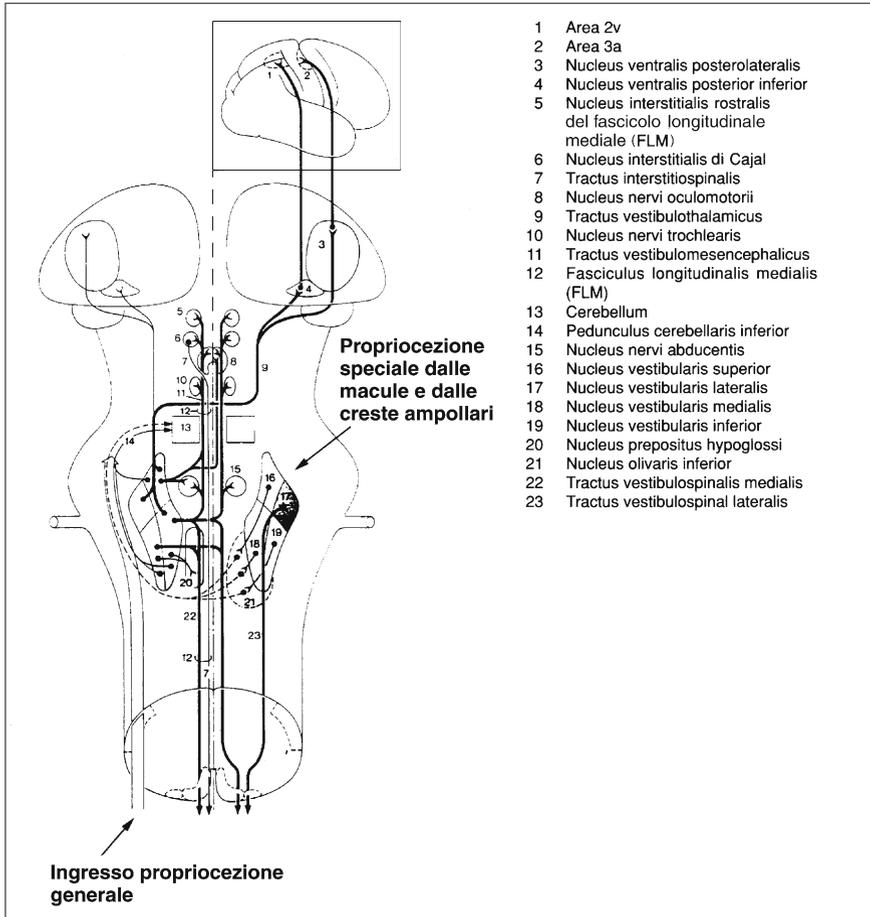
Anche dalla regione lombare giungono importanti informazioni propriocettive ai nuclei vestibolari. L'interazione sensoriale serve soprattutto al controllo del tono antigravitario realizzato dai riflessi vestibolo-spinali e a ottimizzare i riflessi oculomotori durante il cammino.

In conclusione, quindi, si deve sempre ricordare che i riflessi vestibolari spinali e oculomotori sono strettamente interconnessi sul piano funzionale con la propriocezione e che i due aspetti, controllo del tono antigravitario e controllo dell'oculomozione, sono altrettanto strettamente interconnessi. Drukker (Fig. 3.1) a questo proposito ha sottolineato la stretta interconnessione, proponendo un modello di interazione neurofisiologica, a livello della sostanza nucleo-reticolare del tronco e del cervelletto, tra la propriocezione afferente dall'apparato muscolo-scheletrico, definita *propriocezione generale*, e le informazioni vestibolari, denominate *propriocezione speciale*.

---

### 3.1.4 Posizione del corpo rispetto all'ambiente

La posizione del soggetto rispetto all'ambiente circostante viene rilevata dagli esterocettori della vista, dell'udito e, in misura ormai rudimentale, dell'olfatto. Certamente la vista rappresenta l'informazione esterocettiva più importante nella vita quotidiana del moderno animale "uomo". Il sistema visivo consente sia di discriminare con accuratezza quanto è nel campo visivo attraverso i recettori retinici della fovea, sia di localizzare oggetti che stanno entrando nel campo visivo, attraverso la retina periferica. Queste due funzioni, discriminatoria e localizzatoria sono svolte at-



**Fig. 3.1** Schema proposto da Drukker: a livello della sostanza nucleo-reticolare del tronco e del cervelletto si ha l'integrazione funzionale tra la propriocezione afferente dall'apparato muscolo-scheletrico, definita propriocezione "generale", e le informazioni vestibolari denominate "propriocezione speciale" (Da: Cesarani A et al (eds) (1995), Whiplash injuries. Springer-Verlag Italia)

traverso due sottosistemi neurofisiologici, quello genicolo-striato, deputato specificatamente alla prima, e quello extra-genicolo-striato, responsabile della localizzazione dello stimolo nello spazio.

Le informazioni visive provenienti dalla retina, soprattutto foveale, attraverso il sistema visivo genicolo-striato raggiungono il cervelletto, in particolare la porzione flocculo-nodulare. Il cervelletto proietta poi sui nuclei vestibolari. Attraverso il cervelletto e i nuclei vestibolari, la vista contribuisce alla stabilizzazione della postura.

La profondità del campo visivo è importante in relazione a questa stabilizzazione: la maggior stabilità si ha quando il campo visivo è superiore a un metro e inferiore ai 20 metri. La cosiddetta vertigine d'altezza ha il suo substrato neurofisiologico in queste caratteristiche dell'interazione visuo-posturale: se il campo visivo è troppo profondo (mediamente oltre i 20 metri), la stabilità diminuisce e aumentano le oscillazioni del corpo. Queste oscillazioni possono, quindi, essere percepite in misura maggiore o minore a seconda dei soggetti e divenire, soprattutto in relazione alle condizioni emotive, possibile causa di disturbo. Se il campo visivo è troppo vicino (mediamente meno di un metro), si può attivare la convergenza e aumentare quindi le oscillazioni del corpo in stazione eretta.

La vista è così importante che difetti di fusione delle immagini, come accade spesso in soggetti astigmatici o ipermetropi, possono frequentemente essere causa di disturbi della postura e dell'equilibrio, soprattutto durante il cammino.

L'esplorazione dell'ambiente richiede uno spostamento degli occhi. Quando un oggetto entra nel campo visivo oppure si decide di spostare gli occhi verso una mira percepita dalla retina periferica, i segnali visivi originano dalle cellule della retina che hanno sensibilità direzionale. Tramite il tratto ottico accessorio, le afferenze retiniche terminano alla regione pretettale ipsi- e controlaterale, al collicolo superiore ipsi- e controlaterale, al nucleo del tratto ottico accessorio controlaterale, al nucleo pregenicolato controlaterale, al corpo genicolato laterale ipsi- e controlaterale e al complesso *pulvinar-lateralis-posterior* del talamo. Dal nucleo del tratto ottico originano proiezioni che raggiungono i nuclei oculomotori pontini, il nucleo *prepositus hypoglossi*, la formazione reticolare mesencefalica, l'oliva inferiore.

I nuclei pretettali proiettano al *nucleus reticularis tegmenti pontis* (e da lì anche ai nuclei vestibolari) e al nucleo del tratto transpeduncolare sito medialmente alla *substantia nigra* e ventro-medialmente al nucleo rosso. Dai nuclei del complesso talamico *pulvinar-lateralis-posterior* origina, invece, il tratto talamo-corticale. Nell'insieme queste strutture vengono a costituire il sistema visivo extra-genicolato.

A livello corticale le informazioni veicolate dal sistema visivo genicolato ed extra-genicolato si sovrappongono.

Le aree visive sono la corteccia striata e il solco temporale superiore. Il loro compito è quello di analizzare l'orientamento, le dimensioni, le forme, il colore e la direzione del movimento dell'oggetto osservato. Le aree associative parietali controllano i movimenti oculari dirigendo l'attenzione visiva.

I movimenti oculari, realizzati attraverso le vie del sistema genicolato e di quello extra-genicolato che abbiamo brevemente ricordato, sono classificabili in due gruppi:

- movimenti oculari di vergenza, disconiugati, che hanno la finalità di mettere a fuoco oggetti fermi, a distanza inferiore a 20 cm (convergenza);
- movimenti di versione, che hanno la finalità di portare sulla fovea oggetti in movimento che si trovano ad una distanza superiore a 20 cm.

I movimenti oculari di versione, a loro volta sono funzionalmente suddivisibili in due gruppi:

- movimenti oculari lenti;
- movimenti oculari rapidi.

I **movimenti oculari lenti** sono caratterizzati da bassa latenza (120-150 msec) e bassa velocità (inferiore ad 80 gradi/sec). I movimenti oculari di inseguimento hanno lo scopo di mantenere distinta la visione di oggetti in movimento e sono anche detti di conduzione o *smooth pursuit* o *poursuite oculaire*. I movimenti di inseguimento vengono controllati dalla corteccia occipitale attraverso la cosiddetta “via oculogira posteriore” che dalla corteccia occipitale proietta ai nuclei oculomotori del tronco cerebrale.

Un ruolo fondamentale per la realizzazione accurata dei movimenti lenti è svolto dal cervelletto, in particolare dal flocculo. Le proiezioni flocculari ai nuclei vestibolari consentono la stabilizzazione dell’immagine retinica durante i movimenti del capo, eventualmente inibendo i riflessi oculomotori indotti dalla sollecitazione dei labirinti.

I **movimenti oculari rapidi** volontari, denominati anche saccadici, rappresentano la modalità abituale di movimento oculare quando nella vita quotidiana si desidera spostare lo sguardo da un oggetto ad un altro, e rappresentano i movimenti utilizzati nella lettura. Questo tipo di movimento è caratterizzato da una latenza di circa 200-250 msec e da una velocità proporzionale all’ampiezza dello spostamento degli occhi che può arrivare anche a 700 gradi/sec.

I movimenti saccadici sono utilizzati in risposta ad uno stimolo visivo se l’attenzione viene richiamata da una mira periferica oppure come movimento rapido volontario o automatico verso una mira “immaginaria” oppure una sorgente sonora.

I circuiti per la genesi e il controllo dei saccadici automatici e volontari sono principalmente corticali, soprattutto frontali, che si esplicano attraverso la cosiddetta “via oculogira anteriore”. Tuttavia, come per i movimenti lenti, il cervelletto controlla tutti i parametri del saccadico, avendo una funzione di adattamento plastico.

Per poter esplorare adeguatamente l'ambiente, la visione binoculare necessita di una perfetta coniugazione degli occhi durante i loro movimenti. La coniugazione è principalmente espletata dalle fibre decorrenti nel fascicolo longitudinale mediale (FLM), fibre che sincronizzano l'attivazione del nucleo oculomotore di un lato con il nucleo abducente controlaterale, in modo che si realizzi la contemporanea abduzione di un occhio e l'adduzione di quello controlaterale.

Il controllo posturale è influenzato non solo da ciò che viene recepito dalla retina e percepito dalla corteccia visiva occipitale, ma anche dalla posizione stessa degli occhi, rispetto all'orbita. Come dimostrato dai lavori di Roll (1988), quando un soggetto è in piedi, la posizione degli occhi nello spazio viene calcolata dal S.N.C. che, sulla base dei messaggi propriocettivi provenienti dai vari segmenti corporei, realizza una sorta di collegamento funzionale tra gli occhi ed il terreno. Infatti i muscoli oculari presentano un alto numero di propriocettori, sia come fusi neuromuscolari sia come terminazioni sensitive "a palizzata" a livello della giunzione muscolo-tendinea. Afferenze propriocettive oculari giungono oltre che alla sostanza reticolare del tronco, al midollo cervicale, al collicolo superiore, al corpo genicolato laterale, al talamo, ai nuclei oculomotori stessi, al cervelletto e, infine, ai nuclei vestibolari. I nuclei vestibolari ed il cervelletto sono così in grado di ricostruire quella che Roll ha definito la "catena propriocettiva" cioè il collegamento tra i segnali provenienti da tutti i segmenti corporei, a partire dal piede sino agli occhi. In tal modo viene ottimizzato il controllo vestibolare della postura.

La vista, però, consente al soggetto in ortostasi una percezione solo di una parte dell'ambiente circostante. A completare la raccolta delle informazioni relative allo spazio circostante al soggetto, interviene l'udito. Dal punto di vista funzionale l'udito rappresenta un vero e proprio terzo occhio che consente di cogliere la presenza di elementi importanti per l'orientamento al di fuori del campo visivo. Non solo segnali sonori di "allarme" possono modificare il controllo posturale, ma anche le caratteristiche della sonorità ambientale. È stato infatti descritto il cosiddetto *rock and roll effect*: il controllo posturale si modifica se il soggetto ascolta della musica, con variazioni del tono posturale in funzione delle frequenze sonore specifiche acute o gravi.

### 3.1.5 Stato di tensione della muscolatura tonica antigravitaria (tono posturale)

La forza di gravità che tende a flettere le articolazioni, facendo cadere a terra il soggetto, viene contrastata dalla contrazione costante (cosiddetto tono posturale) dei muscoli antigravitari, che nell'uomo sono rappresentati da:

- estensori degli arti inferiori;
- flessori degli arti superiori;
- paravertebrali del tronco e del collo;
- massetere, che contrasta la caduta della mandibola.

Questi muscoli sono funzionalmente diversi da quelli deputati al movimento. Sono infatti detti tonici e costituiti prevalentemente da fibre a bassa velocità di contrazione, resistenti all'affaticamento, a metabolismo ossidativo, quindi capaci di restare a lungo attive e di mantenere costante la forza sviluppata. Sono innervati da motoneuroni  $\alpha$  con fibre di diametro minore e a conduzione più lenta, facilmente eccitabili da afferenze monosinaptiche. Al contrario, i muscoli deputati al movimento, cosiddetti fascici, sono caratterizzati dalla possibilità di rilasciamento o contrazione secondo necessità, per effettuare il movimento rapido e ritmico di un segmento corporeo. Sono quindi capaci di contrazione rapida, utilizzano la scissione del glicogeno e sono innervati da motoneuroni  $\alpha$  a conduzione più veloce. In tutti i muscoli coesistono fibre muscolari lente e rapide in diversa proporzione, che può modificarsi con l'invecchiamento o con l'allenamento.

Il controllo sulle attività contrattili del muscolo è effettuato dal SNC mediante due tipi di recettori: i fusi neuromuscolari e gli organi muscolo-tendinei di Golgi. Un fuso neuromuscolare è costituito da una guaina di tessuto connettivo, che contiene da due a dodici fibre muscolari dette fibre intrafusali, che ricevono l'innervazione motoria attraverso piccole fibre efferenti mielinizzate, denominate fibre  $\gamma$  (fusimotorie), provenienti dai motoneuroni  $\gamma$  siti nelle corna anteriori del midollo spinale. Le terminazioni sensoriali dei fusi sono di due tipi: primarie, appartenenti al gruppo Ia di grande diametro, ad alta velocità di conduzione ed a bassa soglia e secondarie, dette "a fiora-

mi” appartenenti al gruppo II, più piccole e più lente. Le fibre intrafusali sono di due tipi: fibre a borsa nucleare e fibre a catena nucleare. I fusi sono disposti in parallelo alle fibre extrafusali del muscolo. Poiché lo stimolo adeguato per i fusi neuromuscolari è lo stiramento del muscolo, sono considerati dei misuratori della lunghezza del muscolo.

Gli organi di Golgi sono fascetti tendinei innervati da fibre del gruppo Ib di grande diametro ad alta velocità di conduzione, che perdono la guaina mielinica e si sfioccano nei fasci tendinei. Non possiedono innervazione efferente. Sono posti in serie rispetto agli elementi contrattili. Lo stimolo adeguato è la tensione sviluppata dalla contrazione muscolare.

In condizioni di riposo, le terminazioni primarie e soprattutto secondarie scaricano spontaneamente per l’azione eccitomotoria tonica da parte dei motoneuroni  $\gamma$ . Il comportamento dei fusi è quindi attivo e non solo passivo. Gli organi di Golgi sono silenti.

Durante lo stiramento, le terminazioni scaricano fornendo informazioni sulla lunghezza e sulla velocità di variazione. Gli organi di Golgi scaricano solo con tensioni fino 30 volte maggiori a quelle necessarie per attivare i fusi.

Durante la contrazione muscolare, i fusi, essendo in parallelo con le strutture contrattili, si rilasciano e sospendono la loro attività, mentre gli organi di Golgi sono attivati e segnalano l’aumento di tensione nel tendine.

Le fibre afferenti dei fusi, del gruppo Ia, si collegano monosinapticamente con una azione eccitatoria sui motoneuroni  $\alpha$  omonimi, mentre esercitano un’azione inibitoria sui motoneuroni antagonisti. Questo dà origine al riflesso miotattico. Le fibre Ib provenienti dagli organi di Golgi hanno azione opposta. Le fibre del gruppo II provenienti dalle terminazioni a fiorami, esercitano azione facilitatoria sui muscoli flessori e inibitoria sugli estensori.

L’attività dei fusi neuromuscolari è però influenzata dal controllo esercitato su di essi dalla loro innervazione motoria ad opera dei motoneuroni  $\gamma$ . Questi rappresentano la via finale comune di vari impulsi che provengono sia dai recettori periferici proprio- ed esterocettivi, sia da varie strutture soprasspinali sottocorticali, come il nucleo di Deiters e la sostanza reticolare del tronco.

Attraverso questi meccanismi, vi è quindi un controllo a *feedback* sull’attività muscolare, che tende ad annullare gli effetti delle perturbazioni indotte dai carichi e a riportare alla posizione di partenza i rapporti articolari. Tale fenomeno si definisce riflesso di stiramento e si può considerare il principale meccanismo del tono posturale. Al di sopra di questo vi è un circuito lungo a *feedback* che coinvolge i centri soprasspinali (cervelletto e corteccia senso-motoria), che possono così esercitare la loro azione di controllo e regolazione dell’intero movimento.

### 3.1.6 Controllo dinamico della postura

La postura eretta può essere mantenuta anche con posizioni differenti del corpo o di alcuni segmenti corporei, purché il baricentro corporeo (centro di gravità) si proietti a terra entro l'area del cosiddetto poligono di sostentamento, cioè del poligono che segue i contorni esterni dei piedi.

Il controllo della postura eretta può organizzarsi in due modalità principali che, in condizioni naturali, si integrano:

1. controllo dell'allineamento verticale dei segmenti corporei rispetto alla verticale gravitaria lungo un asse immaginario che unisce il capo all'area di appoggio plantare con rispetto quindi della geometria corporea;
2. controllo della posizione del baricentro senza rispetto della geometria corporea

Queste modalità corrispondono a quanto descritto da Nashner ovvero le strategie d'anca e di caviglia:

- quando il soggetto in stazione eretta viene perturbato in avanti oppure indietro dallo spostamento della superficie di supporto nella direzione opposta (ad esempio quando inizia a muoversi il tram), l'attivazione muscolare origina nei muscoli dell'articolazione delle caviglie e si irradia in sequenza verso i muscoli inferiori del tronco. Questo *pattern* viene chiamato strategia di **caviglia**, perché corregge le oscillazioni esercitando una torsione rispetto alla superficie di supporto e una rotazione del corpo verso l'indietro, primariamente attorno alle articolazioni di caviglia. La strategia di caviglia usa la torsione attorno alle articolazioni della caviglia per resistere alla forza di gravità e ruotare il corpo come una massa relativamente rigida. La torsione attiva sulla caviglia muove il centro di gravità (CG) in distanze relativamente lunghe verso una nuova posizione di equilibrio. Poiché il momento di inerzia del corpo sulle caviglie è relativamente grande, solo movimenti lenti del CG possono essere eseguiti usando la strategia di caviglia. Questa strategia corrisponde a quello che attualmente viene definito controllo dell'allineamento verticale dei segmenti corporei.
- quando il soggetto è in piedi su una superficie d'appoggio più corta della lunghezza dei piedi o quando il CG si localizza in prossimità dei limiti di stabilità oppure quando la perturbazione dell'equilibrio del soggetto è troppo ampia o veloce (ad esempio una spinta) si attivano inizialmente i muscoli inferiori della schiena in modo da opporsi allo spostamento del corpo. Questo *pattern* si chiama strategia di **bacino**. Essa corregge le oscillazioni esercitando una forza contro la superficie d'appoggio e ruotando il corpo primariamente attorno alle articula-

zioni delle anche. Questa strategia usa rotazioni rapide orizzontali attorno alle anche per generare forze transienti orizzontali. Poiché il momento di inerzia del tronco è piccolo rispetto al corpo, a livello pelvico la strategia di bacino produce movimenti rapidi in avanti ed indietro del CG. Le distanze lungo le quali può essere mosso il CG con questa strategie sono relativamente piccole, in confronto a quelle prodotte dalle strategie di caviglia. Tale strategia corrisponde a quello che attualmente viene definito controllo della posizione del baricentro.

L'utilizzo di una strategia piuttosto che dell'altra è funzione delle condizioni e dei compiti posturali.

Nella situazione di controllo della verticalità (strategia di caviglia), il corpo viene paragonato a un pendolo inverso che sull'appoggio plantare con fulcro sulle caviglie oscilla nello spazio, mantenendo la proiezione a terra del centro di gravità (chiamato anche centro di pressione) in un'area estremamente ridotta (circa 1 cm<sup>2</sup>). Per mantenere l'equilibrio in caso di perturbazioni, il corpo oscilla sulle caviglie spostando il centro di pressione fino ai limiti del perimetro del poligono di sostentamento.

Nella situazione di controllo del baricentro (strategia di bacino), i segmenti corporei in caso di perturbazione modificano il loro allineamento reciproco.

---

### 3.1.7 Controllo dinamico della stabilità della testa

Muovere liberamente la testa indipendentemente dal tronco, sia in piedi sia camminando, è essenziale per esplorare l'ambiente. È però altrettanto importante che la testa sia stabile durante le oscillazioni del corpo per mantenere la stazione eretta o, ancor più, durante il cammino.

La testa contiene infatti quattro recettori indispensabili al corretto controllo posturale: vestibolo, recettori del collo, recettori della vista e dell'udito. Il corretto allineamento del capo rispetto all'orizzonte è indispensabile per fornire al resto del corpo una corretta cornice di riferimento relativa all'orientamento del soggetto, sia rispetto alla gravità, sia rispetto all'ambiente. L'organizzazione posturale procede quindi **dall'alto verso il basso**. La reazione del terreno però determina una contro-organizzazione che procede **dal basso verso l'alto**. In condizioni naturali, fermo restando la necessità di una cornice di riferimento precisa che ci consenta di percepire il mondo circostante stabile e "fermo" rispetto al nostro corpo in movimento, le modalità di controllo della posizione della testa si integrano e coordinano:

- nella strategia alto-basso, i segnali provenienti dai recettori vestibolari divengono i segnali preminenti nel controllo antigravitario. In tale condizione, la testa viene allineata rispetto al vettore gravitazionale e movimenti di rotazione del capo consentono l'ottimizzazione dell'orientamento uditivo e l'esplorazione visiva dell'ambiente;
- nella strategia basso-alto, l'appoggio viene primariamente stabilizzato e i segnali provenienti dai piedi e dalle caviglie divengono preminenti nel controllo antigravitario. In queste condizioni, il capo può non mantenere l'allineamento verticale e diviene per così dire libero di flettersi (anteriormente, posteriormente o lateralmente) in modo da completare l'esplorazione dell'ambiente.

La stabilizzazione della testa è un compito dei muscoli del collo e dipende primariamente dall'attivazione del riflesso vestibolo-collico (VCR) e del riflesso cervico-collico (CCR). Entrambi si oppongono alle oscillazioni della testa che, ad esempio, avvengono quando si cammina, si corre, si salta. Il VCR origina dalle stimolazioni dei canali semicirculari o delle macule otolitiche, mentre il CCR origina dalla stimolazione dei propriocettori cervicali. Anche il CCR, assimilabile al riflesso da stiramento, come gli altri riflessi posturali è mediato in parte da vie monosinaptiche, in parte da vie multisinaptiche, attraverso i circuiti cerebellari e tronco-cerebrali.

---

### 3.1.8 Considerazioni funzionali

Le afferenze vestibolari intervengono nel controllare la posizione della testa e degli arti in condizioni dinamiche, cioè durante i movimenti del corpo o della base di appoggio (riflessi di bilanciamento), per mezzo delle informazioni provenienti dai canali semicirculari e nel mantenimento della postura statica, tramite le informazioni otolitiche. Esse, inoltre, durante gli spostamenti della testa, stabilizzano la direzione dello sguardo mediante movimenti compensatori degli occhi (riflesso vestibolo-oculomotore).

Le afferenze propriocettive muscolo-tendinee e articolari informano sulla posizione dei segmenti corporei e sullo stato di contrazione muscolare; concorrono al mantenimento del tono muscolare tramite i riflessi miotattici da stiramento ed elicitano i riflessi posturali. In stazione eretta, ad esempio, lo stiramento dei muscoli interossei della pianta del piede, dovuta al peso corporeo, determina un riflesso posturale di estensione degli arti inferiori, definito "reazione positiva di supporto", fondamentale per

mantenere tale posizione.

L'afferenza visiva permette un controllo diretto dell'ambiente circostante, della posizione della testa e del corpo nello spazio e guida con maggiore precisione i movimenti; risulta molto importante, insieme alle afferenze somatosensoriali, nel controllo dell'equilibrio anche in condizioni statiche. Mediante la via inibitoria visuo-cerebello-reticolo-vestibolare, inoltre, consente l'inibizione dei riflessi vestibolo-oculomotori, per mantenere la fissazione di un oggetto durante i movimenti della testa o del corpo.

Le afferenze uditive, consentendo la localizzazione della sorgente sonora, concorrono a completare la spazialità sferica dell'ambiente.

Quando il soggetto viene destabilizzato, il mantenimento della postura dipende dall'interazione automatica delle strategie di caviglia e di bacino.

Quando il soggetto deve stabilizzare dinamicamente la postura modificando la geometria del corpo, le strategie alto-basso e basso-alto interagiscono automaticamente.

---

### 3.2 Occlusione e postura\*

Il sistema vestibolare ha tra le varie funzioni anche quella di stabilizzare la testa rispetto alla colonna cervicale, sia in statica sia in dinamica. La stabilizzazione del capo è correlata principalmente all'attivazione del riflesso vestibolo-collico, anche in condizioni statiche e di quiescenza, dato che la testa può essere continuamente destabilizzata, rispetto al rachide cervicale, durante l'espletamento di normali funzioni vitali, quali la respirazione, la deglutizione, la fonazione o, a maggior ragione, in concomitanza alla presenza di parafunzioni occlusali, quali il serramento dentale (parafunzione centrica) oppure il bruxismo (parafunzione eccentrica).

La stabilità della testa sulla colonna cervicale è una funzione fondamentale e necessaria, per fornire al sistema nervoso centrale una piattaforma di riferimento gravitazionale e una stabile visione orizzontale.

Le informazioni che riguardano la posizione della testa e del corpo nello spazio, l'influenza della forza di gravità, le informazioni visive, i movimenti e la posizione della mandibola, della lingua, del faringe, sono integrate nella formazione reticolare dell'encefalo.

---

\*Federico Marin, Medico Odontoiatra, Milano. E-mail: federemari@hotmail.com

Questa integrazione convalida, dal punto di vista anatomico e funzionale, l'ipotesi dell'esistenza di correlazioni tra il sistema di controllo posturale, l'occlusione dentale e la postura mandibolare (Fig. 3.2).

Rocabado è stato tra i primi autori a evidenziare la relazione esistente tra le disfunzioni del sistema stomatognatico e quelle del collo e ha posto pure l'accento sulla loro capacità di influenzare la regolazione posturale dell'intero corpo. Lo stesso autore sottolinea l'importanza del rapporto biomeccanico delle regioni cranica, cervicale e joidea e analizza la posizione che l'osso joide assume rispetto alla curvatura del rachide cervicale, proponendo, a fini diagnostici, un'analisi cefalometrica della relazione cranio-vertebrale, della posizione dello joide e della curvatura del rachide.

Travell e Simmons considerano inscindibile la correlazione tra i muscoli masticatori, i muscoli cervicali e la postura del corpo.

Mongini, con riferimento anche ai lavori di Rocabado, evidenzia come la posizione della testa nello spazio sia garantita dall'azione di molti muscoli, anteriori e posteriori della colonna cervicale. Alcuni di questi muscoli, situati anteriormente, collegano la mandibola alla clavicola e allo sterno, con interposizione dell'osso joide.

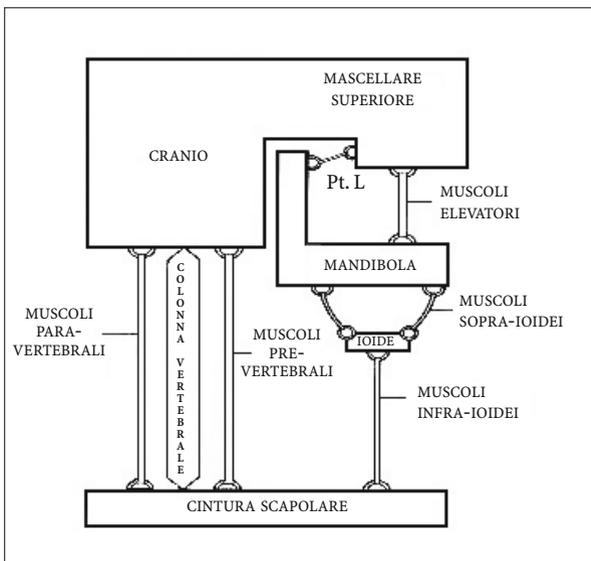


Fig. 3.2 Schema Brodie. Rappresentazione schematica dei possibili rapporti anatomico-funzionali cranio-cervico-mandibolari

La valutazione di queste connessioni anatomico-funzionali, permette di definire come la posizione della testa sia regolata non solo dall'attività della muscolatura tonica del collo, ma anche dall'equilibrio dei muscoli dell'apparato stomatognatico, definiti anche muscoli della masticazione, la cui attività è sinergica con altri gruppi muscolari del tronco e del collo.

Con riferimento a questi principi, parecchi Autori hanno ipotizzato che la postura mandibolare potrebbe essere influenzata anche da alterazioni del tono muscolare a partenza da distretti corporei lontani topograficamente e anatomicamente dall'apparato stomatognatico e viceversa.

L'ipotesi di correlazioni e influenze tra aree molto lontane tra di loro, è ancora oggetto di approfondimento scientifico e non trova unanime accordo scientifico.

La relazione tra l'equilibrio del sistema stomatognatico e del collo è invece un dato che trova esteso accordo tra vari Autori.

Le modifiche della postura mandibolare, secondarie a stati malocclusivi, a sofferenze dell'articolazione temporomandibolare e/o sofferenze muscolari, sarebbero in grado di interferire con l'attività dei muscoli del collo, alterando la postura cranio-cervicale.

Secondo Okeson, i movimenti della testa e del collo sono la risultante di un fine coordinamento del lavoro di molte catene muscolari e i muscoli della masticazione sono parte integrante di questo sistema.

Hansson e coll. hanno evidenziato che molti pazienti affetti da dolori cronici a livello cranio-mandibolare, presentano anche il coinvolgimento patologico della regione cervicale. Questo Autore, consiglia perciò, di associare alle valutazioni semeiologiche di pertinenza specificamente odontoiatrica, la valutazione della mobilità del capo e del rachide cervicale.

Travell e Simmons mettono in evidenza come nell'ambito della muscolatura della testa e del collo, la disfunzione di alcuni muscoli con relativa comparsa di punti grilletto (*trigger points*) primari, possa generare la disfunzione secondaria di altri muscoli con presenza di punti grilletto satellite.

Buschbachner evidenzia che i disturbi articolari temporo-mandibolari, la cui genesi è molto spesso di origine occlusale, possono causare irradiazione del dolore a livello cervicale e conseguente comparsa di una patologia disfunzionale a tale livello. L'Autore suggerisce, a tal proposito, una sequenza terapeutica basata sull'uso di placche occlusali, fisioterapia e ripristino di una corretta occlusione dentale.

Senza entrare nel merito della descrizione anatomica del distretto stomatognatico e cranio-mandibolare, per il cui approfondimento si rimanda ai testi specifici, è opportuno chiarire almeno cosa si intende per occlusione den-

tale (e fornire alcune informazioni riguardo la biomeccanica mandibolare).

Il vocabolario della lingua italiana Zingarelli recita: “Occlusione è il rapporto che intercorre fra le superfici masticatorie dei denti mascellari e quelle dei denti mandibolari quando le mascelle sono chiuse”.

L’occlusione dentale dal punto di vista anatomo-funzionale è lo stretto rapporto tra le arcate, mascellare e mandibolare, quando le cuspidi di stampo (o di centrica) dei denti molari e premolari antagonisti, incontrano le rispettive fosse. Questo rapporto si raggiunge fisiologicamente, ad esempio, al termine di ogni atto di deglutizione.

Partendo da questa relazione di contatto dentale e analizzando, sui piani sagittale e verticale, la relazione molare e canina, si sono definite le classi occlusali, che sono tre: la I classe è stata identificata come normo-occlusione, fisiologica; la II e III classe come malocclusioni.

Alle classi dentali si aggiungono le classi scheletriche, che si riferiscono alla morfologia cranio facciale. Si definisce però malocclusione anche una disarmonica e asimmetrica disposizione spaziale degli elementi dentali lungo il perimetro delle arcate mascellare e mandibolare. Si pensi agli affollamenti dentali per deficit di spazio in arcata, a rotazioni o inclinazioni degli elementi dentali rispetto ai tre piani dello spazio, il che si traduce sempre in un alterato rapporto morfologico con gli elementi antagonisti, durante il contatto tra le due arcate (o stato di occlusione).

Appare evidente, quindi, che la diagnosi di malocclusione deve tenere conto delle classificazioni citate e deve distinguere se ci si trovi di fronte a problemi scheletrici, dento-alveolari o misti.

La corretta diagnosi scheletrica ed occlusale è importante, specie se riferita a soggetti giovani e in crescita. L’intercettazione precoce di una patologia scheletrica e/o occlusale, la valutazione di problemi posturali e/o cervicali, la presenza o meno della pervietà delle prime vie aeree favoriscono la progettazione di un adeguato piano terapeutico, spesso multidisciplinare, la cui finalità terapeutica è quella di evitare, a fine crescita, la comparsa oppure il mantenimento di spine irritative a partenza occluso-mandibolare, posturale, e/o respiratoria che possano interferire reciprocamente in modo negativo e alimentare la persistenza di uno stato disfunzionale e posturale permanente.

Da quanto detto, appare evidente che l’occlusione dentale può essere causa di problemi posturali cervicali. Non è però sufficiente fare riferimento unicamente alle classi dentali o alla regolare disposizione spaziale dei denti nelle rispettive arcate per definire una occlusione equilibrata ed organica. La prima classe dentale, ad esempio, che è considerata una buo-

na situazione morfologica, non è sempre correlata all'equilibrio neuromuscolare dei muscoli della masticazione. È necessario perciò, aggiungere un nuovo parametro per definire una occlusione organica e stabile, cioè il controllo neuromuscolare della stabilità occlusale e, viceversa, l'influenza dell'occlusione dentale sull'equilibrio dei muscoli della masticazione. Il contatto dentale in serramento attiva le afferenze parodontali che attraverso stimoli propriocettivi e nocicettivi modulano la forza muscolare, attivano vari riflessi di azione ed inibizione, in sostanza gestiscono gli atti motori mandibolari.

La presenza di interferenze occlusali riconducibili a stati malocclusivi, a erronee ricostruzioni del tavolo occlusale, perdita di elementi dentali con conseguente malposizione di quelli contigui o antagonisti, disturbi cranio-mandibolari ecc., può produrre *patterns* di contrazione muscolare alterati e asimmetrici. Presumibilmente il disturbo occlusale altera la bontà delle informazioni propriocettive e parodontali inviate al sistema nervoso centrale, inducendolo a modificare il numero delle unità motorie attive, la sequenza e la durata della loro accensione, nell'apparente tentativo di evitare il contatto tra l'interferenza e l'elemento dentale antagonista.

Durante il serramento dentale, gravano sull'apparato stomatognatico le forze espresse dalla contrazione muscolare. Volendo analizzarne le risultanti, si può focalizzare l'attenzione sulle reazioni alle stesse che, per semplicità, possono essere ricondotte a una reazione occlusale (la forza di serramento) e una al vincolo (sollecitazioni che gravano sull'articolazione temporomandibolare). In condizioni di equilibrio, azione e reazione si bilanciano e l'ergonomia del sistema non è sollecitata all'attivazione di compensi (carichi anomali sul parodonto, usura degli elementi dentali, modifiche morfologiche e strutturali delle articolazioni temporomandibolari ecc.). L'equilibrio si mantiene nel tempo anche in presenza della fisiologica usura da funzione, poiché questa interessa in modo paritetico tutte le componenti del sistema.

Viceversa, l'alterazione, sia pur compensata, delle sollecitazioni che gravano sull'apparato, forza la situazione e la conseguente rottura dell'equilibrio dinamico aumenta l'usura delle componenti.

La presenza di una sollecitazione in torsione della mandibola, ad esempio, comporta sovraccarico delle componenti articolari e la contemporanea anomala sollecitazione dei recettori parodontali che si adattano ad una soglia maggiore, fa sì che non rispondano e, quindi, tendano a mantenere il carico anomalo. L'alterazione di compenso delle afferenze inficia i centri di ideazione del movimento e un'alterazione funzionale mantenuta

nel tempo assume l'aspetto di una alterazione organica (click articolari, sofferenza parodontale, usura del tavolo occlusale, miofasciti ecc.).

La condizione di equilibrio clinicamente si può identificare con il concetto di occlusione dentale organica e bilanciata.

Esistono vari metodi, in odontoiatria, per definire una occlusione organica: alcuni si basano su concetti prettamente biomeccanici, altri su valutazioni strumentali che prendono in considerazione la funzione dell'apparato stomatognatico, nella totalità delle sue componenti.

Tra questi si annovera l'esame elettromiografico con elettrodi di superficie, EMG. La strumentazione attualmente disponibile permette di indagare numerosi muscoli coinvolti nella masticazione, nella deglutizione e nella postura della testa (tipicamente il massetere, il fascio anteriore del temporale, il ventre anteriore del digastrico, lo sternocleidomastoideo). I dati dei potenziali EMG rilevati sono integrati con valutazioni della simmetria e dei differenti *pattern* di attivazione dei muscoli (Ferrario e Sforza, 1996; Ferrario e coll., 2000; Naeije e coll., 1989).

Poiché la stabilità occlusale è correlata alla *performance* muscolare (Bakke e coll., 1992) l'analisi dell'attività muscolare in soggetti con relazioni occlusali alterate, può fornire dati sull'impatto funzionale delle discrepanze morfologiche.

La valutazione delle attività sinergiche dei principali muscoli masticatori si può usare, inoltre, per distinguere soggetti sani e patologici (Ferrario e coll., 1999). Il segnale EMG fornisce anche un indice di fatica muscolare (De Luca, 1997).

Facendo riferimento ai modelli biomeccanici dell'apparato stomatognatico, è noto che il carico relativo su ciascuna articolazione temporomandibolare non è solo funzione della forza di serramento (*clench*), ma anche delle modalità con cui questa forza è prodotta. È di primaria importanza, perciò, quantificare il contributo relativo dei differenti muscoli elevatori della mandibola alla forza di serramento. L'EMG è, in tal senso, uno strumento prezioso poiché permette di misurare gli indici di attività e il valore di asimmetria muscolare, consentendo, ad esempio, di rilevare il contributo del muscolo massetere rispetto al muscolo temporale o, più in generale, l'apporto dei muscoli lavoranti rispetto ai bilancianti (Ferrario e Sforza, 1994). Protocolli molto recenti permettono anche di rilevare la presenza di precontatti o situazioni di fulcro, di grande utilità clinico-diagnostica e terapeutica.

La precisione e la ripetibilità dell'esame è garantita dalla standardizzazione intra-soggetto dei potenziali rilevati attraverso l'applicazione cutanea di elettrodi di superficie, disposti lungo le linee di azione delle fibre

dei muscoli testati. Grazie al metodo di standardizzazione, i valori registrati ed espressi in percentuale, possono variare solo in funzione delle caratteristiche occlusali, a prescindere da altre variabili relative all'impendenza cutanea e al posizionamento degli elettrodi, variabili che possono influenzare in modo significativo l'esito dell'esame EMG, specie nel caso di acquisizioni ripetute a distanza di tempo (Ferrario, 1999).

L'esame elettromiografico è un'indagine strumentale in grado di fare interagire i metodi della ricerca scientifica con la clinica, favorendo il miglioramento dei protocolli terapeutici. L'indagine, condotta nel rispetto di rigorosi protocolli sperimentali, è in grado di quantificare in modo semplice e con pochi dati numerici la condizione di equilibrio dell'apparato stomatognatico. L'analisi quantitativa dei segnali elettromiografici dei principali muscoli della masticazione permette di disporre di un ausilio strumentale nella pratica clinica, sia in fase diagnostica, sia quale controllo della corretta applicazione delle procedure terapeutiche. Inoltre, la valutazione quantitativa dell'impatto dell'occlusione dentale sull'equilibrio statico e dinamico dell'apparato stomatognatico, permette un più accurato scambio di informazioni interdisciplinari mediante l'utilizzo di selezionati dati numerici (Figg. 3.3, 3.4).

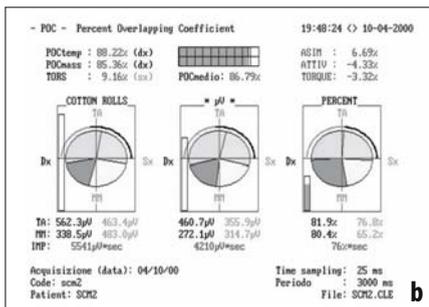
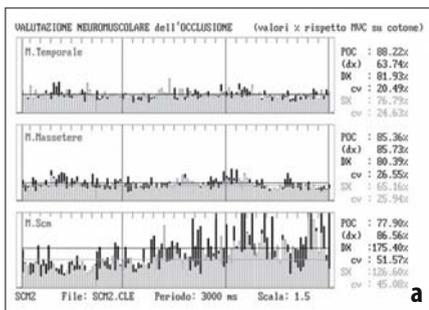


Fig. 3.3 a, b. Esempio di tracciato EMG, che esprime la valutazione quantitativa dell'impatto occlusale sull'equilibrio neuromuscolare dell'apparato stomatognatico

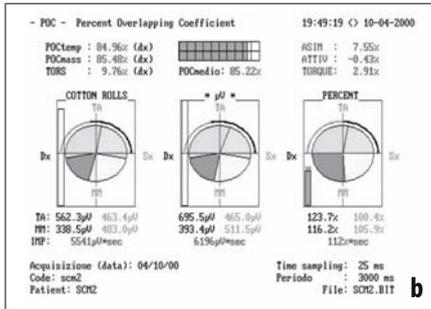
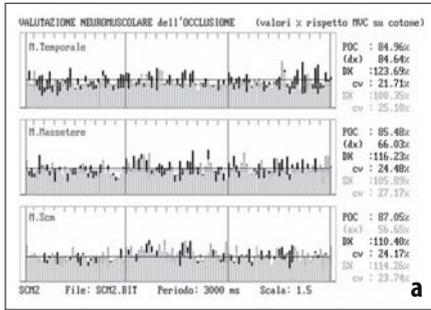


Fig. 3.4 a, b. Stesso caso della Fig. 3.3, dopo applicazione di un ortottica. Alcuni parametri (Attiv, POC Temp e Imp) appaiono modificati e migliorati

# Controllo della postura e regolazione cardio-respiratoria

## 4.1 Controllo della regolazione cardio-respiratoria

I cambiamenti della postura del corpo influenzano, come è noto, la distribuzione della massa ematica principalmente a carico degli arti inferiori e dei visceri addominali. Ad esempio, il volume del flusso venoso portale diminuisce più significativamente in decubito laterale sinistro piuttosto che in decubito supino e, contemporaneamente, la velocità di flusso nell'arteria epatica destra aumenta. Analogamente, le velocità di flusso variano significativamente nella vena polmonare in relazione non solo alla posizione del corpo in generale, ma anche alla posizione reciproca dei distretti corporei superiore e inferiore. L'efficacia della regolazione pressoria in varie situazioni, specialmente nel passaggio dalla posizione supina a quella eretta, è essenziale nella vita quotidiana. Inoltre, la fine regolazione degli adattamenti pressori è particolarmente importante nelle persone anziane o disabili per consentire un adeguato e costante afflusso ematico cerebrale.

Il baroriflesso carotido-cardiaco e i riflessi di stiramento dai recettori della parete dei vasi contribuiscono significativamente alla regolazione pressoria ortostatica e nei cambiamenti posturali, ma è il sistema vestibolare che realizza il controllo sensoriale e motorio dei cambiamenti posturali. Per mezzo delle informazioni veicolate dai canali semicirculari, per quanto riguarda le accelerazioni angolari della testa, come ad esempio nel passaggio da clino- ad ortostatismo, e dalla macule otolitiche, per ciò che concerne le accelerazioni lineari, come l'accelerazione di gravità, il sistema vestibolare regola il tono muscolare e il tono simpatico.

La regolazione cardiorespiratoria nei cambiamenti posturali del corpo e di posizione della testa si realizza per mezzo di importanti modificazioni dell'attività circolatoria e ventilatoria, in modo da garantire un'adeguata ossigenazione del sangue e una corretta pressione perfusionale cerebrale. Il sistema vestibolare interviene precisamente nella regolazione del flusso cerebro-vascolare, indipendentemente dalla pressione arteriosa e dalla  $p\text{CO}_2$ .

D'altra parte, esiste una specifica neuroanatomia che connette il sistema vestibolare dei mammiferi ai centri di controllo cardio-vascolare, in particolare cerebellari.

Scopo del presente capitolo è illustrare quale sia la relazione tra sistema vestibolare e sistema cardiovascolare nella regolazione vascolare posturale.

Secondo l'ipotesi della "gravicezione vascolare" il ben conosciuto fatto che la postura modifichi il sistema vascolare potrebbe essere completato dall'opposto, cioè, che il sistema vascolare, attraverso la percezione dei sistemi di controllo, modifichi esso stesso la postura.

L'interazione tra controllo della postura e regolazione cardiovascolare è determinata dall'azione diretta oppure indiretta del sistema vestibolare sul sistema simpatico. Doba e Reis hanno dimostrato già molti anni fa che il sistema vestibolare nell'animale è coinvolto nella regolazione pressoria durante i cambiamenti posturali: la dissezione bilaterale del nervo vestibolare comporta instabilità della pressione arteriosa durante *tilt* nei gatti sia anestetizzati sia svegli e l'attività dei nervi simpatici è alterata dall'attivazione delle afferenze vestibolari. Studi successivi hanno poi evidenziato che anche nell'uomo fattori quali pressione arteriosa, distribuzione del flusso sanguigno cutaneo e termoregolazione, si trovano non solo strettamente funzionalmente interconnessi ma, in qualche modo, dipendenti anche dai fattori regolanti la postura. Nel diabetico, ad esempio, si osservano sia alterazioni della regolazione posturale sia alterazione della regolazione pressoria ortostatica soprattutto in ambiente caldo con difficoltà a distribuire adeguatamente alle condizioni ambientali il flusso sanguigno.

L'interazione tra riflessi vestibolo-simpatici e baroriflesso assume particolare importanza in ambito angiologico, poiché la prevenzione del ristagno venoso negli arti inferiori e l'ipotensione ortostatica dipendono anche da una adeguata vasocostrizione nei muscoli delle gambe.

Watenpugh e coll., utilizzando un letto per Tilt-test hanno evidenziato che è maggiore la riduzione del volume ematico centrale quando il *tilt* del corpo avviene senza concomitante reorientamento delle macule otolitiche e che la fase precoce della risposta pressoria al *tilt* (primi 20 sec) richiede che la testa sia completamente diritta in modo da consentire la stimolazione completa delle macule.

La registrazione dell'attività muscolare simpatica vasocostrittiva aumenta linearmente dalla posizione orizzontale a quella verticale. Ray e Hume hanno evidenziato che durante i movimenti di flessione-estensione del capo (che accompagnano i passaggi posturali orto-clino-ortostatismo) la stimolazione labirintica di per sé porta a un piccolo ma significativo in-

cremento sia della frequenza cardiaca (2 battiti/minuto) sia della pressione arteriosa media (3 mmHg) e alla vasocostrizione muscolare degli arti inferiori, mentre la stimolazione dei muscoli cervicali contribuisce solo a quest'ultimo riflesso simpatico.

L'attivazione simpatica muscolare è inoltre proporzionale all'intensità della stimolazione vestibolare. Questa stimolazione, peraltro, influenza anche il ritmo respiratorio anche in stazione eretta durante la flessione-estensione del capo.

Interazioni tra sistema vestibolare e sistema simpatico si registrano anche per variazioni della postura relativamente meno rilevanti del passaggio da clino ad ortostatismo.

La stimolazione dei muscoli del collo e del labirinto, come ad esempio nella flessione della testa, determina un marcato incremento dell'attività nervosa simpatica muscolare, con incremento della resistenza vascolare dei polpacci. Tale relazione tra stimolazione vestibolare e reattività simpatica viene denominata riflesso vestibolo-simpatico. Sebbene gli studi di Ray abbiano dimostrato che la regolazione simpatica e quindi vascolare nei muscoli degli arti inferiori non sia tanto correlabile alla stimolazione dei propriocettori cervicali, ma derivi da una specifica attivazione del sistema vestibolare, sono state riportate influenze sul riflesso vestibolo-simpatico da stimoli visivi, questi ultimi con funzione di miglioramento nel controllo della circolazione durante il movimento. Tuttavia, durante la flessione del capo, gli effetti della stimolazione otolitica e dei muscoli cervicali determinano effetti vascolari opposti in merito allo spostamento ematico verso gli arti inferiori.

La posizione della testa rispetto al tronco in relazione al vettore gravitazionale svolge un ruolo delicato nella regolazione vascolare. Nella prevenzione dell'ipotensione ortostatica, ad esempio, si propone di mantenere il capo rialzato durante la notte, alzando la testata del letto. A causa dell'inclinazione della rocca del temporale (in cui si trova il labirinto e quindi le macule otolitiche) di 30° verso l'alto rispetto al piano orizzontale del cranio, in posizione supina, le macule (ortogonali tra loro) vengono a trovarsi inclinate rispetto al vettore gravitazionale. In tal modo, subiscono una stimolazione vettoriale il cui effetto simpatico va ad associarsi all'effetto idrostatico dovuto alla riduzione dello scarico venoso cefalico. Il ruolo principale è comunque svolto dal sacculo che interagisce con l'attività  $\alpha$ -simpatica piuttosto che con il flusso simpatovagale al cuore. Tali effetti combinati intervengono nell'attivazione del sistema renina-angiotensina-aldosterone, che sembra essere responsabile dell'attivazione della diuresi notturna, diuresi che porta a una riduzione della massa liquida

circolante, facilitando i fenomeni ipotensivi ortostatici mattutini. Su tale sistema infatti la postura per sè non avrebbe un effetto statisticamente significativo.

L'attività simpatica vestibolare risulta modulata dal nodulo e dall'uvola cerebellare, anche se le due regioni svolgono ruoli differenti nella regolazione cardiovascolare. Il cervelletto, infatti, conterrebbe cinque distinti moduli (microcomplessi cerebellari nucleari) dedicati al controllo cardiovascolare: l'apice laterale del nodulo e l'uvola, insieme con il nucleo parabrachiale e i nuclei vestibolari formano il quinto microcomplesso cardiovascolare, che controllerebbe l'ampiezza e/o il *timing* della risposta nervosa simpatica e la stabilità della pressione arteriosa media durante i cambiamenti della posizione del capo e della postura corporea. La porzione laterale nodulo-uvolare sembra essere un centro di controllo integrativo cardiovascolare coinvolgente sia il baroriflesso sia i riflessi vestibolo-simpatici.

Ray ha riportato che la stimolazione otolitica (accelerazioni lineari) può aumentare l'attività simpatica neuro-muscolare quando i baroriflessi cardio-polmonari e arteriosi sono diminuiti, ipotizzando una interazione tra riflessi vestibolo-simpatici e baroriflessi di tipo additivo, con la finalità di aiutare a difendersi dalla "sfida ortostatica". Tuttavia, Kaufman e coll. hanno evidenziato che alcune risposte pressorie alle variazioni posturali hanno latenze troppo brevi per essere indotte dai baroriflessi e le hanno quindi attribuite a riflessi vestibolari di origine otolitica. L'interazione vestibolo-vascolare è quindi complessa e, probabilmente, contesto-dipendente. La stimolazione mediante effetto Corioli degli organi otolitici (facendo ruotare i soggetti su una sedia rotatoria ma in posizione eccentrica) con registrazione contemporanea dell'attività pressoria, ha permesso di identificare il sacculo piuttosto che l'utricolo quale responsabile dell'eccitazione simpatica. Stimolazioni di questo tipo si possono riscontrare anche in alcune situazioni quotidiane come, ad esempio, nei passeggeri di un'auto che percorre una strada tortuosa.

Tuttavia la rotazione della testa sul proprio asse, come avviene nella maggior parte delle situazioni quotidiane, determina l'eccitazione dei canali semicircolari e, se gli occhi sono aperti, della retina. In tale contesto, Convertino ha dimostrato che le stimolazioni vestibolari canalare e oculomotoria inibiscono il controllo baroriflesso del ritmo cardiaco. In particolare, ha suggerito che la stimolazione vestibolare provocata dai movimenti del capo (accelerazioni angolari) inibisce il baroriflesso vago-mediato del controllo del ritmo cardiaco. Esiste infatti un riflesso vestibolo-

cardiaco eccitatorio che accelera il ritmo cardiaco con una latenza di circa 500-600 ms. La pressione sistolica ed il flusso ematico sono influenzati con una latenza maggiore.

La stimolazione labirintica, nell'intervenire in modo riflesso sulla regolazione simpatica posturale, interagisce anche con la regolazione vascolare periferica. I riflessi vestibolo-simpatici, di breve latenza, aumentano l'attività vasocostrittiva nei muscoli degli arti inferiori. La pressione arteriosa è regolata dall'interazione tra baroriflesso e riflessi vestibolo-simpatici; per prevenire l'ipotensione ortostatica, i riflessi vestibolo-simpatici di origine canalare intervengono nella re-distribuzione della massa ematica con una pronta risposta vasocostrittiva negli arti inferiori durante gli stress gravitazionali. Al contrario, le accelerazioni lineari che non coinvolgono passaggi posturali (stimolazioni otolitiche da movimento passivo) inibiscono l'attività simpatica muscolare, determinando una rapida re-distribuzione ematica da diminuita vasocostrizione periferica.

La stimolazione vestibolare induce anche, in una sorta di circuito di autocontrollo vascolare, un aumento del flusso ematico vestibolare che non è dipendente dai cambiamenti pressori sistemici indotti dal movimento.

Queste interazioni riflesse sono influenzate dall'età: l'invecchiamento attenua il riflesso vestibolo-simpatico e, in tal modo, rallenta la re-distribuzione della massa ematica dagli arti inferiori facilitando, stante la rapidità di intervento di questi riflessi, la prevalenza dell'ipotensione ortostatica con l'età.

---

## 4.2 Considerazioni funzionali

Il comando centrale che attiva la contrazione muscolare giunge anche al sistema vestibolare che quindi viene "allertato" sull'imminente cambio di postura: in questo modo le necessarie modificazione cardiorespiratorie possono essere attivate rapidamente e addirittura prima che il cambio di posizione avvenga, secondo lo schema di un aggiustamento automatico anticipatorio. In questo schema, le connessioni cerebello-vestibolari svolgono un ruolo modulatore fondamentale.

# Modello funzionale del controllo dell'equilibrio\*

---

## 5.1 Modello funzionale dell'equilibrio

Il sistema vestibolare (SV) è un complesso sistema senso-psico-motorio. Per affrontare in modo adeguato dal punto di vista terapeutico un sistema così complesso è necessario cercare di semplificarlo ricorrendo a dei modelli. È importante sottolineare la differenza tra modello e teoria. Dal punto di vista epistemologico, infatti, *teoria* è un complesso di argomentazioni logiche che è tanto valida quanto si dimostra vera. Il *modello* è, invece, un insieme di argomentazioni logiche che è tanto valido quanto si dimostra utile per un preciso scopo. In tal modo, si può pensare a un modello che interpreti la funzione di equilibrio del sistema vestibolare a più livelli di complessità funzionale, il cosiddetto *Modello MCS* (Cesarani e Alpini, 2000): Meccanica Cibernetica Sinergetica.

La base di ogni funzione complessa è un riflesso. Nella funzione di equilibrio riconosciamo pertanto due gruppi di riflessi:

- riflessi oculomotori, per la stabilizzazione del campo visivo durante il movimento della testa: vestibolo-oculomotori, ottococinetici e cervico-oculari;
- riflessi spinali, per la stabilizzazione della postura attraverso l'attivazione della muscolatura tonica estensoria antigravitaria: vestibolo-spinali, di stiramento e di raddrizzamento. Per la stabilizzazione del capo durante il movimento del corpo: vestibulo-collico, cervico-collico, cervico-spinali.

Dal punto di vista *meccanico*, il SV può essere visto come la simultanea ma distinta attivazione di alcuni o di tutti questi riflessi, a seconda delle necessità funzionali: fissare una mira, stare in piedi, camminare ecc.

---

\*Antonio Cesarani, Fondazione Policlinico Mangiagalli-Regina Elena, Università degli Studi di Milano, Milano

L'organizzazione neurofisiologica di questi riflessi è però tale che non sempre essi sono facilmente distinguibili l'uno dall'altro. Infatti, le informazioni periferiche, come quella labirintica o quella visiva, convergono sugli stessi nuclei vestibolari e la stessa formazione reticolare.

Dal punto di vista *cibernetico*, un sistema complesso è una rete di strutture differenti interconnesse e interagenti per raggiungere un fine comune. Pertanto, tutte le strutture, periferiche e centrali, che contribuiscono al controllo oculomotorio e al controllo muscolare antigravitario, costituiscono un sistema il cui fine è l'equilibrio umano.

In generale, il comportamento dei sistemi complessi è determinato da:

- le caratteristiche dei componenti o sottosistemi come, ad esempio, la soglia di stimolazione dei motoneuroni  $\gamma$  o le caratteristiche dell'endolinfa;
- la struttura della comunicazione tra i componenti, che solitamente prevede delle vie di retroazione, come le connessioni internucleari vestibolari e le vie inibitorie cerebello-vestibolari;
- i segnali d'ingresso o variabili del sistema, cioè la risposta dei sensori labirintici, retinici, propriocettivi alla stimolazione.

Secondo un modello cibernetico, il SV è regolato dalle stesse leggi dei sistemi complessi in generale; la conoscenza di queste leggi e regole rappresenta la pietra miliare della strategia terapeutica. Le leggi che regolano il funzionamento di un sistema complesso sono:

- **totalità:** ogni componente del sistema è in stretta interconnessione con gli altri componenti. Una modificazione di uno dei componenti o sottosistema comporta una modificazione di tutto il sistema. Per esempio, un'alterazione dell'ingresso propriocettivo può modificare il riflesso vestibolo-oculomotore e la modificazione della posizione del centro di gravità può modificare l'attività dei muscoli antigravitari degli arti inferiori;
- **equifinalità:** lo stesso risultato funzionale può essere ottenuto per mezzo di differenti modalità di interconnessione e di stato dei singoli sottosistemi. Questa legge è alla base dei fenomeni neurofisiologici della riabilitazione;
- **retroazione:** per poter funzionare in modo efficiente, il sistema deve essere costantemente informato sull'efficienza dei suoi output e dei suoi sottosistemi. In altri termini, le stesse uscite del sistema (movimenti oculari, movimenti del capo, contrazioni antigravitarie ecc.) ne rappresentano anche le entrate: l'attività muscolare è essa stessa un input propriocettivo (cosiddetta "re-afferenza");
- **calibrazione:** un sistema è stabile rispetto alle sue variabili (input) se

queste si mantengono entro determinati valori. La legge della calibrazione esprime la tollerabilità del sistema alle variazioni ambientali e alle variazioni di stato dei suoi sottosistemi. Tale legge spiega perché la soglia di evocazione della sintomatologia possa essere differente tra i vari pazienti e perché la stessa situazione clinica o la stessa patologia possano avere un impatto differente sullo specifico paziente;

- **ridondanza:** il sistema dell'equilibrio è polisensoriale (visivo, labirintico, propriocettivo, somatoestesico) in cui le informazioni sensoriali hanno frequentemente lo stesso significato informativo. Il sistema è efficiente ed efficace quando è in grado di selezionare, in ogni situazione, la/le informazioni sensoriali più idonee a mantenere l'equilibrio nel modo più corretto ed ergonomico. Anche i programmi motori sono ridondanti e lo stesso atto motorio complesso può essere effettuato attivando sinergie muscolari differenti. Specialmente nei pazienti anziani, i sintomi sono spesso dovuti a una riduzione dei livelli di ridondanza sia motoria sia sensoriale. La terapia deve necessariamente essere mirata ad aumentare la ridondanza, insegnando al paziente come usare le informazioni sensoriali ancora presenti e come ottimizzare le abilità motorie residue;
- **preferenzialità:** nell'ambito della polisensorialità del sistema vestibolare che integra *input* visivi, uditivi, propriocettivi, somatoestesici e labirintici (tricanalari e otolitici), in ogni individuo (e ancora più specificatamente in ogni età del soggetto) esiste una strategia senso-motoria preferenziale. Pertanto, alcune persone utilizzano soprattutto le informazioni visive, altre quelle propriocettive, altre ancora quelle labirintiche. Anche la preferenzialità contribuisce a spiegare la variazione sintomatologica interindividuale in rapporto a simili condizioni di stimolo naturale oppure a simili patologie.

In conclusione, quindi, il SV, dal punto di vista *cibernetico* viene interpretato come l'interazione di sottosistemi differenti, in particolare dei sottosistemi deputati alla funzione oculomotoria e alla funzione antigravitaria.

Le leggi cibernetiche non ci consentono ancora di comprendere gli aspetti cognitivi ed emozionali che, nell'essere umano, sono importanti nel controllo dell'equilibrio tanto quanto gli aspetti senso-motori.

Pertanto è necessario completare il modello. Quando trattiamo un paziente con vertigine o disequilibrio dobbiamo tenere in mente che si tratta di un essere umano. Ciò significa che il paziente è consapevole del disturbo del suo SV. Il disturbo stesso e/o la sua consapevolezza impediscono al paziente di fare ciò che desidera: stare in piedi, muoversi, sdraiarsi,

muovere il capo velocemente.

È quindi necessario un modello che interconnetta gli aspetti cognitivi con quelli motori. Allo stesso tempo, deve portare a una semplificazione della valutazione del paziente e alla comprensione di un sistema così complesso come quello dell'equilibrio.

Il cervello, infatti, percepisce stimoli interni ed esterni improvvisi seriali e intermodali integrati e programma reazioni coordinate, fisiche o psichiche. L'abilità percettiva è la base funzionale dell'apprendimento motorio e talora è più importante dell'abilità nella produzione motoria. Ciò è vero soprattutto per quella particolare abilità motoria che è l'equilibrio in movimento.

La *sinergetica* è un campo di ricerca interdisciplinare che studia i metodi per condensare l'enorme quantità di informazioni contenuta nei sistemi complessi in un modello che possa venir interpretato dal ricercatore.

Nell'organizzazione di ogni sistema complesso e, in particolare, nel caso del sistema vestibolare, possiamo distinguere differenti livelli. Un livello può essere definito come una presentazione (oppure una descrizione) più semplice rispetto all'insieme.

La *sinergetica* indaga particolarmente le relazioni che intercorrono tra i livelli individuati come costitutivi di un sistema.

Possiamo cioè identificare un *livello macroscopico*, nel quale ci troviamo dinanzi alle proprietà del sistema nel suo complesso e più *livelli microscopici*, caratterizzati da numerosi elementi immediatamente non "visibili" nè "individualizzabili".

Nella concezione sinergetica, lo stato *macroscopico* viene ottenuto attraverso un processo di "autorganizzazione" degli elementi *microscopici*.

Per quanto riguarda l'argomento che ci interessa, l'equilibrio, il *livello macroscopico* (che possiamo chiamare "E") è rappresentato, tautologicamente, dalla funzione "equilibrio" che più precisamente possiamo definire, scendendo di livello (che denomineremo "e"), come la cooperazione istantanea della "coordinazione motoria" ("EeA") con la "percezione dell'orientamento del corpo nello spazio" ("EeB").

Sotto al livello submacroscopico EeA, troveremo i livelli che possiamo chiamare EeA a,b,c:

- Aa) coordinazione tra movimenti della testa e/o del corpo con i movimenti degli occhi, al fine di mantenere distinta la visione foveale;
- Ab) coordinazione tra contrazione dei muscoli antigravitari paravertebrali ed estensori degli arti inferiori e forza di gravità, al fine di opporsi a quest'ultima, mantenendo la postura desiderata;

Ac) coordinazione tra muscoli tonici, antigravitari, fasici e forza di gravità, per realizzare un passo, un salto, un movimento che porti da uno stato di equilibrio a un altro, attraverso una fase di disequilibrio, in modo armonico e finalizzato.

Sotto al livello EeB, troveremo i livelli che possiamo chiamare EeB a,b:

- Ba) percezione dell'orientamento reciproco dei singoli elementi corporei: orientamento segmentale;
- Bb) percezione dell'orientamento del corpo e/o dei suoi elementi nello spazio: orientamento spaziale.

In conclusione, il SV viene interpretato dalla *sinergetica* come l'integrazione tra livelli funzionali differenti, in particolare tra orientamento spazio-temporale e coordinazione senso-motoria.

---

## 5.2 Considerazioni funzionali

Il modello di SV proposto prevede la possibilità di interpretare le risposte del sistema vestibolare agli stimoli, naturali o patologici, secondo modalità differenti ma complementari: una modalità *meccanica*, una modalità *cibernetica* e una modalità *sinergetica*. Richiamandoci a un approccio più prossimo al campo della riabilitazione, potremmo quindi vedere il SV come un sistema complesso che integra differenti *riflessi* (modello meccanico), per espletare differenti *funzioni* (modello cibernetico), che si manifestano in differenti *comportamenti* (modello sinergetico).

Vertigine e disequilibrio sono quindi un *comportamento* psico-motorio patologico che deriva dalla coscienza di una scorretta integrazione *funzionale* dei differenti *riflessi* vestibolari e neuromotori.

Il programma terapeutico deve essere finalizzato al raggiungimento di una interazione corretta (*comportamento*) ma inconscia tra le *funzioni* di coordinazione e orientamento, utilizzando trattamenti che stimolino in modo adeguato i *riflessi* vestibolari e neuromotori.

## PARTE SECONDA

### Diagnosi

# Anamnesi

---

## 6.1 Introduzione

È indispensabile un'adeguata diagnosi funzionale per identificare sia le indicazioni, sia le tecniche appropriate, sia l'integrazione più opportuna tra medicina manuale, riabilitazione e farmacoterapia.

La complessità funzionale del sistema vestibolare richiede frequentemente che la diagnosi sia pluridisciplinare o, comunque, che il curante valuti non solo aspetti strettamente "vestibolari", ma anche aspetti più generali quali il metabolismo, la crasi ematica, la funzione cardio-circolatoria e soprattutto la funzione del sistema muscolo-scheletrico, in particolare del rachide, e che di questi faccia una sintesi interpretativa che non sia solo la somma di una serie di esami differenti. Non è il caso di sottolineare come l'anamnesi sia importante per la diagnosi della patologia vestibolare e, soprattutto, per quella dell'apparato muscolo-scheletrico.

La patologia di questo apparato, nel contesto dei disturbi di equilibrio, è per lo più di tipo disfunzionale, quindi povera di immagini significative e poco valutabile con la semeiologia comune. A ciò possono rimediare un'attenta anamnesi e una semeiotica speciale che ci permette di identificare i segmenti mobili vertebrali sofferenti e che esporremo in modo sintetico, pur sottolineandone la grande importanza nel loro trattamento.

---

## 6.2 Anamnesi

Dal punto di vista pratico, è utile suddividere l'esame anamnestico in 4 sezioni.

- **Notizie generali sulla vita del paziente:**  
professione (per eventuali posture obbligate), attività fisiche, sport praticati in passato e al momento della visita, ma anche eventuali problemi relazionali sul lavoro, familiari ecc.

- **Storia della malattia:**

1. *Definizione della sintomatologia principale e dei sintomi di accompagnamento.*

Il primo compito da affrontare è la differenziazione tra vertigine o disequilibrio (*dizziness* degli anglosassoni). **Vertigine** è una sensazione di rotazione della/nella testa e/o del corpo ed è accompagnata frequentemente da disturbi neurovegetativi. La sensazione è caratterizzata dal sentirsi disorientati nello spazio, da cui l'illusione di un falso movimento di sé (vertigine soggettiva) o dell'ambiente circostante (vertigine oggettiva). Allo stato attuale, la distinzione tra vertigine soggettiva e vertigine oggettiva non apporta alcuna conoscenza clinica sulle cause, la sede di lesione, l'evoluzione, l'impostazione terapeutica delle vertigini. È invece importante distinguere tra vertigine spontanea (che insorge senza che il paziente compia alcun gesto particolare) e vertigine provocata, ad esempio dai movimenti del capo o dai cambiamenti posturali.

Semplificando, possiamo paragonare la vertigine alla sensazione che si prova su una **giostra**. Poiché la sensazione è primariamente rotatoria, la vertigine è correlabile ad una disfunzione dei recettori dei movimenti rotatori del capo/corpo (canali semicircolari, propriocettori cervicali e lombari) e/o delle strutture integrative tronco-cerebellari.

Il **disequilibrio** (*dizziness*) è una sensazione di instabilità, di insicurezza, di insoddisfacente controllo della stazione eretta o del cammino, di una scorretta relazione con l'accelerazione gravitazionale. Include una serie di sensazioni che si differenziano dalla vertigine per la mancanza della caratteristica "rotazione". Il comune denominatore è la mancanza di stabilità, in stazione eretta o camminando, oppure muovendo il capo (tipicamente in flessione-estensione), è un'alterazione della modalità con la quale l'individuo è consapevole dell'ambiente e della sua relazione con esso. Tanto la vera vertigine è frequentemente violenta ma delimitata nel tempo, tanto il disequilibrio è abitualmente poco intenso ma sub-continuo.

Semplificando, la sintomatologia assomiglia a quanto si prova su una **barca**. Il disequilibrio è quindi correlabile ai recettori gravitazionali (otoliti, pressocettori plantari, propriocettori cervicali) ai recettori dei muscoli antigravitari, alle strutture che elaborano l'orientamento spaziale dell'individuo (cervelletto, corteccia) o che controllano il cammino (cervelletto, nuclei della base...).

La distinzione tra sensazione rotatoria della **giostra** ed instabilità della **barca** aiuta a discriminare le strutture sensoriali, elaborative e motorie coinvolte nella genesi della sintomatologia. La sola anamnesi non può però aiutare a distinguere tra alterazione "periferica" e "centrale": la verti-

gine rotatoria acuta può essere causata sia da una sofferenza dei canali semicircolari sia da una lesione dei nuclei vestibolari, l'instabilità e le sensazioni di disequilibrio possono derivare sia da una sofferenza del sistema nervoso centrale sia da disturbi dei propriocettori cervicali e/o lombari.

Quindi si dovrà indagare epoca, circostanze ed eventuali sospette cause di insorgenza della sintomatologia. Si dovrà inoltre rilevare la presenza di sintomi uditivi concomitanti (ovattamento auricolare, senso di pressione, acufeni, ipoacusia) e di questi la correlazione temporale con il sintomo principale, se cioè acufeni, pressione, sordità precedono, accompagnano oppure seguono i disturbi vestibolari. Anche la lateralizzazione o meno (ipoacusia destra, ad esempio) è importante, come pure alcuni aspetti "qualitativi", quali l'acufene pulsante (che fa pensare ad un concomitante disturbo emodinamico) o la percezione dei suoni distorti, sdoppiati (diploacusia) o metallici (quasi patognomoni di una sofferenza cocleare).

Al contempo è utile indagare la presenza o meno di sintomi "neurologici" quali la cefalea (pulsante o gravitativa), le parestesie al volto o lo sdoppiamento della vista. Anche in questo caso, è doverosa la correlazione temporale con il sintomo principale.

Se presente **dolore vertebrale** è necessario valutarne le caratteristiche (superficiale, profondo, urente ecc.), la sede, le sue irradiazioni, i fattori che lo alleviano o lo aggravano, il comportamento nelle 24 ore, anche in rapporto alle varie posture del corpo, l'evoluzione nel corso del tempo (migliorato, costante, aggravato), l'andamento temporale: continuo, con crisi di aggravamento, con intervalli liberi, episodico.

Inoltre, si indagheranno gli episodi precedenti di dolore vertebrale, nella stessa oppure in altre sedi, che si possano o no collegare a quello attuale.

## 2. *Terapie eseguite in occasione dei vari episodi e loro esito*

Questo dato è importante sia per la diagnosi *ex adiuvantibus*, sia per valutare la *compliance* del paziente, sia per non riproporre terapie inefficaci o sgradite al Paziente stesso.

### - **Patologie precedenti o concomitanti:**

- internistiche: sono importanti quelle che controindicano l'uso dei cortisonici o dei FANS, come le terapie anticoagulanti, il diabete, l'ulcera gastro-duodenale, il glaucoma, l'ipertensione arteriosa;
- chirurgiche;
- ortopediche-traumatologiche: interventi su anche, ginocchia, caviglie, piedi che possono aver modificato la postura e/o la deambulazione e, soprattutto, i colpi di frusta cervicale e, in generale, i trau-

- mi fratturativi e distorsivi;
  - cardiologiche: *pace-maker*, scompensi cardio-circolatori, turbe del ritmo;
  - vascolari: soprattutto nel distretto vertebro-basilare o degli arti inferiori;
  - allergiche;
  - reumatologiche: artrite reumatoide, connettiviti, reumatismo psoriasico, polimialgia reumatica ecc. sono le più comuni;
  - neurologiche: disturbi della sensibilità superficiale e profonda, della motricità, degli sfinteri ecc.;
  - neoplastiche: in caso di precedenti neoplastici le indagini, a fronte di un dolore di origine vertebrale o di un disequilibrio, che può avere anche caratteri comuni e talora essere insorto a seguito di un modesto trauma, devono essere particolarmente esigenti e approfondite.
- **Notizie riguardanti il sonno e le funzioni vegetative:** queste notizie sono particolarmente importanti per evidenziare disturbi che possono dipendere da alterazioni delle funzioni vegetative. Tali funzioni sono frequentemente perturbate nei pazienti con disturbi dell'equilibrio di tipo cronico, soprattutto se si associano a sindromi di amplificazione del dolore come la fibromialgia. È necessario quindi avere notizie precise sul sonno e su eventuali terapie ipnotiche.

Altri elementi indicativi di una “distonia neurovegetativa” sono la presenza di colon irritabile, gastriti, turbe modeste del ritmo cardiaco (extrasistoli, tachicardie), disturbi del respiro (iperpnea), colelitiasi, crampi notturni agli arti inferiori, dismenorrea e dispareunia, cistite interstiziale, cefalea tensiva (*tension type headache*), fino a disturbi della sfera psicologica, come attacchi di panico.

La fibromialgia è una sindrome dai confini e dall'eziopatogenesi ancora sfuggente, che può presentarsi in un *continuum* graduale di sintomi e segni, dalle forme gravi ed invalidanti a quelle lievi, subdole e sfuggenti che si ritrovano frequentemente nelle giovani donne. In questi casi, i disturbi dell'equilibrio sono molto frequenti anche se non presentano caratteristiche cliniche o strumentali specifiche. È comunque indispensabile che, per la diagnosi di fibromialgia, oltre al corteo di sintomi neurovegetativi che già Yunus aveva individuato nel 1981, siano presenti i criteri dell'American College of Rheumatology (1991).

I disturbi neurovegetativi si associano comunque molto frequentemente anche in pazienti con disturbi di equilibrio in cui non ricorrano i

criteri diagnostici per fibromialgia. Pappas (2003) ha delineato i criteri per poter definire la cosiddetta “vertigine autonoma”, vertigine cioè inquadrabile in una distonia neurovegetativa. Devono essere presenti almeno cinque tra i seguenti sintomi o situazioni cliniche:

1. palpitazioni;
2. affaticamento cronico;
3. disturbi del sonno;
4. estremità fredde;
5. cefalea ricorrente;
6. ansia;
7. disturbi gastrointestinali;
8. intolleranza ai farmaci;
9. pressione sistolica <100 mmHg o tendenza ad ipotensione ortostatica (diminuzione di almeno 20 mmHg della PA sistolica, oppure 10 mmHg della diastolica, oppure aumento di almeno 20 battiti/min);
10. prolasso mitralico documentato o pregressa diagnosi di disautonomia;
11. episodi di instabilità o di capogiro non correlati a crisi di vertigine rotatoria spontanea.

Come è evidente, molti di questi sintomi sono gli stessi descritti da Yunus per la diagnosi di fibromialgia.

# Esame clinico vestibolare

L'esame del paziente deve essere rivolto a indagare le differenti funzioni svolte dal sistema vestibolare. Le funzioni vestibolari valutabili clinicamente sono:

1. controllo della stazione eretta e della postura;
2. controllo del cammino;
3. controllo della stabilità del campo visivo;
4. controllo della stabilità del capo;
5. controllo dell'orientamento nell'ambiente.

---

## 7.1 Controllo della stazione eretta e della postura

La **valutazione posturale** inizia dall'esame dei principali assi corporei che indicano l'inclinazione del capo, delle spalle e del bacino. Questi assi non sono mai paralleli né tra loro né rispetto al piano del pavimento. Tuttavia, nella loro apparente disarmonia, esiste nel soggetto normale una disposizione armonica. L'esame degli assi indica se la posizione del baricentro è verosimilmente corretta o meno. Si suggerisce di posizionare il paziente con i piedi vicini e le braccia abbandonate lungo i fianchi in una posizione sostanzialmente rilassata e di porsi poi di spalle al paziente. In tal modo, è semplice valutare da che lato è inclinato il capo. Appoggiando, le mani sulle spalle prima, e sulle creste iliache poi, si valuta l'inclinazione dei cingoli. Ponendo il soggetto su una pedana che permetta di posizionare i piedi in modo standardizzato, di fronte a uno specchio quadrettato, facendo riferimento a un filo a piombo teso dal soffitto, si rilevano più correttamente l'inclinazione di questi assi, nonché eventuali asimmetrie nell'allineamento delle spinose e delle curve del rachide. In tale posizione si può tracciare una linea virtuale, detta verticale di Barrè, che sul piano frontale unisce il vertice, la spinosa di C7, la spinosa di L3, passa nella plica interglutea e alla metà della distanza intermalleolare. Sul piano sagittale, la verticale di Barrè unisce il condotto uditivo esterno, l'acromion, il

troncantere, il bordo posteriore della tuberosità o apofisi stiloide del 5° metatarso. Il filo a piombo consente di valutare quanto la verticale di Barre sia effettivamente verticale. Su questo piano, sempre mediante filo a piombo, si può valutare l'inclinazione del corpo, i rapporti tra testa, tronco e arti inferiori e misurare le curve cifotiche e lordotiche. In alcuni casi può essere utile valutare, sul piano orizzontale, la differenza di rotazione tra il bacino e le spalle; ciò si può ottenere strumentalmente con un sistema di specchi, ma in genere è sufficiente farlo clinicamente.

Viene quindi valutata **la stabilità in stazione eretta** in differenti condizioni. Le prove più semplici e più note riguardano il cosiddetto test di Romberg. Si confronta, cioè, la capacità di mantenere la stazione eretta prima con gli occhi aperti, poi con gli occhi chiusi. Si può poi perturbare l'informazione somatosensoriale ponendo il soggetto su un tappetino in gomma che destabilizza e rende la stabilità più dipendente dalle informazioni vestibolari: un paziente incapace di eseguire una prova di Romberg sulla gomma avrà difficoltà importanti anche nello svolgere le attività quotidiane. Durante il test di Romberg bisogna dare particolare attenzione alla direzione della deviazione lenta del corpo piuttosto che alla fase di compenso rapido. Osservando con attenzione, infatti, ci si accorge che il paziente in piedi, soprattutto se con gli occhi chiusi sulla gomma, non oscilla mai casualmente un po' a destra e un po' a sinistra nel modo che spesso viene definito "Romberg indifferente": inizia sempre con una deviazione lenta in una direzione, cui segue una correzione più rapida controlaterale, che può anche ipercompensare la prima deviazione facendo superare al soggetto la linea mediana. Il comportamento è sempre simile a quello di un nistagmo. È pertanto importante rilevare la direzione delle deviazioni lente.

La stazione eretta viene poi perturbata chiedendo al paziente di retroflettere il capo oppure di sollevare le braccia ed estendere il capo per osservare le mani unite sopra la testa. È importante rilevare sia la tendenza alla retropulsione, sia una eventuale accentuazione di una lateropulsione osservata al test di Romberg. Questa semplice prova è indicativa di un coinvolgimento cervicale alto e dimostra le difficoltà del paziente a svolgere alcune attività quotidiane, come prelevare un piatto dall'acquaio oppure un libro dalla biblioteca.

L'interazione sensoriale necessaria al controllo dinamico della postura può essere valutata clinicamente secondo le modalità del cosiddetto *Clinical Test of Sensory Interaction on Balance* (CTSIB), come proposto da Shumway-Cook e Woollacot (1998), definito anche *foam-and-dome*. Si tratta cioè di eseguire il test di Romberg in sei condizioni:

- occhi aperti e chiusi in appoggio sul pavimento (superficie rigida);
- occhi aperti e chiusi in appoggio su un tappeto di gomma (*foam*);
- occhi aperti in appoggio prima sul pavimento e poi sulla gomma, indossando un lampadario cinese di carta (*dome*): in quest'ultima condizione la vista è disturbante piuttosto che stabilizzante e non consente quindi un utilizzo efficace nel controllo dell'equilibrio (cosiddetta visione stabilizzata).

Si può quindi valutare in quale condizione il paziente presenti maggiori oscillazioni o instabilità. Si suggerisce di utilizzare per la quantificazione il metodo proposto da Schieppati e coll. (1999). Gli Autori hanno introdotto un semplice test, che originariamente prevedeva però l'uso di una pedana stabilometrica, denominato "indice di percezione soggettiva dell'oscillazione" (*Subjective Perception of Body Sway, SPBS*). Si esegue una prova stabilometrica in quattro condizioni:

- occhi aperti e chiusi con gambe un po' divaricate (maggior base di appoggio);
- occhi aperti e chiusi con piedi vicini (minor base di appoggio).

Alla fine di ciascun test si chiede al paziente di quantificare da 0 a 10 la sensazione di instabilità relativa alla prova appena effettuata, dove 0 indica la caduta e 10 la massima stabilità immaginabile. Gli Autori hanno evidenziato una stretta correlazione statistica tra le oscillazioni misurate strumentalmente e la sensazione soggettiva.

Analogamente possiamo utilizzare lo stesso metodo di valutazione soggettiva per ciascuna delle sei prove del test di interazione sensoriale.

Poiché il passo altro non è che l'alternanza di posture in appoggio monopodalico alternato con posture in appoggio bipodalico, la fase successiva della visita prevede la valutazione clinica della capacità del soggetto di controllare l'appoggio monopodalico (test di Uemura).

Sempre di spalle al paziente e sempre curando che non cada, si chiede di sollevare un poco il piede destro mantenendo gli occhi aperti. Si valuta se il paziente è capace di rimanere in equilibrio per circa 10 secondi. Poi gli si chiede di sollevare il piede sinistro, con gli occhi aperti. Successivamente si ripete la prova facendo chiudere gli occhi.

I soggetti con disequilibrio frequentemente non riescono a mantenere l'appoggio monopodalico con occhi chiusi per 10 secondi. Il paziente con lesione vestibolare ci riesce solo quando è in appoggio sulla gamba dal lato sano.

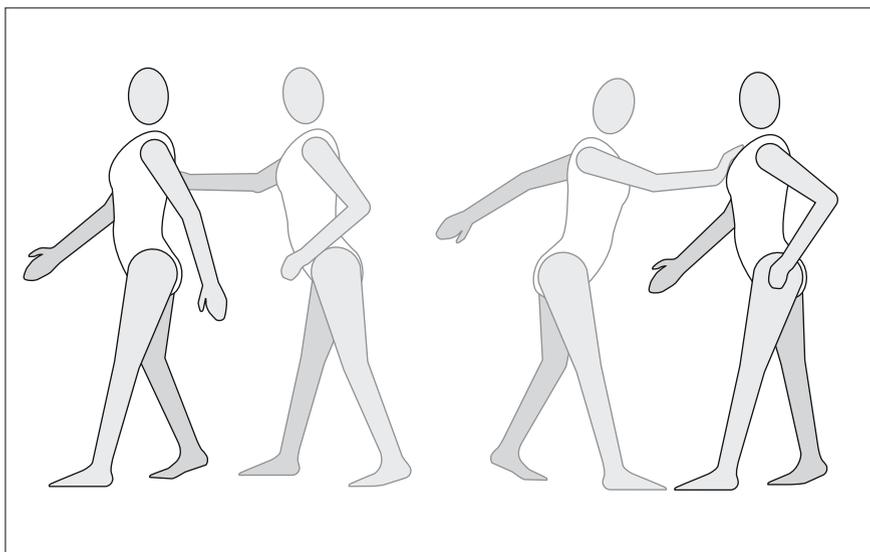
Il test di appoggio monopodalico viene da alcuni Autori utilizzato anche come parametro di valutazione dei risultati ottenuti da un programma riabilitativo:

- *Standing on One Leg Eyes Closed test (SOLEC)*: si chiede al paziente di mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico destro con gli occhi chiusi e si cronometra il tempo in cui riesce a non appoggiare il piede sinistro. Abitualmente i soggetti normali riescono a mantenere l'equilibrio per almeno 20 sec.

Nashner ha descritto due modalità per mezzo delle quali un il soggetto reagisce a sollecitazioni esterne, per mantenere dinamicamente il controllo della postura eretta (v. Capitolo 9):

- strategia di caviglia: il soggetto mantiene i vari segmenti corporei, testa, tronco, arti inferiori, allineati rispetto al vettore gravitazionale e, come se fosse un pendolo inverso, oscilla con fulcro sulle caviglie;
- strategia di bacio: il soggetto modifica i rapporti di allineamento tra testa-tronco e arti inferiori e con spostamenti del bacino mantiene il centro di gravità all'interno del perimetro di sostentamento.

Se l'esaminatore applica delle spinte al paziente (Fig. 7.1), può valutare se questi è in grado di rispondere con la strategia appropriata all'entità della spinta applicata. Spesso la sintomatologia, soprattutto nell'anziano, compare perchè il paziente utilizza sempre la strategia di caviglia, anche quando la destabilizzazione richiederebbe una risposta di bacino.



**Fig. 7.1** Reazioni di equilibrio alle stimolazioni dell'esaminatore (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS*. Springer-Verlag Italia)

## 7.2 Controllo del cammino

Il cammino è certamente una delle funzioni più complesse dell'essere umano ed il sistema vestibolare deve interconnettere ciò che percepisce del proprio corpo (*inself*) con ciò che percepisce dell'ambiente esterno (*outself*), in modo da fornire una progressione armonica e coordinata del corpo nell'ambiente (più propriamente detta "navigazione").

Un modo semplice per valutare il cammino è rappresentato dal cosiddetto *stepping* (test di Fukuda o test di Unterberger). Si chiede, cioè, al paziente, con gli occhi chiusi, di camminare sul posto. Generalmente la prova dura circa un minuto, che corrisponde circa a 60-80 passi. In questo tempo, con gli occhi chiusi, anche se il comando è "cammini sul posto", si osserva comunque un certo spostamento in avanti del soggetto in esame. Anche durante lo *stepping* si possono osservare le stesse caratteristiche della marcia: la posizione della testa, le sincinesie pendolari, la larghezza della base di appoggio, la deviazione dello spostamento, l'armonia e quindi la coordinazione del movimento. Le principali anomalie dello *stepping* sono:

- la rotazione oraria oppure antioraria (attribuibile per lo più a disturbi labirintici);
- la traslazione destra o sinistra (attribuibile per lo più a problemi posturali lombari);
- l'incoordinazione del movimento (attribuibile per lo più a problemi del sistema nervoso centrale);
- l'instabilità del capo sul tronco a ogni passo (attribuibile per lo più a disturbi vestibolari e cervicali associati).

Nell'uomo è abituale camminare e contemporaneamente svolgere un compito cognitivo come parlare all'accompagnatore oppure al cellulare. La capacità di svolgere contemporaneamente queste due funzioni, una motoria ed una cognitiva, può però essere compromessa in alcuni pazienti.

Alcuni Autori hanno evidenziato che, soprattutto nell'anziano, sono presenti turbe di questo tipo che si correlerebbero significativamente a una maggior predisposizione a perdere l'equilibrio e a cadere. Questo è il presupposto dello *Stop Walking While Talking Test* (SWWT). Si chiede al paziente di camminare normalmente per circa 8 metri. Quindi gli si chiede di tornare indietro. Dopo pochi passi gli si pone una domanda improvvisa, molto semplice: "Quanti anni ha?": i soggetti con disturbi dell'equilibrio dovuti all'incapacità di gestione del *dual-task* cognitivo-motorio si fermano per rispondere, mentre gli altri continuano a camminare mentre rispondono.

### 7.3 Controllo della stabilità del campo visivo

I componenti elementari dell'oculomozione (movimenti rapidi saccadici e movimenti di inseguimento lento) possono essere valutati durante la visita. Il paziente viene posto seduto di fronte al medico. Una penna mossa lentamente nelle varie direzioni di sguardo consente di elicitare movimenti lenti di inseguimento. Con l'esperienza, è semplice e rapido cogliere irregolarità del movimento d'inseguimento, normalmente armonioso, che possono esprimere una disfunzione centrale. I saccadici possono essere elicitati chiedendo al paziente di fissare alternativamente due mire poste di fronte a lui (es. due quadri sulla parete dello studio). Con un po' di attenzione è facile rilevare lentezza o dismetrie dei movimenti, elementi compatibili con disturbi centrali.

Clinicamente, informazioni sui riflessi vestibolo-oculomotori possono essere ottenute facendo girare la testa al paziente, osservandone i movimenti oculari di compenso attraverso il cosiddetto *head thrust test* descritto dal Halmagyi (Fig. 7.2). Il paziente fissa il naso dell'esaminatore il quale bruscamente ruota la testa del paziente. Abitualmente gli occhi, per mantenere la fissazione, ruotano in direzione opposta in modo fluido e



**Fig. 7.2** Il test descritto da Halmagyi prevede che il paziente fissi il naso dell'esaminatore. Quando il medico ruota rapidamente la testa del paziente verso destra, gli occhi si muovono altrettanto rapidamente verso sinistra per poter mantenere la fissazione. Analogamente, quando il capo viene ruotato verso sinistra. In caso di deficit labirintico, quando la testa del paziente viene ruotata rapidamente verso il lato lesso gli occhi arrivano in ritardo e si possono facilmente apprezzare due o più saccadici correttivi

armonico. In caso di deficit labirintico, soprattutto se recente, si osserva invece un movimento brusco dell'occhio che si muove in ritardo rispetto alla rotazione del capo. Si confrontano i due lati per formulare un giudizio sull'ipoattività del labirinto.

Uno dei segni più noti di una disfunzione vestibolo-oculomotoria è rappresentato dal nistagmo (ny). Il nistagmo è un movimento oculare involontario bifasico, generalmente di entrambi gli occhi, che consiste nello scivolamento lento degli occhi in una direzione (fase lenta del ny) seguito da un ritorno rapido in posizione primaria (fase rapida del ny). Il nistagmo viene classificato a seconda delle manovre che lo elicitano:

- ny spontaneo: è presente senza che venga effettuata alcuna manovra clinica o strumentale;
- ny vestibolare: è causato da uno squilibrio nell'attività dei due emisistemi vestibolari.

Il ny viene chiamato di primo grado, se è presente solo quando lo sguardo è diretto verso la direzione della fase rapida, di secondo grado quando è presente in posizione primaria di sguardo, di terzo grado quando è presente nella lateralità di sguardo opposta alla direzione della fase rapida. La rimozione della fissazione, al buio, con gli occhi chiusi oppure osservandolo mediante degli occhiali muniti di lenti ingrandenti di 20 diottrie (occhiali di Frenzel), tipicamente aumenta la velocità e l'ampiezza delle scosse del nistagmo vestibolare. La direzione della fase rapida del nistagmo, poiché è quella più facilmente riconoscibile, indica la direzione del ny. Così si indicherà ny di II grado verso destra, quel ny presente in posizione primaria di sguardo con una deviazione lenta degli occhi verso sinistra e un ritorno rapido verso destra.

- Ny evocato da manovre oculari. Ne esistono due tipi. Il più comune viene elicitato dalla posizione eccentrica degli occhi, quando il paziente la mantiene per almeno 20 secondi. Viene chiamato ny di sguardo. Quando bilaterale, è usualmente un segno di un disturbo centrale dovuto al deficit dell'integratore neurale di sguardo localizzato nel nucleo vestibolare mediale e nel nucleo preposito dell'ipoglosso. L'altro tipo è il ny di rimbalzo. Si tratta cioè di un ny in posizione primaria di sguardo, che compare soltanto dopo aver fatto mantenere la posizione laterale di sguardo. Quando bilaterale è dovuto ad una lesione archicerebellare.
- Ny posizionale. Il ny può essere indotto o, se già presente, modificato, cambiando la posizione della testa e/o del corpo. Il ny posizionale va distinto nel ny da posizione e da posizionamento. Il ny da posizione compare abitualmente in posizione primaria di sguardo, quando il

sogetto mantiene il decubito laterale, ha il capo inclinato di lato (lateroflessione del capo) oppure è sdraiato con il capo iperesteso al di fuori del lettino (posizione di Rose). Questo ny è dovuto all'influenza dei segnali provenienti dalle macule otolitiche e dei gravicettori somatici.

La forma più frequente di ny posizionale è il ny da posizionamento, dovuto cioè all'atto del cambiamento posizionale, in cui vengono stimolati sia i recettori maculari, sia i canali semicircolari, sia i propriocettori cervicali. Il metodo più convenzionale per elicitare un ny posizionale è quello della cosiddetta manovra di Hallpike: il paziente è seduto sul lettino, l'esaminatore afferra saldamente il capo e, con un movimento rapido ma armonico, porta il paziente in posizione supina ruotando il capo da un lato e iperestendendolo al di fuori del lettino. In questa posizione, dopo pochi secondi di latenza, può comparire un ny orizzontal-rotatorio associato ad intensa vertigine, abitualmente geotropo, che dura circa 20-30 secondi. Il ny di questo tipo è caratterizzato da esauribilità. Riportando il paziente seduto, dopo pochi secondi compare nuovamente un ny orizzontal-rotatorio diretto verso la direzione opposta del precedente. Ripetendo però la manovra, l'intensità della vertigine e del ny provocato sono minori. Ripetendo più volte di seguito la manovra non compare più il ny posizionale. Questo tipo di ny è molto caratteristico e indica abitualmente, se evocato solo da un lato, una disfunzione periferica (cosiddetta vertigine parossistica posizionale benigna). Un ny posizionale può essere evocato anche in caso di lesioni centrali, soprattutto se interessano il vestibolo-cervelletto. Il ny spontaneo già presente può essere modificato dalla posizione, non solo laterale, ma anche supina o prona. Abitualmente, quando il ny aumenta in posizione supina, diminuisce in posizione prona.

- Ny da stimolazione dei canali semicircolari. Esistono tre metodi per stimolare i canali semicircolari: la stimolazione galvanica, quella calorica e quella acceleratoria.

La stimolazione galvanica determina l'attivazione diretta delle fibre del nervo vestibolare, mediante stimolazione elettrica. È una metodica poco diffusa nella pratica clinica, ma consente lo studio dell'attività del singolo labirinto.

La stimolazione calorica si basa sul presupposto che il riscaldamento oppure il raffreddamento dell'osso temporale determini correnti endolinfatiche in grado di stimolare, in modo eccitatorio o inibitorio, il singolo labirinto. La stimolazione riguarda sostanzialmente il solo canale semicircolare orizzontale. Questa è la metodica più diffusa in ambito clinico per valutare l'attività del singolo labirinto. Può essere effettuata mediante insufflazione di aria nel meato acustico esterno oppure irrigando con acqua

calda (44°C) o fredda (30°C) l'orecchio da esaminare. L'ipotesi più accreditata è che la stimolazione calorica induca correnti convettive endolinfatiche. Tuttavia, gli studi effettuati in condizioni di assenza di gravità indicano che la stimolazione calorica probabilmente attiva anche altri meccanismi non convettivi. La direzione del ny è opposta al lato irrigato in caso di irrigazione fredda (inibizione del labirinto) e omolaterale in caso di irrigazione calda (eccitazione del labirinto). Il ny da stimolazione calorica è la metodica clinica più utilizzata ma anche la meno fisiologica, la più fastidiosa per il paziente, la più aleatoria nell'interpretazione dei risultati e dovrebbe essere abbandonata.

Un test clinico molto semplice è rappresentato dal test di scuotimento del capo (*Head Shaking Test*, HST). Il paziente ha gli occhi chiusi e il capo flesso in avanti di circa 30°; l'esaminatore muove la testa a destra ed a sinistra per circa 20 secondi alla frequenza di 1 Hz. Quando la testa si ferma il paziente apre gli occhi e l'esaminatore osserva l'eventuale ny con gli occhiali di Frenzel. Nel normale non compare ny, mentre nei disturbi del sistema dell'equilibrio, di origine periferica o centrale, compare un ny diretto verso l'emisistema più attivo. Questo test è più sensibile delle prove caloriche nel rilevare un'asimmetria dell'attività degli emisistemi labirintici funzionalmente significativa.

Un test che richiede una semplice strumentazione ([www.synapsys.fr](http://www.synapsys.fr)) è il test vibratorio (Fig.7.3): la stimolazione a 100 Hz della mastoide o della regione atlo-occipitale evoca un netto e ben evidente ny II diretto verso il lato sano. Quando il ny, detto ny vibratorio, è evocabile dalla stimolazione



Fig. 7.3 Synapsys - VNG Ulmer. Strumentazione per la valutazione vestibolare e la riabilitazione dell'equilibrio (Per gentile concessione di Synapsys S.A.)

delle mastoidi indica una lesione del labirinto, mentre quando è evocabile solo dalla stimolazione atlo-occipitale indica una sofferenza delle strutture propriocettive atlo-occipitali (come ad esempio negli esiti di colpo di frusta).

---

## 7.4 Controllo della stabilità della testa

Un modo molto semplice per valutare l'efficienza del collo nel controllo delle funzioni di equilibrio è quello di far seguire al paziente, comodamente seduto, una mira (ad esempio la penna) con la testa, chiedendogli di mantenere gli occhi fissi sulla mira. Il soggetto normale segue la mira senza muovere gli occhi, il paziente con problemi cervicali presenta invece dei continui movimenti oculari che compensano l'inefficacia del collo. È verosimile che questi soggetti, costretti dalla patologia a compensare continuamente con gli occhi durante i comuni ma continui movimenti della vita quotidiana, presentino disequilibrio con senso di peso alla testa, affaticabilità, oscillopsia.

Durante la prova di cammino sul posto, oltre a valutare la coordinazione del movimento e la rotazione/traslazione dello *stepping*, si osserva se il capo è stabile nello spazio a ogni passo o se, come spesso succede nei pazienti, tende ad oscillare latero-lateralmente a ogni passo.

---

## 7.5 Controllo dell'orientamento

La valutazione dell'orientamento si riferisce agli aspetti cognitivi della funzione vestibolare. Le prove cliniche più semplici per la valutazione della percezione dell'orientamento dei singoli segmenti corporei sono essenzialmente le prove "cerebellari" tradizionali quali l'indice-naso, l'indice-ginocchio, il tallone-ginocchio.

La percezione della rappresentazione interna della postura si basa invece sulle prove per la percezione dell'orizzontalità e della verticalità.

La cosiddetta verticale soggettiva, cioè la valutazione di come il soggetto percepisca la verticalità (o l'orizzontalità), si può valutare dal punto di vista clinico in modo semplice seppure approssimativo. Il paziente è comodamente seduto ma non appoggia i gomiti e ha gli occhi chiusi. Gli si chiede di prendere una matita dal lato della punta, tra indice e pollice, di

abbassare il braccio e successivamente di alzarlo ponendo la matita secondo una linea verticale. In tal modo, si può evidenziare se tende ad orientarla più verso destra o più verso sinistra. Per l'orizzontalità si procede nello stesso modo chiedendo però di posizionare la matita all'altezza degli occhi. Secondo Da Cunha è così possibile apprezzare anche se il soggetto tende a rappresentarsi più alto (la matita sopra la linea degli occhi) o più basso (la matita sotto la linea degli occhi) della realtà.

Per valutare se il paziente percepisce correttamente l'allineamento dei segmenti corporei, si può procedere secondo quanto illustrato da Gufoni e Di Nasso. Si pone il paziente supino con gli occhi chiusi e lo si allinea il più correttamente possibile. Quindi si muove alcune volte la testa a destra e a sinistra e infine si posiziona la testa circa 45° di lato. Si chiede poi al soggetto di riallineare correttamente il capo e si annota di quanto si discosta, in difetto oppure in eccesso, rispetto alla corretta posizione. Si ripete la prova posizionando il capo dal lato opposto. I due posizionamenti informano l'esaminatore sulla tendenza del paziente ad allinearsi, per lo meno in posizione supina, a destra o a sinistra. Non è chiaro se un'asimmetria di posizionamento si correli o meno ad un deficit labirintico; tuttavia è un dato prezioso per comprendere la "prevalenza" posturale.

Per quanto riguarda però la capacità di orientamento nell'ambiente, cioè la capacità del soggetto di attuare, sulla base delle informazioni sensoriali vestibolari ed esterocettive, si deve valutare la cosiddetta navigazione. La "navigazione" nell'ambiente è una attività complessa, psico-sensorimotoria e può essere definita come la capacità del soggetto di percepire la propria posizione rispetto alla gravità (orientamento geocentrico), di percepire sia la propria geometria corporea (orientamento allocentrico) sia la propria posizione nello spazio (orientamento eterocentrico), di rilevare le caratteristiche dell'ambiente circostante con i suoi punti di repere, percepire la posizione di un obiettivo da raggiungere (un oggetto da prendere, una porta da attraversare, un angolo da svoltare), programmare il percorso corretto ed effettuare il movimento adeguato. Si tratta quindi di una funzione complessa che prevede l'integrazione polisensoriale con le funzioni cognitive di attenzione e memoria.

Una prova specifica per valutare questo aspetto complesso dell'orientamento spaziale è il test di orientamento mutuato dal metodo Terzi e standardizzato da Cesarani. Il paziente è bendato e deve eseguire in sequenza (Fig. 7.4) i comandi impartiti dall'esaminatore oppure registrati e trasmessi da un *walk-man*:

- fare un passo laterale a sinistra;
- fare due passi avanti;

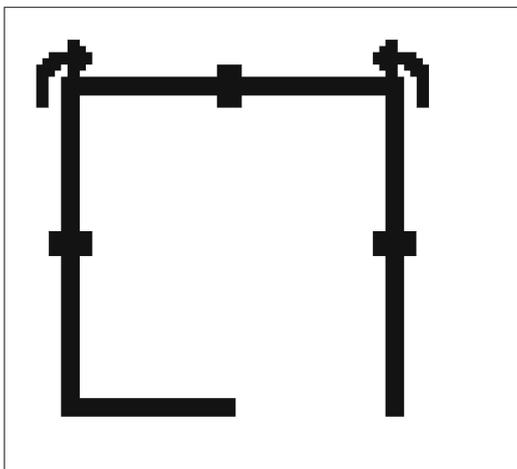


Fig. 7.4 Percorso che il paziente esegue sotto il comando vocale e che dovrebbe essere in grado di riprodurre

- ruotare di 90° a destra;
- fare due passi avanti;
- fare due passi laterali a destra;
- ritornare alla posizione di partenza.

Il paziente deve essere capace di eseguire correttamente gli ordini, con gli occhi chiusi, memorizzarli, ricostruire mentalmente la sua posizione di partenza e il percorso fatto e, quindi, ritornare alla posizione primaria. L'ultimo comando "ritornare alla posizione di partenza" è il reale comando che verifica la capacità di orientamento. Il test viene completato da una prova di memoria spaziale. Si chiede cioè al soggetto di riprodurre con carta e penna il percorso fatto.

Ad entrambe le fasi della prova, esecuzione e riproduzione, viene assegnato un punteggio per ogni comando correttamente eseguito. In tal modo, il test è quantificabile e può essere utilizzato anche per il *follow-up*.

Per quanto riguarda la fase di esecuzione, vengono assegnati i seguenti punteggi:

- |                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| - passi laterali                   | 2 punti         |
| - passi in avanti                  | 2 punti         |
| - rotazione corretta               | 1 punto         |
| - ritorno corretto                 | 5 punti         |
| <b>Totale punteggio esecuzione</b> | <b>20 punti</b> |

Poiché il soggetto deve ruotare completamente su sé stesso per poter ritornare al punto di partenza, è possibile che egli vada nella direzione corretta ma deviando di alcuni gradi a destra oppure a sinistra rispetto al

punto di riferimento, a causa di una rotazione incompleta. Pertanto si esprime anche l'angolo di deviazione con il segno + se devia verso destra e il segno - se devia a sinistra.

Per la fase di riproduzione vengono assegnati i seguenti punteggi, per ogni comando correttamente riprodotto sulla carta:

- un passo laterale	2 punti
- passi in avanti	2 punti
- rotazione destra di 90°	5 punti
- passi laterali a destra	2 punti
- ritorno alla posizione di partenza	1 punto
Totale punteggio riproduzione	20 punti

Il punteggio massimo è 20. Nel soggetto normale il punteggio di esecuzione varia tra 18 e 20, l'angolo di deviazione al ritorno è compreso tra 40° a destra e 40° a sinistra e non sussiste una prevalenza di deviazione destra o sinistra. Nessun soggetto normale devia più di 60°. Per quanto riguarda la riproduzione il punteggio normale è compreso tra 15 e 20.

Nei pazienti con disequilibrio si osservano sia difficoltà nell'esecuzione delle varie fasi della prova sia, soprattutto, difficoltà nel ritornare alla posizione di partenza. L'errore è frequentemente superiore ai 60°. Notevoli difficoltà si registrano poi nella fase di riproduzione. Talora la riproduzione è così bizzarra da non poter assegnare un punteggio.

Il test descritto è semplice da eseguire, ma valuta processi cognitivi complessi:

- capacità di eseguire semplici comandi motori;
- capacità di costruire mappe mentali, che consente al paziente di ritornare al punto di partenza;
- memoria a breve termine, che consente al paziente di ricordare il percorso eseguito;
- capacità di rappresentazione spaziale.

# Esame del rachide

Per valutare i disturbi della funzione motoria e, in caso di dolore vertebrale, per identificare le strutture da cui questo origina, l'anamnesi e l'esame clinico sono di assoluta importanza. Gli esami radiologici, nella gran parte dei casi, segnalano solo modificazioni morfologiche (artrosi, discopatie, protrusioni discali ecc.) che si ritrovano con grande frequenza anche in soggetti asintomatici. Solo per lesioni dovute a patologia "maggiore", organica, a volte grave, le immagini e gli esami strumentali sono determinanti per la diagnosi. In tutti gli altri casi, i disturbi riguardano la funzione alterata piuttosto che la presenza di una lesione. Ciò in parte vale anche per la patologia disco-radicolare, poiché immagini di ernie e protrusioni sono presenti in molti soggetti da sempre asintomatici.

I problemi maggiori che si pongono per utilizzare uno strumento diagnostico clinico nella patologia vertebrale consistono sia nella mancanza di accordo sull'utilizzo dei numerosissimi test, sia nella loro evidente carenza di basi anatomico-fisiologiche, sia nella scarsa riproducibilità interoperatore della maggior parte di essi. Nei paesi anglosassoni, questi test provengono dalla dottrina osteopatica, che risale alla fine dell'800 e sono basati su presupposti anatomico-fisiologici non dimostrati o francamente assurdi e su tecniche di rilevamento poco riproducibili, come testimonia la letteratura in proposito.

A nostro avviso, un grande passo avanti nella soluzione di questo problema è stato fatto da R. Maigne, che, in una lunga serie di lavori a partire dagli anni '60, ha proposto un nuovo modello di esame clinico, basato non sulla palpazione, ma su manovre di provocazione del dolore, che sono in letteratura le più riproducibili. Queste manovre mirano a identificare uno o più segmenti mobili vertebrali sofferenti: qualora le indagini radiologiche accertino che non vi sono lesioni organiche, questo disturbo viene definito Disturbo Doloroso Intervertebrale Minore (DDIM) ovvero *Painful Minor Intervertebral Dysfunction* (PMID) e sta alla base di gran parte della patologia vertebrale disfunzionale o vi coesiste, come nella patologia disco-radicolare.

Il disturbo intervertebrale, in molti casi, si riflette nel territorio metamericamente corrispondente: quindi, questo modello comprende una se-

rie di test per valutare l'interessamento di cute, sottocute, tendini, periostio e muscoli, sempre basati su manovre provocative del dolore.

L'esperienza clinica e di insegnamento di vari decenni hanno confermato, insieme a studi clinici, una buona riproducibilità inter-operatore di questi test.

Il loro impiego ha portato R. Maigne alla descrizione di nuovi quadri clinici e a nuove interpretazioni patogenetiche di altri, nonché a una stretta e razionale dipendenza della terapia dalla diagnosi.

L'esame clinico si può quindi suddividere in 5 parti principali:

1. esame statico del rachide, del capo e degli arti in stazione eretta, con rilievo degli elementi di anatomia visiva riguardanti le modificazioni delle curve fisiologiche del rachide, la posizione del capo, delle spalle, del bacino;
2. esame dinamico dei "grandi movimenti": ricerca della limitazione di movimento e di dolori provocati o peggiorati dal movimento, valutazione delle modificazioni delle curve, rapporti tra i movimenti del rachide e delle anche;
3. esame locale dei segmenti mobili vertebrali;
4. esame dei tessuti cutanei, sottocutanei, tendinei, periosteali, muscolari, cioè del dolore cosiddetto miofasciale;
5. esame dei segni neurologici e della dura madre;
6. una valutazione psico-patologica è sempre consigliabile, dati gli stretti rapporti di questa patologia con gli eventi emotivi.

---

## 8.1 Esame statico

Si effettua con il soggetto in stazione eretta, dapprima esaminando il piano frontale posteriore, rilevando la posizione della testa, l'altezza delle spalle e la posizione delle scapole; i triangoli della taglia; le creste iliache e le pliche glutee; l'atteggiamento delle ginocchia e dei calcagni; l'eventuale presenza di curve scoliotiche e di gibbi. È utile, su questo piano, il rilievo della verticale di Barré, linea ideale che si rileva a partire dal punto di mezzo della distanza intermalleolare, fino al vertice e che, in condizioni ideali, divide perfettamente a metà il corpo, passando nella plica interglutea, sulla spinosa di C7 e salendo fino al vertice. Si esamina poi il piano frontale anteriore, valutando l'altezza dei capezzoli, eventuali deformità toraciche, posizione delle anche, delle ginocchia, delle caviglie e dei piedi; quindi il piano sagittale, ove si può valutare l'inclinazione del capo e del

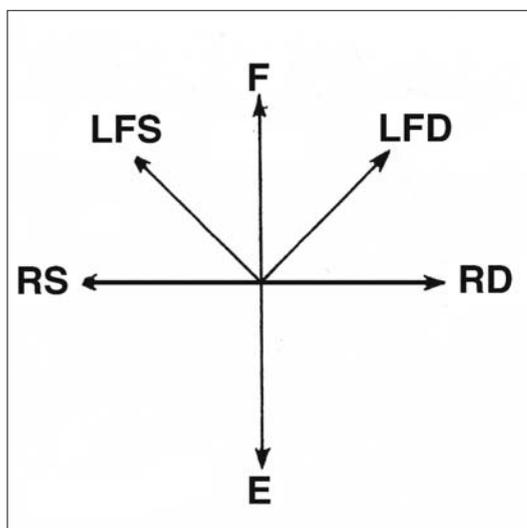
corpo in senso antero-posteriore, la posizione delle anche, delle ginocchia e delle caviglie, utilizzando anche qui la verticale di Barré, che su questo piano, a partire dall'apofisi stiloide del 5° metatarso, passa per il trocantere, l'acromion, il condotto uditivo esterno. Si possono così meglio valutare le modificazioni dell'allineamento vertebrale. La simmetria degli arti inferiori va valutata sia in stazione eretta, sia in decubito supino.

## 8.2 Esame dinamico

Consiste nell'esame dei due movimenti opposti su ciascuno dei 3 piani ortogonali dello spazio, per ricercare:

- le eventuali limitazioni al movimento;
- la comparsa di dolore in un punto dell'arco di movimento;
- le eventuali alterazioni nello svolgersi del movimento;
- tratti di colonna rigidi o deviazioni dal piano di movimento evidenziabili nella flessione e nella latero-flessione.

Se consideriamo il rachide nel suo insieme, appare evidente che sia costituito da due tratti mobili, il tratto cervicale e quello lombare, uniti da un tratto più rigido, quello toracico da T2 a T9-T10. L'esame dei movimenti si effettua, quindi, soprattutto sui due tratti più mobili. I risultati di questo esame possono essere graficamente rappresentati su uno schema a stella ideato da R. Maigne (Fig. 8.1):



**Fig. 8.1** Schema a stella (R Maigne) che rappresenta i 6 movimenti nei 3 piani dello spazio. Limitazioni di movimento e dolore possono essere indicati con trattini e cerchietti. *F* = flessione; *LFS* = lateroflessione sinistra; *LFD* = lateroflessione destra; *RS* = rotazione sinistra; *RD* = rotazione destra; *E* = estensione (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

- tratto cervico-toracico. Si possono considerare due livelli principali di movimento: la cerniera occipito-atlo-epistrofea, che provvede alla rotazione e, in parte, alla flessione-estensione del capo; il tratto cervicale inferiore provvede alla flessione-estensione e alla latero-flessione, che è associata a un certo grado di rotazione dallo stesso lato;
- tratto toraco-lombare. I due movimenti opposti nei 3 piani ortogonali di questo tratto di rachide si svolgono prevalentemente a tre diversi livelli: la rotazione avviene soprattutto a carico della cerniera toraco-lombare e della prima lombare; la latero-flessione a carico del tratto lombare medio, ma comprende anche la cerniera anzidetta; la flessione-estensione soprattutto a livello delle ultime 3 vertebre lombari.

---

### 8.2.1 Studio della flessione

Si valuta il movimento in stazione eretta e in posizione supina. In stazione eretta, si fa flettere il tronco al paziente, mentre questi tiene le mani sulle cosce e le fa scorrere verso il basso, in modo che si senta protetto dall'insorgere del dolore. Utile valutare eventuali deviazioni della linea delle spinose dalla traiettoria del piano sagittale, indice di contrazioni antalgiche che si evidenziano spesso solo in un certo punto dell'arco del movimento: si può constatare più di una deviazione nel corso del movimento.

La flessione può essere studiata in posizione supina, chiedendo al paziente di serrare al torace, con le braccia, gli arti inferiori con anche e ginocchia fortemente flesse. Questa manovra consente di valutare la flessione del rachide lombare, senza che le radici vengano stirate, quindi mettendo in tensione solo la componente vertebrale. Si può, cioè, discriminare il dolore originato dalla dura madre o dalle radici da quello articolare, legamentoso oppure muscolare.

---

### 8.2.2 Studio della estensione

L'estensione va studiata in stazione eretta, facendo porre al paziente il palmo delle mani rivolte in basso posteriormente sul bacino, con le eminenze sulle creste iliache e chiedendogli di estendere al massimo il rachide. È utile anche osservare come il paziente ristende la colonna dopo aver eseguito una flessione anteriore.

Nel normale, per i primi 45° viene mantenuta la cifosi assunta nella flessione e il movimento è a carico della pelvi; negli ultimi 45° riassume la lordosi.

---

### 8.2.3 Studio della lateroflessione

In stazione eretta, si chiede al paziente di applicare il palmo delle mani sulla faccia laterale della coscia e di farla scorrere verso il basso a destra e poi a sinistra. Si osserva la simmetria delle curve, la presenza di eventuali tratti rettilinei oppure, in alcuni casi, la scomparsa di uno dei due movimenti, come avviene nelle scoliosi antalgiche.

---

### 8.2.4 Studio della rotazione

Numerosi modi di rilevare questo parametro sono stati proposti: con paziente seduto, a cavalcioni del lettino, in stazione eretta con le braccia conserte ecc.

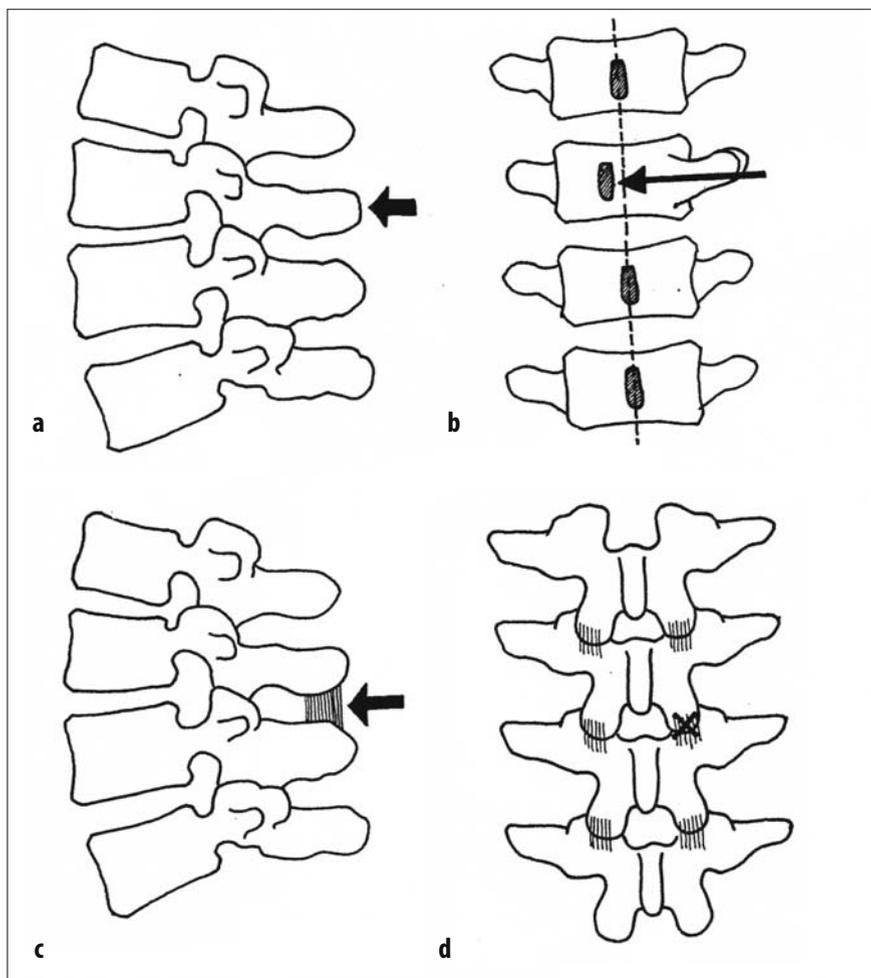
Meglio è farlo in stazione eretta, arti inferiori leggermente divaricati, mani sulle creste iliache con pollici rivolti indietro. Nella rotazione è difficile apprezzare le differenze modeste nell'ampiezza del movimento ed è soprattutto la comparsa di dolore che va notata.

---

## 8.3 Esame locale dei segmenti mobili

Ideato da R. Maigne, consiste in una serie di manovre provocative del dolore articolare intervertebrale utile su tutto il rachide a partire, in senso caudale, da C6 per ricercare uno o più segmenti mobili dolorosi. Consta di 4 manovre principali:

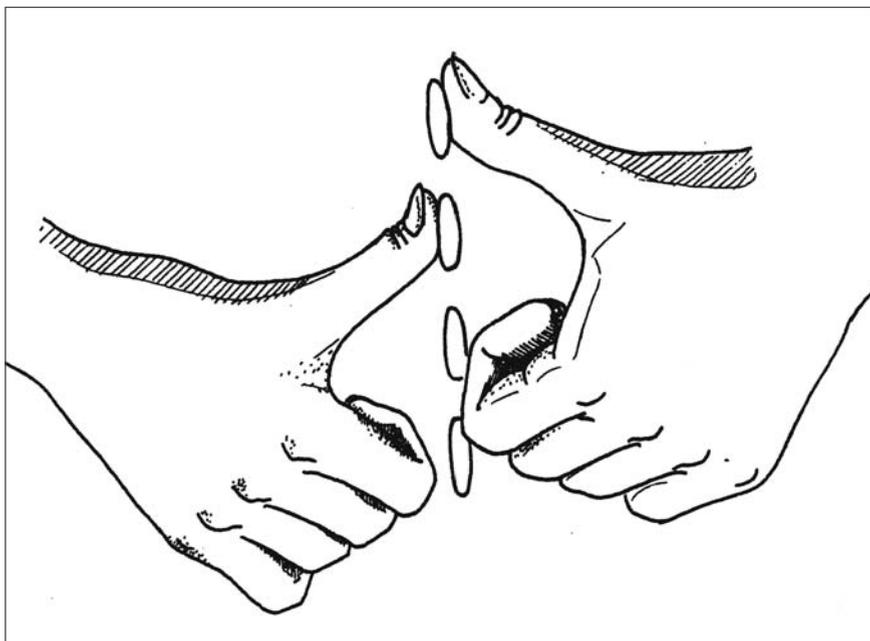
1. pressione assiale sulle spinose (Fig. 8.2a): soggetto supino, si preme sulle spinose in senso postero-anteriore coi pollici sovrapposti;
2. pressione laterale sulle spinose (Fig 8.2b): una volta identificata la o le spinose dolenti, si preme coi pollici prima a destra poi a sinistra sul fianco della spinosa, onde ricercare quale dei due sensi di rotazione che imprimiamo sia doloroso. Per meglio identificare il SMV disturbato, si può esercitare una contemporanea pressione “contrariata” sulle spinose sopra- e sottostanti (Fig. 8.3);
3. legamenti sopraspinoso ed interspinoso (Fig. 8.2c): è utile ricercare la dolorabilità di queste strutture mediante pressione e frizione con la punta dell'indice o con una moneta sull'apice della spinosa e sullo spazio interspinoso;
4. punto paramediano articolare (Fig. 8.2d): si esercita una pressione a



**Fig. 8.2 a-d** Le 4 manovre dell'esame segmentario. **a** Pressione assiale sulle spinose. **b** Pressione laterale sulle spinose. **c** Pressione sul legamento interspinoso. **d** Pressione sulle articolazioni interapofisarie. La X indica il punto paramediano articolare (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

circa 1 cm. lateralmente alle spinose, in corrispondenza del massiccio articolare posteriore, per evocare eventuale dolore, utilizzando l'indice sovrapposto al medio.

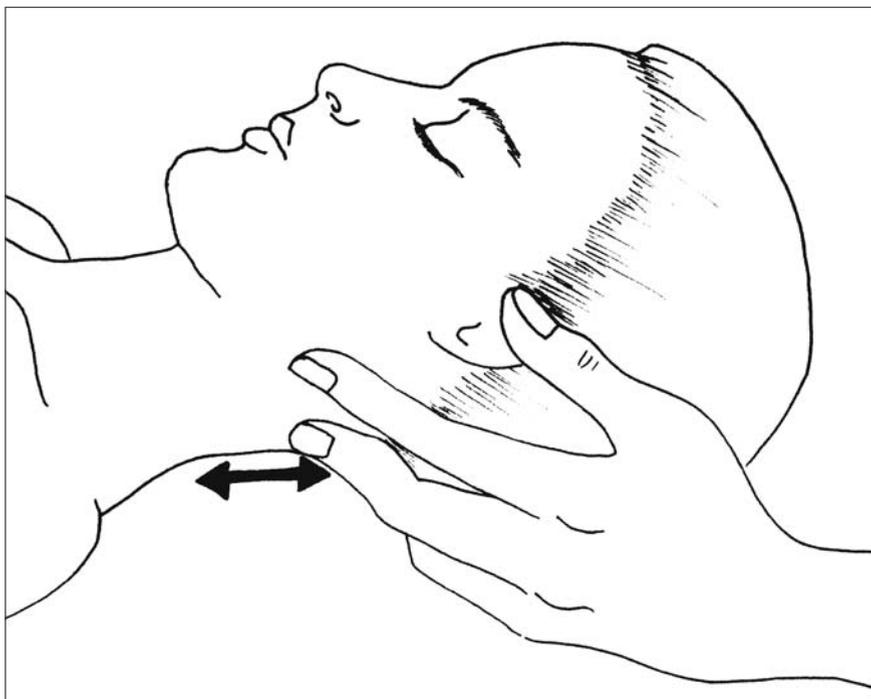
Le manovre suddette vanno eseguite con forza costante: consigliata quella di 4 Kg circa, cioè la pressione che va interrotta appena il letto ungueale del dito esploratore diviene bianco.



**Fig. 8.3** Pressione “contrariata” laterale sulle spinose (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d’origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

La manovra va ripetuta per non più di 2 volte, altrimenti i reperti del dolore possono modificarsi.

L’esame segmentario del rachide cervicale differisce sostanzialmente sia per la grande accessibilità alla palpazione dei massicci articolari, sia per la scarsa apprezzabilità delle spinose, al di sopra di C6, tranne quella di C2. Si esegue con paziente supino: in tale posizione, l’operatore può facilmente palpare le articolazioni interapofisarie da C2-C3 a C7-T1, apprezzandone il volume e la dolorabilità (Fig. 8.4). Le apofisi traverse dell’atlante possono essere avvertite nello spazio mandibolo-mastoideo, ma sono in genere facilmente subdolenti e non forniscono sicure indicazioni sulla posizione dell’atlante. È importante ricordare che il DDIM può essere inattivo, cioè non provocare dolore spontaneo al paziente, ma essere rilevabile solo con la semeiotica sopra esposta. Nei pazienti con disturbi di equilibrio, in cui, anche in assenza di dolore potrebbe condizionare una disfunzione vertebrale, è quindi indispensabile procedere a una accurata esplorazione di tutto il rachide.



**Fig. 8.4** Palpazione per la ricerca di un SMV sofferente al rachide cervicale. (Modificata da: Maigne R (1979) *La terapia manuale in patologia vertebrale e articolare*. Edizioni Libreria Cortina, Torino, con autorizzazione)

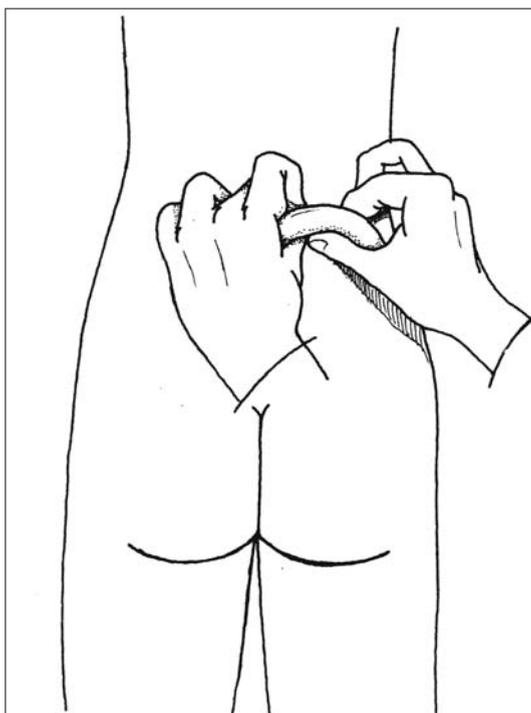
## 8.4 Esame dei tessuti molli (o dei segni miofasciali)

R. Maigne ha descritto una serie di segni a carico della cute, sottocute, fasce, tendini, periostio, muscoli, che ha denominato “sindrome cellulo-periosteo-mialgica” o “sindrome neurotrofica di origine vertebrale”.

Fenomeni di questo tipo erano stati precedentemente descritti, ma non messi in relazione a disturbi funzionali dei segmenti mobili vertebrali. Il rilievo accurato di questi segni è una parte più che importante dell’esame clinico, poichè lo stretto rapporto che li lega in modo metamerico alla disfunzione intervertebrale va evidenziato in modo chiaro, onde poter agire causalmente sul rachide; d’altra parte, essi vanno trattati accuratamente e in modo adeguato, poichè in molti casi, dopo un certo tempo, divengono autonomi dalla causa vertebrale e non rispondono alla sola terapia vertebrale.

I fenomeni osservabili a carico della cute sono soprattutto di carattere dermografico. Se si strisciano queste zone con una punta smussa, si rileva l'apparizione di dermografismo persistente. A carico del sottocute si rilevano alcuni fenomeni caratteristici, cioè modificazioni della consistenza che può essere valutata con un pizzicotto e che può andare da un modesto ispessimento della plica cutanea rispetto alla regione controlaterale, fino all'impossibilità di sollevare la plica stessa, mentre la cute assume l'aspetto a "buccia d'arancia". Altro fenomeno evidente è la dolorabilità che si risveglia in queste zone col pizzicotto stesso (Fig. 8.5). Questo fenomeno è particolarmente evidente nella regione posteriore del tronco, in dipendenza dei nervi spinali toracici, ove il persistere di una metamerizzazione più precisa dimostra delle bande di cellulalgia, che scendono dal rachide verso la linea ascellare posteriore.

Straordinario è il fenomeno per cui a seguito di una manipolazione del segmento mobile responsabile, si ha una sparizione immediata del fenomeno, con ritorno a una cute normale e indolore ovvero identica al lato opposto.



**Fig. 8.5** Pizzicotto rotolato per evidenziare aree cutanee di allodinia (Modificata da: Maigne R (1979) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

Anche lo sclerotomo può essere interessato da questi fenomeni, sia per quanto riguarda i tendini e le loro inserzioni, sia determinate zone periostee e, in alcuni casi, anche i legamenti articolari.

Il dolore tendineo è spesso presente nella spalla e nel gomito. Il dolore propriamente periosteale è frequente sulla cresta iliaca nelle zone mediali, al fianco e sul trocantere. Punti legamentosi dolorosi sembrano situarsi nelle articolazioni tibio-peroneale prossimale e distale, nell'articolazione acromio-clavicolare e nelle radio-omeroale e radio-ulnare. Tutti questi fenomeni vanno esplorati mediante una frizione leggera.

La componente muscolare del dolore miofasciale è rilevante ed assume diversi aspetti, da punti dolorosi semplici (*tender points*) a punti "grilletto" (*trigger points*), a contrazioni persistenti dolorose alla palpazione che assumono l'aspetto di un cordone o bastoncino duro (*taut bands*), che Maigne ha ben descritto, denominandoli *cordons indurés*. Si rilevano facilmente con una palpazione accurata della massa muscolare.

Tali fenomeni, che si possono definire di allodinia, assumono un aspetto particolare a livello del capo, ove l'interessamento dei metameri cutanei C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub> dà luogo a fenomeni particolari che R. Maigne ha messo bene in evidenza. Mediante la frizione si può risvegliare una maggior sensibilità nei territori corrispondenti al dermatomero C<sub>2</sub> (cuoio cappelluto della regione temporale, cute corrispondente all'angolo della mandibola) e al der-



**Fig. 8.6** Frizione al cuoio capelluto per ricerca aree di allodinia: le dita si spostano orizzontalmente avanti e indietro

matomero C<sub>3</sub> (cuoio cappelluto della regione occipitale, cute della regione laterale del collo) nonché sui sopraccigli, zone notoriamente innervate dal 1° ramo del trigemino, ma che per la vicinanza del nucleo caudale del V con quello di C<sub>2</sub>, che praticamente lo continua, può far ipotizzare una doppia innervazione oppure il passaggio di fibre trigeminali insieme alle radici di C<sub>2</sub> (dimostrato dalla frequente sparizione immediata di questo fenomeno dopo una manipolazione o una infiltrazione periarticolare C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> dallo stesso lato).

---

## 8.5 Esame dei segni neurologici e della dura madre

La descrizione di un completo esame neurologico esula dai nostri scopi. Ricordiamo che accanto ai segni sensitivi, riflessi, motori che utilizziamo per individuare il livello di sofferenza radicolare, è necessario anche valutare i livelli più alti del SNC, mediante le adatte manovre semeiologiche.

Importante è anche il rilievo dei cosiddetti segni della dura madre, cioè delle manovre che, mobilizzando il sacco durale e le radici dei nervi spinali, possono evidenziare una zona di irritazione della dura stessa o tra questa e le strutture adiacenti o sul colletto delle radici.

Per necessità didattica si possono dividere questi segni in:

1. segni durali “alti”, cioè quelli che si ricercano con manovre sul capo. Il più noto è il segno di Neri 1° in posizione eretta, seduta, supina: la flessione del capo determina l’insorgenza del dolore lombare;
2. segni durali bassi: sono i classici segni di Lasègue, che si rilevano con anca e ginocchio flessi a 90°, estendendo il ginocchio fino a che compare il dolore sciatico, lo *Streight Raising Leg* o SRL, cioè il sollevamento di tutto l’arto inferiore a ginocchio esteso (che in Italia viene definito segno di Lasègue); il *Femoral Strecht Test* (FST) o Wasserman-Boschi (WB) o segno del nervo crurale: flessione del ginocchio ed estensione dell’anca, con soggetto prono, che provoca stiramento del nervo crurale e/o dolore lombare.

Due test che in qualche modo possono essere utilizzati come controllo ovvero esclusione di una patologia durale sono:

1. il segno della trazione assiale, descritto da Brugnoni: la trazione sul capo ferma e sostenuta per qualche secondo può determinare l’insorgenza di un dolore lombare avvertito dal paziente. Questo segno non è concomitante a quelli della dura madre e, poiché la trazione viene esercitata su tutto il rachide, potrebbe essere l’espressione di una sofferenza dei legamenti longitudinali anteriore o posteriore: è presente infatti

anche in casi in cui manca il dolore provocato con le manovre di pressione sulle spinose e sulle articolazioni, dianzi descritte;

2. il segno di Patrick, che mobilizzando in flessione, abduzione e rotazione esterna dapprima l'anca, ne valuta mobilità e dolorabilità, e alla fine mobilizzando anche il rachide, con paziente supino, risveglia un eventuale dolore lombare, senza mettere in gioco la mobilità delle radici e del sacco durale.

Utile è anche il rilievo dei segni liquorali: sono segni che, aumentando la pressione endoliquorale, in caso di irritazione della dura madre, determinano l'insorgenza del dolore. Sono la tosse e lo starnuto, cui abbiamo già accennato, la manovra di Valsalva (espirazione forzata a bocca e naso chiusi) e il segno di Naffziger (compressione delle giugulari per 10 sec, seguito da un colpo di tosse), segno peraltro obsoleto e di dubbia utilità.

Considerato che i maggiori rischi delle manipolazioni sono a carico del rachide cervicale, è indispensabile eseguire i test pre-manipolativi, che sono il rilievo di un ny spontaneo o di posizione (soprattutto rotazione-estensione del capo), il test di Romberg, il test di Rancurel e la messa in posizione e tensione dell'articolazione da manipolare, con valutazione delle sensazioni del paziente.

Concludendo, questo esame permette, per sommazione e sottrazione dei sintomi e dei segni, di formulare una complessiva ipotesi diagnostica, utilizzabile per le scelte terapeutiche, anche se è indubbia la necessità di studi semeiogenetici e di ulteriore e più ampia validazione della riproducibilità inter-operatore.

# Esami strumentali

---

## 9.1 Esami strumentali delle funzioni vestibolari

L'esame strumentale del paziente deve essere rivolto a indagare le differenti funzioni svolte dal sistema vestibolare. Le funzioni vestibolari valutabili per mezzo delle strumentazioni sono:

1. controllo dell'oculomozione;
2. controllo della stazione eretta e della postura;
3. controllo del cammino e della stabilità dinamica del capo;

Gli esami strumentali devono essere rivolti all'approfondimento di quanto rilevato alla visita e non devono quindi sostituire, ma integrare la valutazione clinica.

---

### 9.1.1 Controllo dell'oculomozione

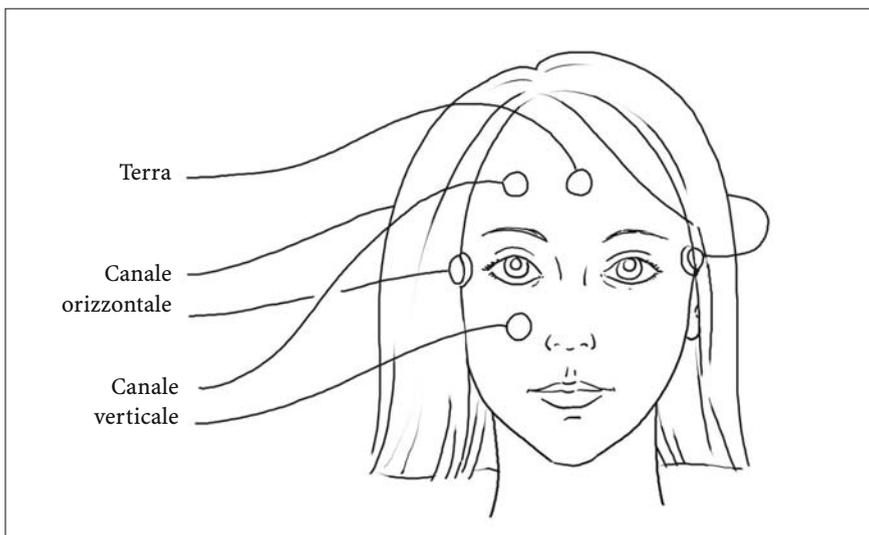
L'analisi strumentale dell'oculomozione richiede apparecchiature di registrazione oculografica. La metodica più diffusa è quella **elettro-oculografica** (EOG), che si basa sul rilevamento del cosiddetto potenziale corneo-retinico: l'asse corneo-retinico è un asse bipolare in cui il polo positivo è la cornea e quello negativo la retina. Questo asse è identico all'asse visivo. Se due elettrodi sono posizionati sulle cute, in corrispondenza dei canti interno ed esterno, è possibile registrare i movimenti degli occhi come variazione della posizione dell'asse corneo-retinico (Fig. 9.1). La tecnica più recente è la **video-oculografia** (VOG): una telecamera riprende direttamente l'occhio, ne riconosce i contrasti cromatici tra sclera e iride e un computer elabora le immagini televisive. Mediante EOG o VOG è possibi-

le quindi studiare nel dettaglio i componenti dell'oculomozione (saccadici e movimenti di inseguimento lento), particolarmente utili per identificare disturbi del sistema vestibolare centrale. Entrambe le metodiche presentano vantaggi e svantaggi e l'utilizzo dell'una piuttosto che dell'altra dipende dalla consuetudine dei vari laboratori.

I movimenti oculari, per essere analizzati, devono essere elicitati da stimoli visivi, tramite una barra a LED luminosi o proiettati su uno schermo oppure attraverso immagini televisive.

I saccadici sono elicitati da *target* che si spostano rapidamente (Fig. 9.2) all'interno del campo visivo del soggetto, mentre i movimenti d'inseguimento sono indotti dallo spostamento lento e armonico di una mira (Fig. 9.3). I risultati vengono confrontati automaticamente con i valori di riferimento calcolati in una popolazione di controllo.

Per quanto riguarda i movimenti d'inseguimento lento, questi possono essere elicitati da uno spostamento a velocità costante della mira (stimolo triangolare) ad accelerazione costante (stimolo sinusoidale) con movimenti di avanti e indietro, oppure con movimenti a rampa singola.



**Fig. 9.1** Rappresentazione schematica del posizionamento degli elettrodi per elettroculografia (EOG) ed elettro-nistagmografia (ENG). Gli elettrodi posizionati verticalmente rispetto all'occhio destro rileveranno i movimenti oculari verticali mentre quelli posizionati ai canti esterni i movimenti accoppiati degli occhi nel piano orizzontale

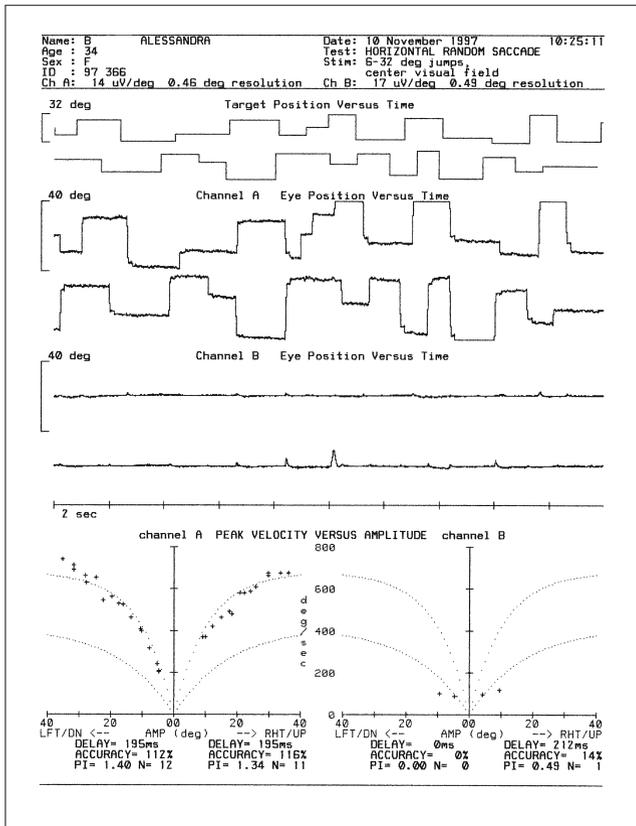
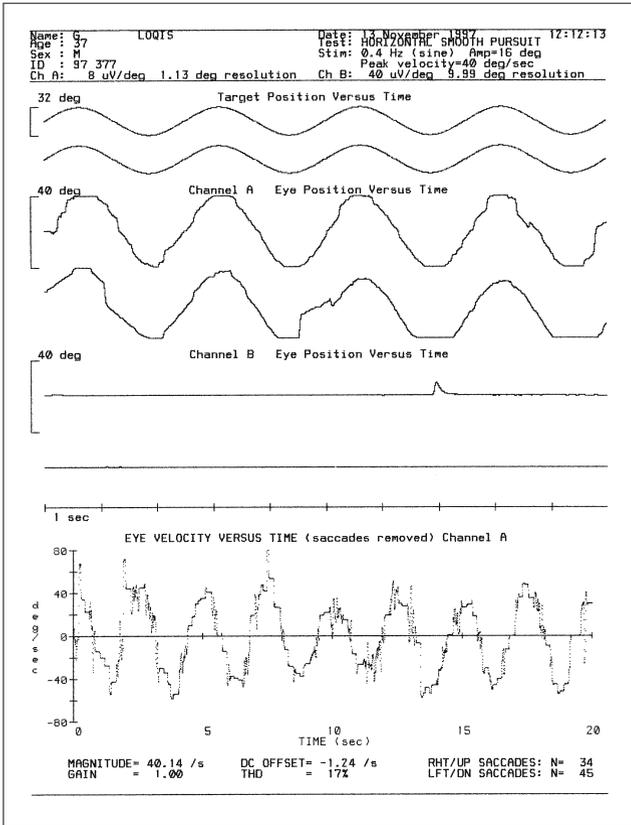


Fig. 9.2 Saccadici orizzontali normali. La prima traccia è la mira, la seconda i movimenti oculari in registrazione bi-temporale, la terza la registrazione monocolare verticale. I diagrammi alla base rappresentano la distribuzione delle velocità in funzione dell'ampiezza del movimento (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) Terapia delle vertigini e del dis-equilibrio: il metodo MCS. Springer-Verlag Italia)

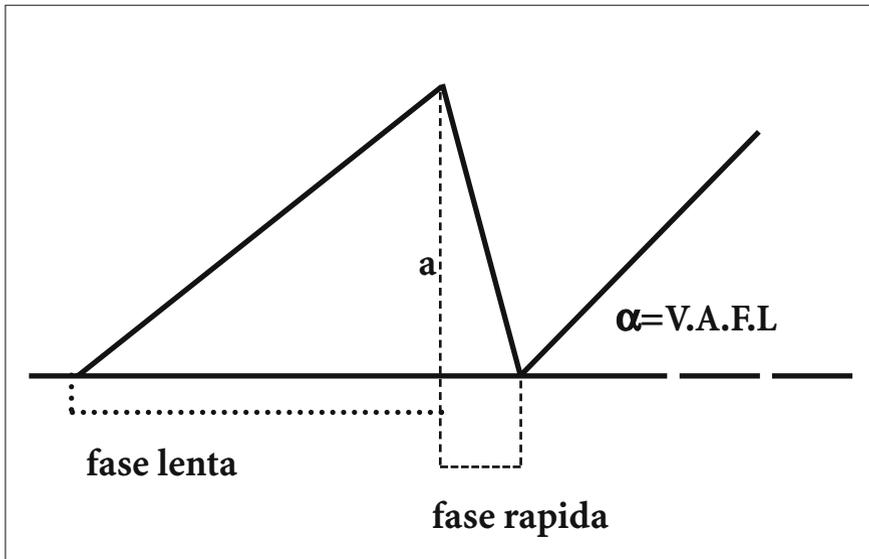
La stessa apparecchiatura (EOG o VOG) viene utilizzata per studiare i riflessi vestibolo-oculomotori, cioè il nistagmo (l'esame viene quindi chiamato elettro o video-nistagmografia, ENG o VNG). Il nistagmo (ny) è un movimento oculare involontario, bifasico, generalmente di entrambi gli occhi, che consiste nello scivolamento lento degli occhi in una direzione (fase lenta del ny), seguito da un ritorno rapido in posizione primaria (fase rapida del ny). Le registrazioni EOG o VOG sono le tecniche strumentali specifiche usate per documentare ed analizzare il nistagmo (Fig. 9.4). Pertanto si può documentare e quantificare:

- il ny spontaneo. Talora può essere indicativo di una lesione del SNC. Ad esempio:
  - il ny verticale verso l'alto, specialmente se presente in posizione primaria, indica una lesione del pavimento del IV ventricolo o dell'acquedotto, oppure cerebellare;



**Fig. 9.3** Test di inseguimento orizzontale oculare normale (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS. Springer-Verlag Italia)

- il ny verticale verso il basso si osserva nelle malformazioni di Arnold-Chiari o comunque nelle lesioni cerebellari;
- il ny dissociato indica oftalmoplegia internucleare, causata da una lesione delle vie di coniugazione interoculare
- il ny posizionale, più facilmente evidenziabile con VOG che con EOG
- il ny ottocinetico (NOC), che si attiva quando lo spostamento del campo visivo è più ampio del campo visivo stesso, come avviene ad esempio quando si osserva, dal finestrino del treno in corsa: il soggetto segue con gli occhi per una parte lo spostamento e successivamente esegue una serie di scosse nistagmiche. Si tratta di un sistema primordiale di esplorazione del campo visivo, determinato in parte dall'attivazione delle strutture vestibolari e in parte delle strutture corticali occipitali. Viene elicitato dalla proiezione su uno schermo di immagi-



**Fig. 9.4** Rappresentazione grafica del movimento bifasico definito nistagmo: l'occhio devia lentamente in una direzione (fase lenta) e ritorna successivamente rapidamente in posizione primaria (fase rapida). Per convenzione lo spostamento della traccia verso l'alto corrisponde a un movimento degli occhi verso l'alto oppure verso destra. Viceversa, lo spostamento verso il basso corrisponde a un movimento verso il basso o a sinistra. In questo caso è rappresentata una scossa con fase lenta verso l'alto o a destra e fase rapida verso il basso o a sinistra

ni contrastate (abituamente strisce verticali di colore differente) in movimento (Fig. 9.5)

- il ny da stimolazione dei canali semicirculari. Sebbene le **prove caloriche** siano tuttora molto diffuse, la loro grossolanità, la relativa invasività, la variabilità di risposta causata dalla conducibilità termica dell'osso temporale e il fastidio da esse provocato, suggeriscono di avvalersi di altre tecniche per ottenere informazioni sull'efficienza labirintica. La modalità più fisiologica è quella di utilizzare stimolazioni acceleratorie del labirinto, utilizzando (**prove roto-acceleratorie**) sedie motorizzate che ruotano con accelerazioni e velocità differenti (Figg. 9.6, 9.7). La stimolazione roto-acceleratoria determina una stimolazione contemporanea e pressoché simultanea (tranne che nelle primissime fasi dell'accelerazione) dei due labirinti, eccitandone uno e inibendo l'altro. La stimolazione roto-acceleratoria consente di valutare anche l'interazione visuo-vestibolo-oculomotoria. Il guadagno vestibolo-

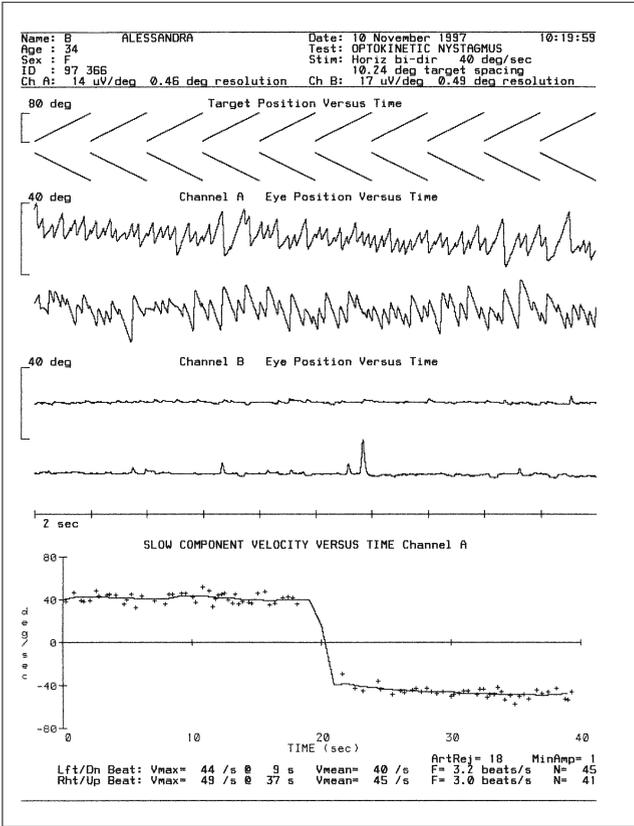
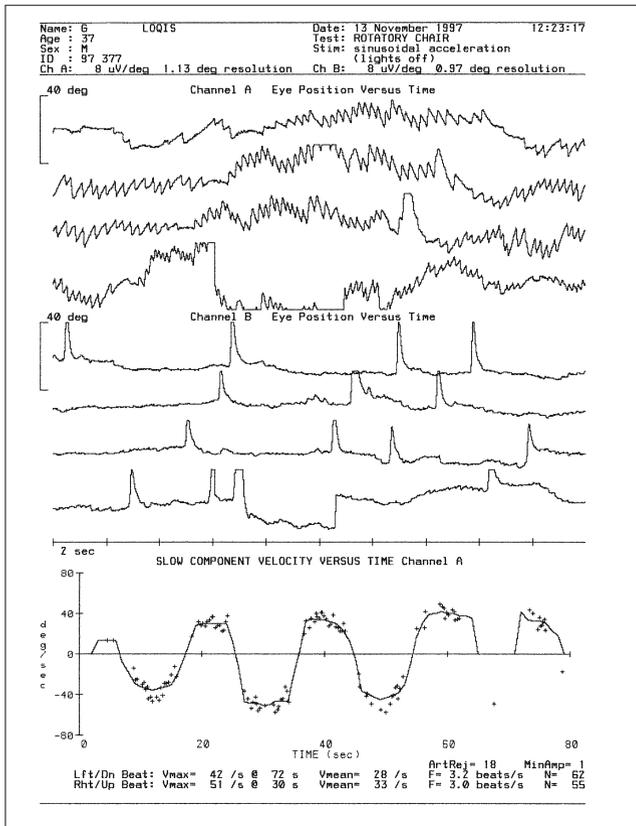


Fig. 9.5 Registrazione bitemporale di una risposta ottocinetica normale (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) Terapia delle vertigini e del dis-equilibrio: il metodo MCS. Springer-Verlag Italia)



Fig. 9.6 Rappresentazione schematica della posizione del paziente, bendato, su una sedia motorizzata per stimolazioni roto-acceleratorie



**Fig. 9.7** Risposta normale alla stimolazione sinusoidale (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS.* Springer-Verlag Italia)

oculomotore è infatti abitualmente inferiore all'unità (0,6-0,8), il che significa che l'occhio compensa la rotazione della testa, al buio, al massimo per l'80%. In condizioni normali, invece, alle frequenze fisiologiche dei movimenti del capo non si coglie questo deficit, poiché la stimolazione contemporanea della vista determina la "chiusura" del guadagno a 1, con perfetta armonia tra rotazione del capo e controrotazione degli occhi. Si può quindi eseguire la rotazione del soggetto dapprima al buio (studio del riflesso vestibolo-oculomotore, VOR) e successivamente una rotazione alla luce (studio del riflesso visuo-vestibolo-oculomotore, VVOR). La stimolazione della componente visiva determina sia l'attivazione del riflesso visuo-vestibolo-oculomotore, sia del sistema otticocinetico

- il ny cervicale, dovuto all'attivazione dei recettori da stiramento cervicali ed elicitato dalla rotazione del tronco sul capo che rimane fermo.

L'evocazione del ny cervicale indica una iperreattività dei recettori cervicali.

L'interferenza tra contrattura tonica cervicale e oculomozione viene valutata mediante lo *Smooth Pursuit Neck Torsion Test*, proposto da Tjell e Rosenhall. In questo caso, si confrontano i guadagni oculomotori in tre prove di inseguimento lento eseguite con il capo fisso. Dapprima si esegue un test di base, poi si ruota la sedia di  $45^\circ$  a destra e il soggetto controrruota il capo e ripete l'inseguimento oculare. Infine, si ruota la sedia  $45^\circ$  a sinistra e si ripete le prova. Secondo gli Autori, questo test è specifico per valutare i disturbi di equilibrio di origine cervicale.

### 9.1.2 Il controllo della postura e della stabilità dinamica del capo

La misurazione strumentale dei movimenti del corpo in stazione eretta viene effettuata mediante la **stabilometria** (talora definita **posturografia**): il corpo in piedi esercita contro il terreno una pressione che può essere rilevata da piattaforme poste su cellule di carico (Fig. 9.8). Il centro delle forze applicate sul terreno in stazione eretta rappresenta la proiezione a terra del centro di gravità (centro di massa) del soggetto. Questo punto viene definito *Center Of Mass* (COM). Poiché in stazione eretta il soggetto compie delle piccole ma continue oscillazioni, le apparecchiature stabilometriche misurano gli spostamenti della proiezione del centro di massa. La pedana stabilometrica misura il punto di applicazione del vettore forza corrispondente alla reazione vincolare del suolo e rappresenta una media pesata delle pressioni sulla superficie di contatto con il suolo. Tale punto viene detto centro di pressione (*Center Of Pressure*, COP).

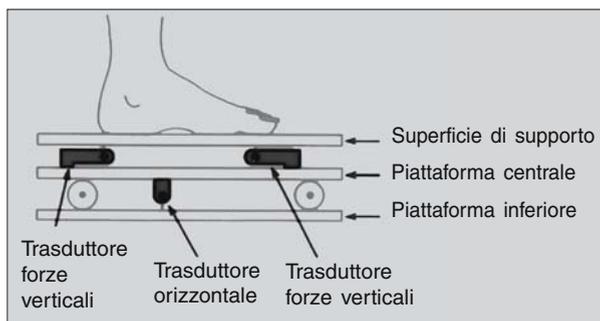
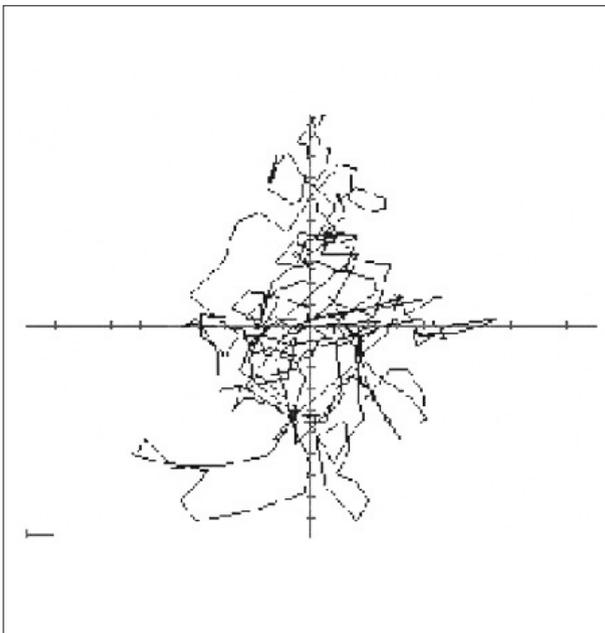


Fig. 9.8 I principi della stabilometria (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS*. Springer-Verlag Italia)

Le due variabili sono da un punto di vista biomeccanico strettamente collegate: il loro significato fisico e le informazioni che possiamo trarre dal loro studio sono diversi. La differenza di significato fisico delle due variabili può essere così riassunta:

- COP: è la manifestazione delle forze agenti sulla caviglia per il mantenimento della postura eretta e fornisce, quindi, un importante strumento per indagare le strategie di controllo e verificare i modelli sperimentali. Non rappresenta il movimento, ma l'entità fisica che lo genera;
- COM: è la posizione del centro di massa del sistema che viene continuamente spostato dalle forze in gioco. Rappresenta il movimento vero e proprio ed è il risultato del movimento del COP.

Le oscillazioni del corpo in piedi con una base ristretta di appoggio (piedi vicini o comunque divaricati di  $30^\circ$  come nella posizione di Barrè) sono assimilabili a quelle di un pendolo con fulcro sulle caviglie, cosiddetto pendolo inverso. Tali oscillazioni sono determinate sia dalle contrazioni ripetute dei muscoli estensori che si oppongono alla forza di gravità, sia dalle perturbazioni indotte dalla respirazione e dalla deglutizione. Le oscillazioni si traducono in una traccia grafica abitualmente definita "gomitolo" (Fig. 9.9). L'ampiezza della superficie dell'insieme delle oscil-



**Fig. 9.9** Le oscillazioni bidirezionali del centro di pressione rilevate dalla pedana stabilometrica sono evidenziate in una traccia grafica. Di questa l'apparecchiatura può calcolare la lunghezza complessiva della traccia, cioè la lunghezza dello spostamento complessivo del CoP nell'unità di tempo della rilevazione, e la superficie dell'oscillazione complessiva. L'ampiezza della superficie è correlabile alla stabilità del soggetto

lazioni nell'unità di tempo dell'esame esprime la stabilità del soggetto. In condizioni normali l'area complessiva del "gomitolo" è generalmente inferiore a 1 cm<sup>2</sup>. La lunghezza del percorso complessivo compiuto dal COP nell'unità di tempo dell'esame, esprime invece l'energia che il soggetto ha impiegato per mantenersi stabile durante la registrazione.

Come nella valutazione clinica della postura, la prova stabilometrica viene eseguita in differenti condizioni:

- occhi aperti e chiusi in appoggio sulla pedana (superficie rigida);
- occhi aperti e chiusi in appoggio su una gomma posta tra i piedi e la pedana;
- con capo retroflesso ed eventualmente anche antero-flesso o ruotato;
- con capo retto ma posizionando dei rulli di cotone tra le arcate dentarie in modo da determinare lo svincolo dell'articolazione temporo-mandibolare.

La combinazione delle differenti registrazioni consente di ricavare informazioni precise su come labirinto, vista, propriocezione, somatoestesi, propriocezione temporo-mandibolare si integrino nel controllo della stazione eretta.

La maggior parte delle pedane misura il risultato dell'appoggio bipodalico come nella pedana standardizzata dall'Associazione francese di Posturologia ([www.pmgagey.club.fr](http://www.pmgagey.club.fr)). Tale strumentazione, nell'ambito dello studio del controllo statico della postura, è forse quella maggiormente utilizzata (in Italia S.Ve.P, [www.amplifon.it](http://www.amplifon.it)). Altre strumentazioni consentono di registrare anche l'appoggio destro e sinistro. La pedana stabilometrica statica più completa e complessa è il sistema Tetrax ([www.sunlight-net.com](http://www.sunlight-net.com)). Consente la registrazione sia dell'appoggio globale del soggetto, sia il contributo dell'appoggio anteriore e posteriore, destro e sinistro (Fig. 9.10). L'aspetto originale è rappresentato dalla possibilità di documentare la sincronizzazione degli appoggi delle punte e dei talloni tra piede destro e sinistro. Si ottengono quindi sofisticate informazioni sul controllo posturale.

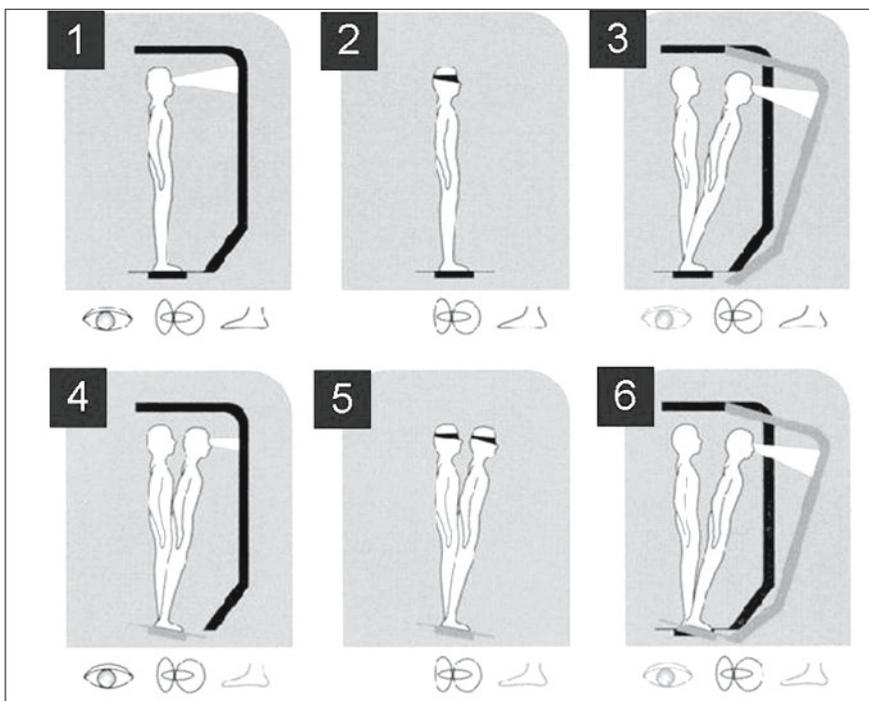
In alcune strumentazioni (EquiTest® di NeuroCom, [www.onbalance.com](http://www.onbalance.com)) (Fig. 9.11), la pedana può inclinarsi o traslare. In tal modo viene eseguita la cosiddetta stabilometria **dinamica**, che registra gli adattamenti del paziente per mantenere la stabilità quando la superficie d'appoggio viene improvvisamente mossa. Questa strumentazione complessa prevede sei test (Fig. 9.12): nei primi tre, la superficie d'appoggio è stabile e il soggetto dapprima sta con gli occhi aperti, poi con gli occhi chiusi e, infine, con gli occhi aperti guardando la parete della cabina della strumentazione, cabina che si sposta in avanti in modo da perturbare il controllo visivo. Nel-



**Fig. 9.10** Pedana Tetrax: è costituita da due pedanine, una per piede, ciascuna delle quali è composta da due semipedanine in modo da poter rilevare in modo indipendente le oscillazioni del CoP della punta e del tallone del piede destro e del piede sinistro



**Fig. 9.11** Pedana stabilometrica dinamica Equi-Test®: è costituita da una pedana, che può trasalire e inclinarsi, e da una cabina che rappresenta l'ambiente visivo. La cabina può inclinarsi (Per gentile concessione di NeuroCom International, Inc.)



**Fig. 9.12** Sequenza delle prove stabilometriche eseguite mediante pedana Equitest. Nelle prime tre prove la pedana è ferma. Nella prova 1 il soggetto mantiene l'equilibrio utilizzando le informazioni visiva, sonatosensoriale e vestibolare. La prova 2 viene eseguita con gli occhi chiusi mentre nella 3 lo spostamento della cabina determina una perturbazione della visione che diviene destabilizzante. Nelle prove 4, 5 e 6 si associa anche l'inclinazione della pedana in modo che anche l'informazione di appoggio venga disturbata e che il paziente utilizzi soprattutto l'informazione vestibolare

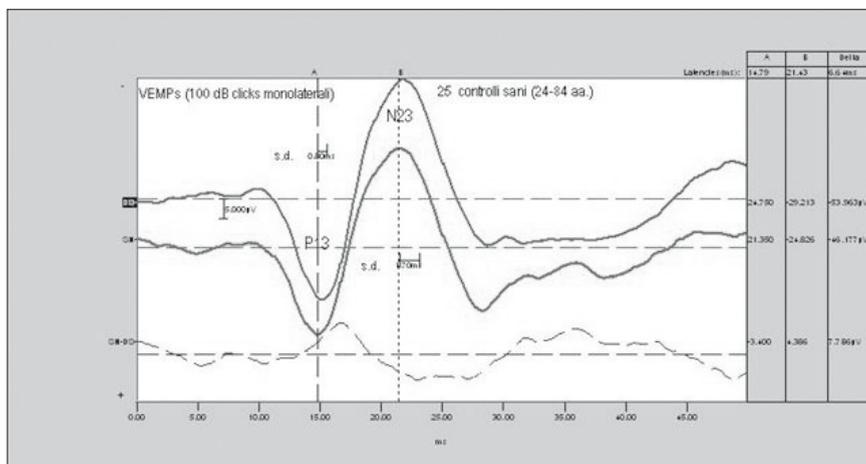
le tre prove successive, alle condizioni precedenti (occhi aperti, chiusi e cabina che si sposta) si associa l'inclinazione del piano di appoggio, in modo da perturbare l'informazione podalica e propriocettiva degli arti inferiori e della caviglia.

Per studiare i riflessi otolito-spinali si utilizzano i “potenziali evocati vestibolari miogeni”, basandosi sul cosiddetto “fenomeno di Tullio”, cioè sulla capacità di stimolazione vestibolare da parte di un suono. Infatti, la stimolazione sonora con *logon* a bassa frequenza (5Hz) è in grado di attivare la via inibitoria vestibolo-spinale omolaterale, attraverso la stimolazione meccanica dei recettori vestibolari del sacculo. È quindi possibile registrare modificazioni dell'attività elettromiografica di superficie di mu-

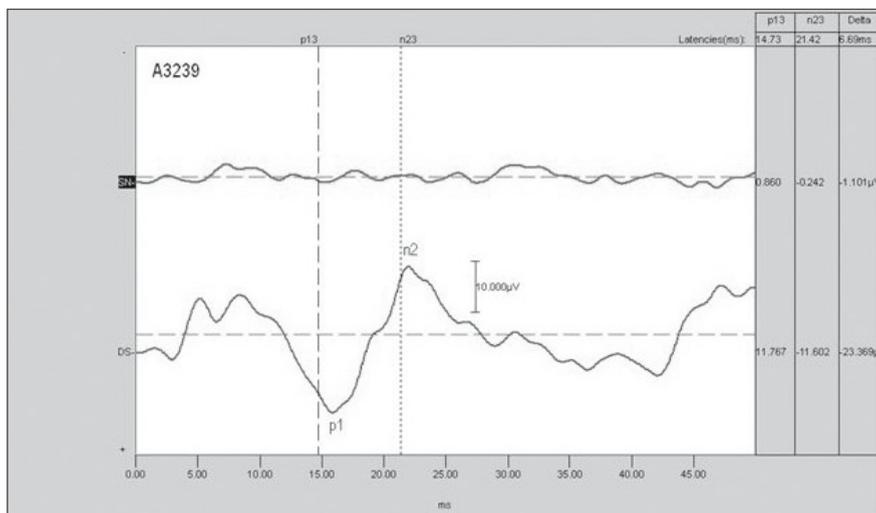
scoli quali lo sterno-cleido-mastoideo, sincrone alla stimolazione. Si utilizzano comuni apparecchiature per lo studio dei potenziali evocati acustici. L'esame è agevole da eseguire. Abitualmente si pone il paziente supino e gli si chiede di tenere la testa sollevata attivamente in modo da porre in contrazione i muscoli sterno-cleido-mastoidei, durante la stimolazione acustica (in sequenze di circa 20 sec ripetute alcune volte, in relazione alla qualità della rilevazione). L'esame è specifico nel documentare la compromissione della via trineuronale sacculo-nervo vestibolare inferiore/nuclei vestibolari/via vestibolo-spinale (Figg. 9.13, 9.14). Tale esame, come vedremo, si dimostra particolarmente utile nella diagnosi differenziale della vertigine posizionale e viene utilizzato anche nel monitoraggio della malattia di Menière.

### 9.1.3 Controllo del cammino

Come abbiamo visto nel capitolo dell'esame clinico, dal punto di vista vestibolare, lo *stepping* (cosiddetto test di Fukuda) rappresenta una modalità semplificata ma accurata per valutare il controllo vestibolare del cammino.



**Fig. 9.13** Potenziali evocati acustici vestibolari miogeni (VEMPs). Tracciato normale da entrambi i lati. Si rileva un'onda bifasica caratterizzata da una deflessione positiva attorno ai 13 msec e quindi definita P13, seguita da un picco negativo attorno ai 23 msec (N23)



**Fig. 9.14** VEMPS normali da un lato (*traccia inferiore*) assenti dall'altro (*traccia superiore*)

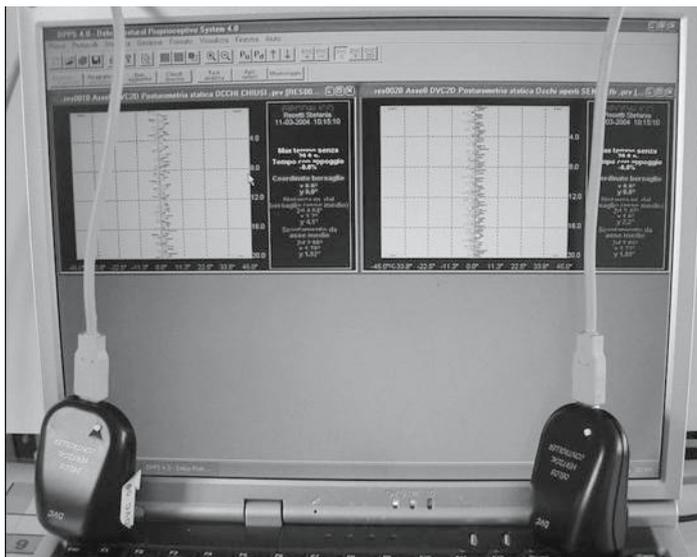
Lo *stepping* certamente rappresenta una semplificazione, ma consente di raccogliere molte informazioni sulla funzione cammino nel suo complesso.

La valutazione del cammino dal punto vista strumentale avviene mediante la **cranio-corpo-grafia (CCG)**. La strumentazione disponibile in commercio è il sistema CMS 70P (Zebris, Tubinga) che consiste nella misurazione della posizione tridimensionale di piccoli ricevitori di ultrasuoni. Si misura la posizione nello spazio di quattro ricevitori a ultrasuoni posizionati su fronte, nuca e spalle. Gli impulsi a ultrasuoni, emessi da una sorgente posizionata di fronte al soggetto, vengono ricevuti ed elaborati. La posizione dei marcatori viene computata sull'intervallo tra l'emissione e la ricezione degli impulsi ultrasonici utilizzati come marcatori. È possibile documentare sia la deviazione (rotazione o traslazione) del cammino, sia le oscillazioni dei due segmenti corporei esaminati, testa e tronco. In tal modo, può divenire un esame specifico per dimostrare l'alterazione del controllo vestibolare del cammino (Fig. 9.15).

L'insieme delle varie fasi che portano dal mantenimento della stazione eretta al cammino, attraverso il controllo della postura in condizioni di destabilizzazione e il controllo dell'appoggio monopodalico, può essere valutato e documentato mediante il Sistema Delos ([www.delos-international.com](http://www.delos-international.com); *Delos Postural Proprioceptive System, DPPS*) che è composto da uno o più lettori posturali (*Delos Vertical Controller, DVC*) (Fig. 9.16).



**Fig. 9.15** Cranio-corpo-grafia digitale ad Ultrasuoni. Sistema Zebris (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS. Springer-Verlag Italia)

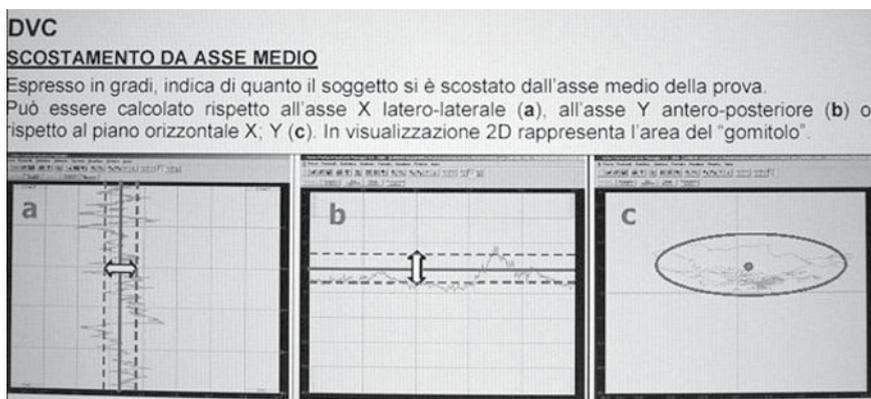


**Fig. 9.16** Sistema Delos (Delos Postural Proprioceptive System). Sono evidenziati i due lettori posturali costituiti da accelerometri bidirezionali (Delos Vertical Controller, DVC). Ciascuno fornisce al PC informazioni relative allo spostamento del segmento cui sono applicati. Le relative tracce grafiche sono evidenziate sullo schermo del PC

Il sistema prevede il posizionamento di un accelerometro sullo sterno (Fig. 9.17) per rilevare gli spostamenti del tronco. Poiché in stazione eretta statica il corpo oscilla come un pendolo inverso con fulcro alle caviglie, le oscillazioni del tronco possono considerarsi correlabili alle oscillazioni del centro di pressione sul terreno. In tal modo, si possono effettuare gli stessi test stabilometrici delle pedane stabilometriche (Fig. 9.18).



**Fig. 9.17** Posizionamento dell'accelerometro DVC sullo sterno per rilevare gli spostamenti del tronco (Per gentile concessione di Dario Riva)

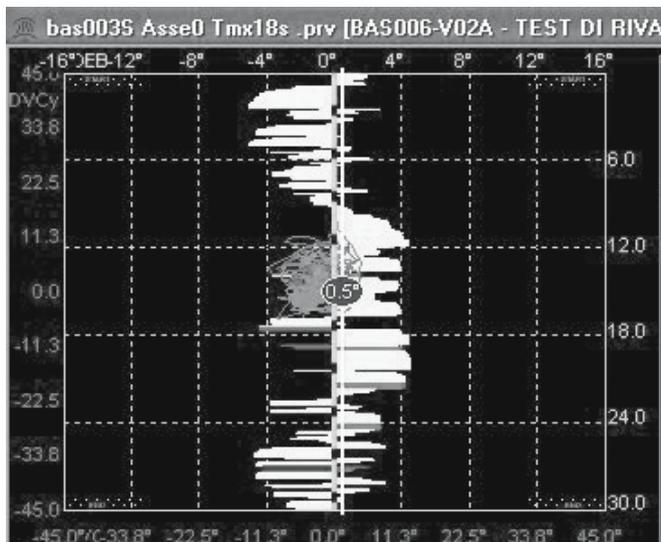


**Fig. 9.18** Il DVC rileva gli spostamenti del tronco nei due assi, X e Y, rispettivamente antero-posteriore (a) e latero-laterale (b). Analogamente alla stabilometria, si può evidenziare un "gomitolo" relativo allo spostamento bidirezionale del tronco (c)

Con il rilevatore posizionato sullo sterno si può eseguire la prova di Uemura. Infatti il presupposto di un controllo efficiente del cammino è la capacità di mantenere il controllo dell'equilibrio monopodalico, la cui documentazione strumentale è nota come test di Riva. Si chiede al paziente di stare per 20 sec dapprima in appoggio monopodalico destro e, quindi, sinistro, prima con occhi aperti e poi con occhi chiusi. Durante la prova, il paziente può eventualmente appoggiarsi a una barra di sicurezza (*Delos Assistant Desk*, DAD), barra che, attraverso un sensore infrarosso, rileverà il tempo in cui è stato necessario l'appoggio per non cadere. La strumentazione registra le oscillazioni latero-laterali e antero-posteriori, in gradi, rispetto all'allineamento verticale di calibrazione e il tempo di autonomia in cui, complessivamente, il paziente non ha dovuto appoggiarsi. Il DAD consente anche al soggetto con bassi livelli di motricità, anziano o con problemi motori, di raggiungere rapidamente e spontaneamente la totale autonomia nel gestire situazioni ad alta instabilità. La barra-sensore a raggio infrarosso fornisce infatti un potenziale punto di appoggio, segnalando il contatto delle mani. Questo *feed-back* istantaneo consente di passare da strategie prevalentemente "precauzionali" a più efficaci strategie di controllo della verticalità, con un *transfert* positivo immediato sulle capacità di movimento.

Nel passaggio dal controllo della postura eretta al controllo del cammino è indispensabile essere in grado di controllare dinamicamente la stazione eretta quando questa venga perturbata. In tal caso, si può associare l'uso di una tavola di Friedman elettronica (*Delos Electronic Board*). Anche la tavola fornisce sul monitor una traccia relativa alle sue oscillazioni. Pertanto, si chiede al soggetto di mantenere l'equilibrio sulla tavola, in appoggio bi- o monopodalico (test di Riva dinamico), controllando via monitor la stabilità del tronco oppure dell'appoggio (Fig 9.19).

Il sistema può essere utilizzato anche per la documentazione della stabilità dinamica cervico-cefalica durante il cammino. In tal caso, si esegue la prova di *stepping*, posizionando un accelerometro anche sul capo (Fig. 9.20). L'apparecchiatura misura simultaneamente le oscillazioni antero-posteriori e latero-laterali dei segmenti testa e tronco. In tal modo, è agevole analizzare con precisione le strategie di controllo della stabilità della testa durante il movimento (Figg. 9.21, 9.22). Eseguendo le prove sia con occhi aperti, sia con occhi chiusi oppure con differenti superfici di appoggio, pavimento o gomma, si può, in analogia con le prove stabilometriche, indagare le interazioni funzionali dinamiche tra vestibolo, vista e propriocezione. Tale metodica è particolarmente utile, ad esempio, nel documentare gli esiti di lesione da colpo di frusta.



**Fig. 9.19** Test di Riva dinamico: il soggetto è in appoggio bi o monopodalico su una tavola basculante di Friedman. Le tracce chiare rappresentano le oscillazioni laterali della tavola causate dall'instabilità del soggetto che cerca di mantenere la stabilità su una superficie instabile. Il gomitolino al centro rappresenta le oscillazioni del tronco rilevate dal DVC. In tal modo si può evidenziare come il soggetto riesca a mantenere stabile il tronco nonostante l'instabilità dell'appoggio



**Fig. 9.20** Posizionamento del secondo DVC sul capo (Per gentile concessione di Dario Riva)

La registrazione simultanea dei dati provenienti da tutti gli strumenti permette una misura oggettiva dello stato funzionale del soggetto. L'abbinamento di alcuni test consente inoltre di avere un quadro funzionale completo. I valori di riferimento forniti automaticamente dal software sono differenziati per classi di età e consentono quindi di comparare il livello funzionale del soggetto con un campione di soggetti sani della stessa età.

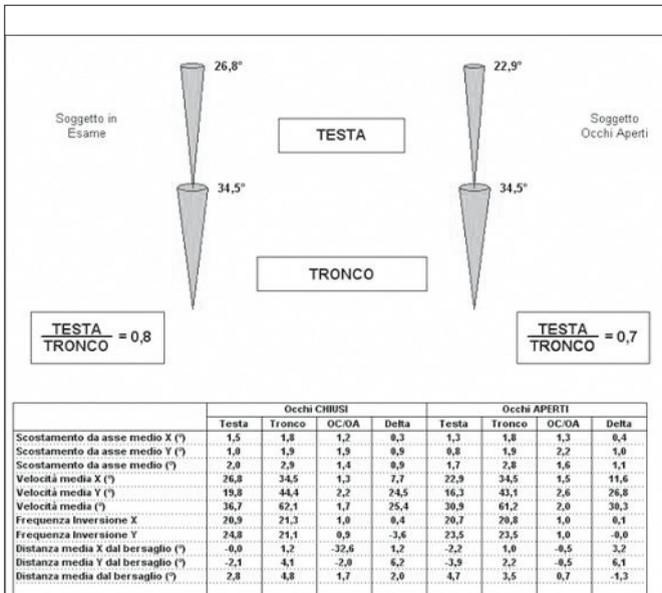


Fig. 9.21 Rappresentazione grafica delle oscillazioni della testa (cono superiore) e del tronco (cono inferiore) durante le prove di stepping con occhi chiusi. Prova normale: le oscillazioni della testa sono inferiori a quelle del tronco e il rapporto di stabilità testa/tronco è inferiore all'unità. A sinistra i risultati del paziente, a destra il riferimento normativo

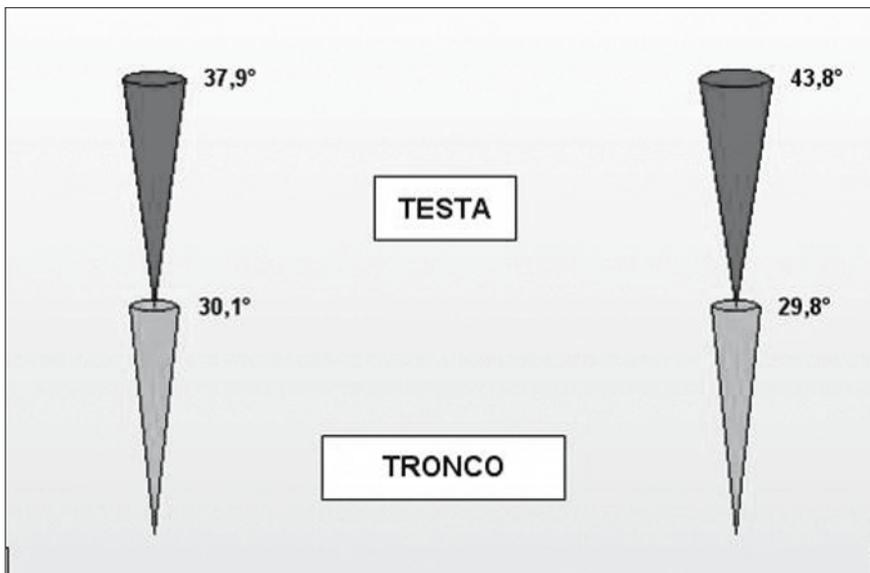


Fig. 9.22 Rappresentazione grafica delle oscillazioni della testa (cono superiore) e del tronco (cono inferiore) durante le prove di stepping con occhi chiusi (a sinistra) e con occhi aperti (a destra). Prova patologica: le oscillazioni della testa sono superiori a quelle del tronco e il rapporto di stabilità testa/tronco è superiore all'unità, soprattutto con occhi aperti

## 9.2 Studio diagnostico dei TSA e insufficienza vertebro-basilare (IVB)\*

Lo *stroke*, noto anche come ictus ischemico, è una patologia in notevole sviluppo a causa dell'aumento della durata della vita. Nel mondo occidentale e sulla base di diversi lavori, i decessi sono provocati nel 7-10% dei casi. L'80% circa di questi ictus sono di tipo ischemico e il restante di tipo emorragico.

L'evento premonitore dello *stroke* è universalmente riconosciuto come TIA (*Transitory Ischemic Attack*). In percentuale, circa 2/3 dei TIA e degli *stroke* derivano da patologie del territorio carotideo ed 1/3 a quello vertebro-basilare.

L'incidenza di questi eventi subisce una duplicazione per circa ogni decade di vita partendo dai 45 anni, per divenire significativa dopo i 65 anni. L'uomo appare lievemente più soggetto con un rapporto 1,3 a 1,0 rispetto alla donna. Certi studi epidemiologici, come il Framingham, che negli USA è spesso preso come riferimento, concludono che il 40% dei TIA è seguito da uno *stroke*.

L'incidenza di questi negli USA è di 156 nuovi casi ogni 100.000 abitanti, con il 30-50% di casi che ha avuto episodi di TIA in precedenza. L'incidenza dei TIA vertebro-basiliari risulta essere di 32 casi su 100.000 abitanti per anno contro i 107 abitanti/anno dei TIA carotidei. Normalmente la prognosi dei TIA vertebro-basilare è benigna; tuttavia nei casi più gravi l'evoluzione è verso lo *stroke*. Generalmente, a differenza di quanto accade per lo *stroke* carotideo, si tratta di infarti lacunari, di piccole dimensioni, circoscritti e profondi.

I meccanismi coinvolti nella patogenesi dell'insufficienza cerebrovascolare sono di tipo trombo-embolico oppure emodinamico.

Il meccanismo trombo-embolico resta la spiegazione principale nella genesi delle ischemie cerebrali per quanto riguarda il distretto carotideo. Viceversa, per quanto concerne il distretto vertebro-basilare il meccanismo tromboembolico è piuttosto raro. Il materiale embolico, di provenienza da una placca ostiale ulcerata o dalla succlavia prevertebrale stenotica, percorre la vertebrale sino a raggiungere l'arteria basilare, fino alla sua diramazione in una o entrambe le arterie cerebrali posteriori. Le localizzazioni infartuanti sono il cervelletto e i lobi occipitali. Le occlusioni intracraniche, se sono compensate dalla vertebrale controlaterale, hanno scarse conseguenze neurologiche.

Il meccanismo emodinamico si instaura per progressivo aumento di volume della placca aterosclerotica fino alla stenosi serrata e riduzione del lume

---

\*Pietro Maria Bavera, Servizio di Diagnostica Vascolare - Riabilitazione Angiologica IRCCS "S. Maria Nascente", Fondazione "Don Carlo Gnocchi", Milano

vasale all'80% o superiore. L'occlusione della carotide interna si presenta solitamente alla biforcazione o al sifone, mentre sedi preferenziali di occlusione del circolo posteriore coinvolgono l'origine della vertebrale oppure i primi due o tre centimetri della basilare dopo la fusione delle vertebrali.

Per quanto riguarda il circolo anteriore, il meccanismo emodinamico d'infarto ischemico è piuttosto infrequente (5-10% dei casi), mentre è alla base della maggior parte degli infarti dipendenti dal circolo posteriore, cioè il meccanismo patogenetico principale dell'**insufficienza vertebro-basilare (IVB)**.

Perché si instauri un'IVB emodinamica è necessario che si verifichino alcune condizioni anatomiche, quali una stenosi emodinamicamente significativa di entrambe le vertebrali oppure una lesione analoga di una vertebrale dominante, con controlaterale aplasia o ipoplasia, e terminante nella cerebellare postero-inferiore (senza quindi formare la basilare). Altri fattori ancora sono quelli che "isolano" il sistema vertebro basilare da quello carotideo. Lesioni associate importanti degli assi carotidei e anomalie congenite del poligono di Willis (ipoplasia o assenza di una o entrambe le comunicanti posteriori).

---

### 9.2.1 Insufficienza vertebrobasilare

L'insufficienza cerebrovascolare emisferica legata alla patologia carotidea è oggi un'entità distinta e definita. Non altrettanto si può dire della sindrome ischemica da insufficienza vertebrobasilare (IVB). Il termine IVB si deve a Denny Brown con la prima descrizione nel 1953 di un accesso ischemico transitorio (TIA) del territorio vertebrobasilare come manifestazione principale.

Svariate sono le motivazioni delle difficoltà dello studio dell'IVB:

- **dati anatomici** legati a variazioni o anomalie di sviluppo del sistema vertebrobasilare o del circolo encefalico e alle connessioni anastomotiche;
- **dati fisiologici** per cui il sistema vertebrobasilare ha quantitativamente poca importanza nell'economia della irrorazione cerebrale, ma ha grande potenzialità in caso di ostruzione specie a livello del circolo anteriore;
- **clinica**: i sintomi di IVB sono ancora dibattuti, inoltre, in molti casi non vi è chiara correlazione tra quadro clinico e lesioni angiografiche. Le ischemie pontine da trombosi della basilare sono note per la loro alta mortalità, mentre poco si conosce di analoghi quadri dipendenti da le-

sioni vertebrali generalmente considerati a prognosi benigna;

- **diagnostica:** accanto alla riconosciuta difficoltà nel porre diagnosi con metodiche non invasive, specie se confrontata con l'attendibilità che queste possiedono nell'esame degli assi carotidei, vi è la riluttanza a giustificare e a eseguire esami angiografici in portatori di IVB, compresi quelli colpiti da ictus pontini, per timore di complicanze e, soprattutto, perché spesso non vi è indicazione chirurgica.

**Anatomicamente** l'arteria vertebrale origina dalla succlavia come sua prima ramificazione, alla base del collo, nel settore superiore del mediastino. Si dirige cranialmente fino a divenire intracranica, dopo aver oltrepassato il *foramen magnum*, riunendosi con l'arteria controlaterale per dare origine all'arteria basilare.

La sua lunghezza è di circa 25 cm. mantenendo diametro massimo compreso tra 3 e 6 mm.

Generalmente le arterie vertebrali non hanno diametro equivalente: la vertebrale sinistra, definita "dominante", è nel 45-50% dei casi di diametro maggiore rispetto alla controlaterale. Solo nel 20% circa dei casi è dominante la destra e nel 30% circa non vi è asimmetria di calibro.

Va fatto notare che l'arteria basilare nasce dalla vertebrale dominante, mentre la minore, soprattutto quando ipoplasica, confluisce direttamente nell'arteria cerebellare postero-inferiore omolaterale e, in tal caso, l'arteria cerebrale posteriore omolaterale origina dalla carotide interna.

Nel 10% circa dei casi, si nota ipoplasia monolaterale, 6% circa per la vertebrale destra e 4% circa per la vertebrale sinistra. La presenza di un'agenesia completa con vertebrale unica è riscontrata nel 3-6% dei casi.

Generalmente l'arteria vertebrale viene divisa in quattro segmenti riconoscibili come segue:

- **V1.** Dal margine postero-superiore della succlavia fino a C6, cioè all'immissione nel canale osseo costituito dall'allineamento dei *foramina trasversaria* dei processi trasversi delle prime sei vertebre cervicali. V1 si estende per 3-5 cm., libero da connessioni, con tendenza all'elongazione e all'ingincocciamento (*kinking*) per evitare trazioni sulla succlavia col movimento del collo, segmento arterioso relativamente più fisso. Il progressivo innalzamento dell'arco aortico con l'età favorisce ulteriormente tali condizioni.
- **V2.** Dal processo trasverso di C6 a quello di C2 con decorso all'interno del canale vertebrale delle apofisi traverse. L'arteria contrae qui rapporti di fissità, tramite bande fibrose, con i dispositivi ossei che possono, se deformati da processi artrosici, esercitare compressioni estrinseche, al pari di protrusioni discali.

- **V3.** La vertebrale da C2 curva lateralmente e quindi medialmente intorno a C1 fino a penetrare nella membrana atlanto-occipitale. Segmento orizzontale, non perfettamente simmetrico rispetto al controlaterale, mobile, sinuoso per permettere gli ampi movimenti del capo sul rachide cervicale, è particolarmente esposto ai traumi.
- **V4.** Dalla membrana atlanto-occipitale attraverso il *foramen magnum* prosegue con decorso intracranico, fino a riunirsi con la vertebrale controlaterale nella formazione dell'arteria basilare a livello del solco bulbo-protuberale. Questa è l'unica situazione in cui due grandi arterie confluiscono anziché dividersi in collaterali.

Da segnalare, come possibili varianti anatomiche, che in circa il 50% della popolazione normale, il poligono di Willis, massimo circolo anastomotico fra territori carotidei (anteriori) e vertebrobasilare (posteriori) è anatomicamente e funzionalmente incompleto. Nel 25% circa delle persone normali è presente un'ipoplasia o agenesia di una o di entrambe le arterie comunicanti posteriori e spesso tale condizione si associa, oltre che a ipoplasia o agenesia vertebrale, anche alla persistenza di arterie embrionali (arteria trigeminale degli adulti, arteria ipoglossa), costituenti anastomosi carotido-vertebrali anomale ma, in termini di compenso emodinamico, di notevole importanza funzionale.

Le **anastomosi** extracraniche si riscontrano con rami della succlavia attraverso collaterali muscolari e radicolari, con rami della carotide esterna mediante branche muscolari suboccipitali provenienti dall'arteria occipitale oppure tramite rami meningei; anastomosi vertebro-vertebrali per mezzo di rami metamericici e muscolari. Il circolo anastomotico suboccipitale fra le branche muscolari dell'arteria vertebrale, della carotide esterna e delle branche cervicali della succlavia può essere ipertrofico in caso di aplasia o ostruzione prossimale dell'arteria vertebrale, maggiormente se concomita l'obliterazione della carotide interna. Questo circolo, allora, garantisce la pervietà della vertebrale distale e dell'arteria basilare con funzione protettiva del circolo endocranico, avendo analogia col circolo orbitario interposto fra carotide interna ed esterna.

Le anastomosi intracraniche si osservano con la confluenza delle due vertebrali, la connessione col circolo anteriore tramite il poligono di Willis e le arterie comunicanti posteriori.

Il **territorio di distribuzione** delle arterie vertebrali e dell'arteria basilare prevede l'irrorazione del midollo cervicale con le relative radici spinali, di un'ampia sezione del bulbo o midollo allungato, di ponte, cervelletto, parte del lobo occipitale e di quello temporale, talamo e parte del peduncolo e dell'ipotalamo.

## 9.2.2 Eziologia delle lesioni vertebrobasilari

L'aterosclerosi costituisce il principale fattore eziopatogenetico di insufficienza vertebrobasilare e cerebrovascolare extracranica. La lesione aterosclerotica si localizza tipicamente all'origine dell'arteria vertebrale (placca ostiale) solitamente come estensione di una lesione succlavia. Essa si prolunga per 2-3 mm. in V1. La placca aterosclerotica è fibrosa, liscia, compatta, raramente ulcerata ed emorragica. Data la natura della malattia aterosclerotica non sono infrequenti la bilateralità delle lesioni e l'associazione con analoghe stenosi od occlusioni a livello delle biforcazioni carotidiche. Altre localizzazioni aterosclerotiche sono, in ordine di frequenza, V4 (associate a lesioni dell'arteria basilare e dei suoi rami) e V2 (dopo trattamenti di radioterapia). Il segmento V3 è generalmente risparmiato.

L'arteria vertebrale può accusare conseguenze da traumi, essendo questi 1-2% dei danni vascolari dei TSA. Un ematoma laterocervicale in V2 è in grado di occludere il vaso per compressione. In seguito a un trauma, frammenti ossei o vere e proprie dislocazioni dei segmenti fratturati possono non solo comprimere il vaso ma anche lacerarlo o trombizzarlo.

L'arteria vertebrale è particolarmente soggetta a compressioni estrinseche, permanenti o transitorie (intermittenti, posizionali o posturali). Esse sono in V1 il ganglio stellato, in V2-V3 le aderenze tra avventizia e periostio di ogni forame trasversario, in V3-V4 le connessioni alla membrana atlanto-occipitale. Le compressioni estrinseche che compaiono in età avanzata sono riconducibili a fattori acquisiti (prevalentemente da patologia cervicale), mentre le lesioni che appaiono in età giovanile sono correlabili prevalentemente ad anomalie congenite.

L'artrosi cervicale, particolarmente la proliferazione osteofitica dei processi uncinati, esercita la principale compressione estrinseca su V2. Le sedi più colpite sono a livello di C4-C5 e C5-C6. La compressione interviene nello spazio intertrasversario e può provocare o una stenosi serrata della vertebrale o una sua temporanea occlusione durante la rotazione del collo, o del capo, omolateralmente. In caso di cervicoartrosi, l'arteria vertebrale generalmente compressa dalla rotazione del capo è quella omolaterale al movimento. Se si associa la compressione estrinseca omolaterale e quella fisiologica controlaterale a livello di V2 può intervenire un quadro clinico manifesto, sia pur intermittente e temporaneo. Frequentemente sono presenti le associazioni di compressioni radicolari attraverso i forami di coniugazione o midollari o la presenza di ernie discali.

Compressioni estrinseche in V3-V4 sono rare se non eccezionali, in genere per anomalie congenite.

### 9.2.3 Diagnosi di IVB

La diagnosi di IVB, oltre che per la complessità del quadro clinico, presenta non poche difficoltà legate a vari fattori. Molti portatori di lesioni steno-occlusive delle vertebrali sono del tutto asintomatici per il buon compenso emodinamico ad opera dei circoli collaterali e delle connessioni anastomotiche normalmente presenti fra circolo carotideo e vertebro-basilare e tra le vertebrali stesse, tramite la basilare.

Di fronte a un paziente tipo che si presenti con vertigini, sintomi neurologici focali, sincope, disturbi bilaterali della visione con diplopia, *drop attack* e cefalea, si impone come primo atto la raccolta di un'anamnesi accurata. Con essa si dovranno indagare i fattori di rischio di aterosclerosi, pregressi traumi cranici e/o cervicali, la presenza di cervicoartrosi, di malformazioni congenite note, precedenti terapie radianti e altri ancora. In particolare si dovranno esaminare singolarmente e, successivamente, in maniera contestuale tutti i sintomi descritti.

Sulla base del solo quadro clinico nessuna relazione causa-effetto fra stenosi o occlusione vertebro-basilare e sindrome da IVB può essere stabilita se non si eliminano altre entità cliniche quali potenziali fattori causali. Ne deriva la necessità di una corretta diagnosi differenziale e della collaborazione di più specialisti.

L'indagine diagnostico-strumentale dell'insufficienza cerebro-vascolare si sviluppa in tre livelli di valutazione: diagnostica non invasiva, diagnostica invasiva, diagnostica per immagini.

Nell'eseguire un esame diagnostico strumentale assume fondamentale importanza interpretare correttamente il concetto di stenosi e capire quando questa sia realmente significativa. Una stenosi viene ritenuta e definita "emodinamicamente significativa", quando è presente una riduzione del lume al 70% e oltre rispetto al diametro normale. Il grado di stenosi deve essere quantificato valutando il lume anche in sezione trasversale, oltre che longitudinale, poiché il grado di stenosi ha importanza maggiore della sua estensione nel modificare il flusso.

In questa fase ha importanza fondamentale la diagnostica non invasiva che comprende vari esami. Una radiografia, in tre proiezioni, della colonna cervicale permette di definire un quadro di cervicoartrosi, di valutare la presenza di deviazioni e/o rettilineizzazioni, eventuali deformazioni dei singoli segmenti ossei e consente di studiare la morfologia dei forami di coniugazione. Questo studio è indispensabile in caso di traumi e di lesioni congenite. Fondamentali sono la TAC, ma soprattutto la AngioRM, sempre con mezzo di contrasto e, quando possibile, la ricostruzione cere-

brale delle immagini in 3D. Questo per escludere lesioni tumorali, atrofie diffuse e per valutare la presenza di emorragie o di aree infartuate della fossa cranica posteriore. A livello del midollo, tali indagini sono utili per evidenziare ernie discali responsabili di compressioni estrinseche.

### Esame ecoDoppler

La diagnostica non invasiva dei tronchi sovraaortici (TSA) è entrata di prepotenza tra le indagini di *routine*, creando di riflesso una situazione confusa attorno alle indicazioni e soprattutto a referti variabili, talvolta persino discordanti tra loro nel breve e medio tempo. L'indagine diagnostico-strumentale vascolare più comune da alcuni anni è un insieme dello studio del flusso ematico e l'aspetto morfologico dei vasi osservati nel loro contesto anatomico. L'indagine ecoDoppler (dal fisico austriaco Johann Christian Doppler), racchiude le due caratteristiche richieste: permette lo studio della **flussimetria** del sangue all'interno delle arterie prese in esame e fornisce le informazioni sull'**aspetto endoluminale e parietale**, nei vari segmenti osservati. Le due informazioni possono essere distinte oppure complementari. L'associazione ecografica all'indagine con la flussimetria ha ormai preso piede stabile da circa 15 anni con lo sviluppo di apparecchi sempre più sofisticati in cui è stato inserito il terzo aspetto iconografico, il **colore**. Per convenzione e per dovere di giusta lettura degli esami, si deve specificare che in *rosso* sono esaminati i vasi arteriosi o centrifughi dal cuore e in *blu* i rami venosi o di ritorno verso "la pompa naturale".

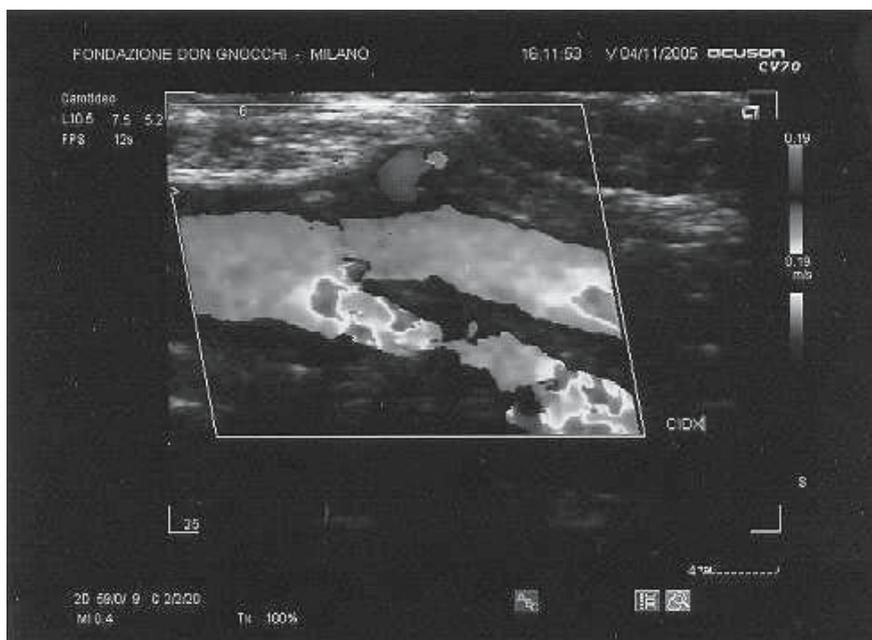
Questa descrizione potrà sembrare estremamente semplice e banale ma proprio per questa ragione sono possibili errori di valutazione laddove in realtà conta forse l'ultimo e più importante fattore: *l'esperienza dell'operatore*.

Il clinico esperto è in grado di distinguere la carotide interna dall'externa, di riconoscere una placca e la sua struttura morfologica e di quantificarne la stenosi con buona approssimazione già solo dall'ascolto flussimetrico e dall'interpretazione del tracciato grafico, quando questo è disponibile. L'operatore è considerato "esperto", quando raggiunge circa 3.000 esami diagnostici/anno sommati per diversi anni e, inoltre, è preferibilmente specialista in patologie vascolari. All'esame ecoDoppler spetta un ruolo preminente e preliminare nello studio dell'IVB e pertanto esso è divenuto un metodo di indagine costante. La valutazione deve ovviamente comprendere tutti i vasi dei TSA. Lo studio delle arterie vertebrali, per fattori anatomici di scarsa accessibilità e spesso per la scarsa collaborazione del paziente stesso, può risultare piuttosto indaginoso.

La metodica di *routine* richiede l'utilizzo di ecoDoppler, con diverse tonalità cromatiche (quindi ecoColor Doppler) e sonda preferibilmente lineare tarata per lo studio di parti piccole e relativamente superficiali, quali appunto le arterie del circolo carotideo e vertebrale.

Lo studio dei TSA è ovviamente mirato al circolo extracranico, per valutare la morfologia del flusso ematico che varia da un'arteria all'altra, l'aspetto anatomico (Fig. 9.23-9.25) anche in relazione alla componente muscolare o elastica delle pareti del vaso, la presenza e valutazione delle placche e la morfologia delle placche.

Come sempre accade, l'indagine è prevalentemente *operatore dipendente* dove l'esperienza, basata soprattutto sul riscontro clinico e/o intraoperatorio moltiplicato per il numero di esami eseguiti negli anni, non è *macchina dipendente*. Infine, ma di fondamentale importanza, l'esecutore d'esami diagnostici strumentali deve capire o sapere cosa cercare. Per questo serve capacità interpretativa dei sintomi descritti dal paziente e della richiesta specifica del medico richiedente l'esame.



**Fig. 9.23** Rappresentazione ecoColor Doppler della carotide comune destra e della biforcazione



**Fig. 9.24** Rappresentazione EcoColor Doppler della vertebrale sinistra con un caratteristico kinking



**Fig. 9.25** Rappresentazione EcoColor Doppler della vertebrale sinistra il cui flusso diminuisce con rotazione del capo (prova dinamica)

Utilizzando un apparecchio ecocolor Doppler con sonda da 7.5-10 MHz, col paziente supino, si esplora il segmento V1 ponendo la sonda in prossimità del tubercolo di Chassaignac, prominenza dell'apofisi traversa di C6.

Più frequentemente, il punto esplorato è quello retromastoideo V3, nello spazio di Tillaux, con la sonda posta 1 cm. circa sotto e dietro la mastoide e posteriormente al capo occipitale dello sternocleidomastoideo, dove la vertebrale curva per aggirare la massa laterale dell'atlante per raggiungere il forame occipitale. Il paziente è sempre in posizione supina ma col capo moderatamente ruotato dalla parte opposta e con la sonda quindi orientata all'interno, in alto e in avanti in direzione dell'orbita opposta (Fig. 9.24).

L'arteria vertebrale non si può comprimere fino all'annullamento del flusso, a differenza della vicina occipitale. Il timbro del suono è piuttosto cupo e può risultare profondo, anche se questo particolare è fortemente dipendente anche dalla struttura del collo che si va a esplorare. Caratteristiche sono le "immagini alternate" dell'arteria vertebrale, poiché essa si trova a essere nascosta a ogni suo inserimento nel processo trasverso della vertebra.

Utilizzando sempre o quando la conformazione del collo lo consente, lo spazio di Tillaux come repere per l'esecuzione dell'esame, si può eseguire lo studio dell'arteria anche sotto movimento dinamico della testa oppure del tronco mantenendo, in questo caso, la testa ferma (Fig. 9.25).

L'indagine ecoDoppler dinamico delle vertebrali è in genere positivo in caso di patologia della colonna cervicale, spesso accertata anche radiologicamente, e comportante compressione estrinseca che si manifesta soprattutto eseguendo movimenti di iperestensione ed extrarotazione del capo. I sintomi lamentati dai pazienti sono frequentemente vertigini accompagnate da nausea, instabilità alla deambulazione e acufeni.

Particolare attenzione andrà posta al termine dell'indagine, che richiederà sempre cautela e comunque capacità di adattamento alla tolleranza dei movimenti dinamici, in quanto il paziente può accusare malessere e tutta una sequela di disturbi fino al vomito. Il paziente dovrà essere avvertito anticipatamente di questa possibilità proprio per non scatenare possibili reazioni incontrollate o di panico. È superfluo dire che questo tipo di procedura deve essere affidato a medici esperti e soprattutto adeguatamente rapidi nell'esecuzione.

**Il circolo del distretto cocleare** (Fig. 9.26) è probabilmente il più recente capitolo del mondo talvolta misterioso non solo delle vertigini, ma anche delle sordità improvvise e soprattutto degli acufeni, prevalentemente posizionali.

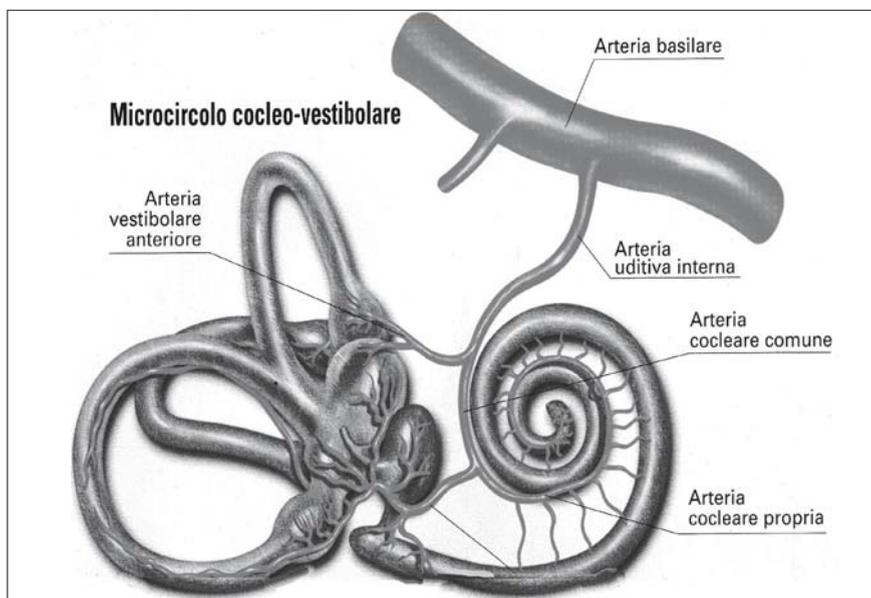


Fig. 9.26 Anatomia e complessità del circolo cocleo-vestibolare

Le nuove sonde ecografiche e le opportunità di taratura che ci arrivano dagli ecocolorDoppler di ultima generazione ci permettono di andare a esplorare vasi piccoli come appunto quelli dell'orecchio interno. È particolarmente curioso vedere come la flussimetria di questo distretto sia variabile con il cambio di postura della testa e come si trovi frequentemente riscontro tra l'accelerazione del flusso e "i rumori" avvertiti dai pazienti (Fig. 9.27, 9.28).

Le possibili informazioni ricavate sono preziose per lo specialista ORL: questo dimostra quanto la diagnostica strumentale vascolare dei TSA si stia allontanando dall'indagine di *routine*, per avvicinarsi sempre più al microcircolo e alle possibili terapie correlate alle patologie delle vertigini, degli acufeni e dell'ipoacusia.

### 9.3 Imaging del temporale\*

Sino a pochi anni fa l'unica tecnica di studio del temporale era la Tomografia Computerizzata (TC). Per quanto tuttora essa rappresenti una metodica assai valida per lo studio di alcune patologie di questa regione, l'avvento della Risonanza Magnetica (RM) ha modificato radicalmente l'ap-

\*Simin Livian & Toufic Khouri, Servizio di Radiologia, Policlinico di Monza



Fig. 9.27 Arteria del circolo cocleare. Caratteristica curvatura anatomica di un vaso regolarmente perfuso

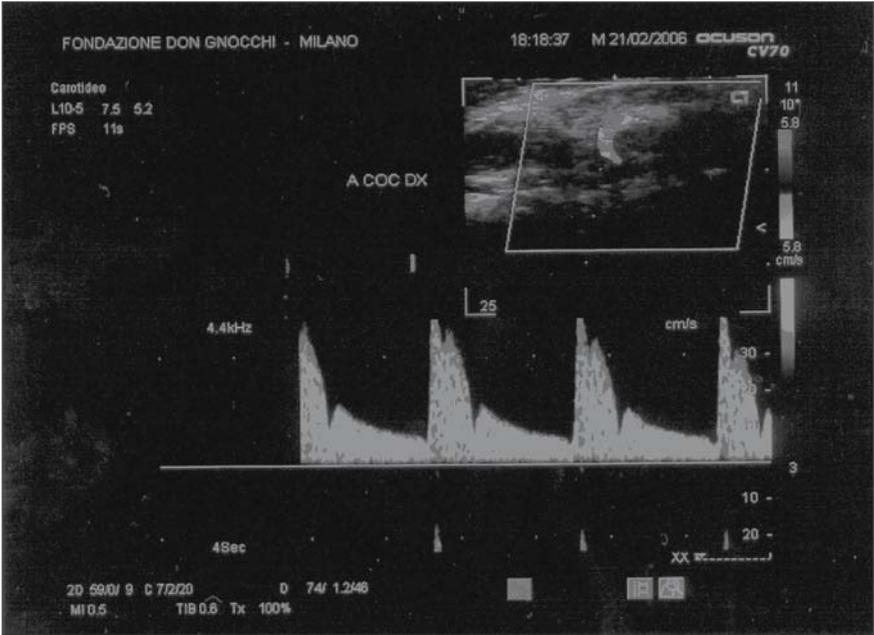
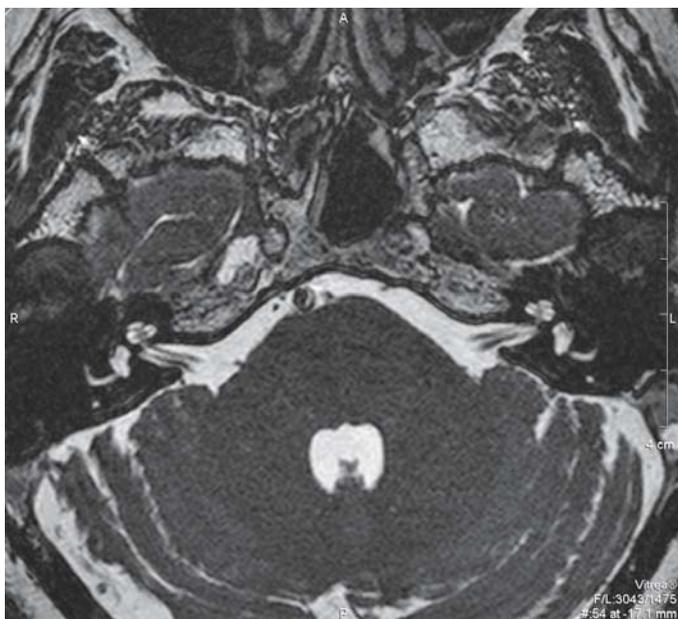


Fig. 9.28 Arteria del circolo cocleare e tracciato di valida flussimetria

proccio diagnostico alla maggior parte delle patologie del temporale. In particolare, l'utilizzo di nuove tecniche ad alto campo magnetico (e specificamente le acquisizioni volumetriche che permettono di ottenere sezioni submillimetriche) fa sì che attualmente sia la RM l'esame di prima scelta nello studio della maggior parte delle patologie dell'orecchio interno.

Per la valutazione dell'orecchio interno (tumori dei nervi cranici, labirintiti, emorragie labirintiche, malformazioni ecc.) come si è detto, è raccomandabile l'utilizzo di apparecchiature RM ad alto campo magnetico (1.5 Tesla) e di tecniche 3D che permettono ricostruzioni a strato ultrasottile (dell'ordine di mezzo millimetro) nei diversi piani dello spazio. Per esempio, con la tecnica 3D-CISS (Fig. 9.29) si ottiene un'ottima risoluzione di contrasto tra i nervi cranici e il *liquor* da un lato, e tra le strutture del labirinto membranoso e l'osso dall'altro, con la possibilità inoltre di ottenere ricostruzioni MIP (*Maximum Intensity Projection*) e tridimensionali dei canali semicirculari.

Un'altra importante evoluzione tecnica degli apparecchi di RM è la possibilità di eseguire sequenze angiografiche (angio-RM), con particola-



**Fig. 9.29** Sequenza volumetrica CISS. Ottimo contrasto tra i fasci nervosi del pacchetto acustico-facciale ed il liquor nella cisterna ponto-cerebellare e nel canale acustico interno

re riguardo ai conflitti neurovascolari. È sempre più comune, infatti, il riscontro di patologie interessanti i nervi cranici (e in particolare il VII e l'VIII), per conflitto con strutture arteriose o venose. Le sequenze *Time-Of-Flight* (TOF) sono attualmente le più utili per la diagnosi di tali patologie, poiché consentano di visualizzare contemporaneamente le strutture vascolari e il parenchima nervoso.

La TC mantiene ancora un posto di rilievo in alcune specifiche condizioni (colesteatomi, fistole labirintiche, deiscenza dei canali semicirculari), patologie per le quali rimane una metodica insostituibile.

Valutiamo ora l'utilizzo delle metodiche *imaging* nello studio delle diverse strutture anatomiche del temporale e delle loro principali patologie.

---

### 9.3.1 Orecchio medio

Le patologie più frequenti che colpiscono l'orecchio medio sono le infiammazioni. L'impiego della TC è da tempo una metodica consolidata con l'utilizzo di immagini a strato sottile con algoritmo dedicato all'osso (tecnica cosiddetta "ad alta definizione").

L'avvento delle nuove macchine TC e in particolare delle *multislice* ha permesso un notevole affinamento di tale metodica, con la possibilità di ottenere ottime immagini dell'orecchio anche a strati submillimetrici.

Nella valutazione dei colesteatomi la TC è la metodica di prima scelta con ottima definizione degli elementi ossiculi, del muro della loggetta e del tegmen. Essa infatti permette di evidenziare l'erosione di tali strutture ed eventuali fistole labirintiche conseguenti all'erosione della parete ossea che separa la cassa timpanica dal canale semicircolare laterale.

La RM trova impiego nei colesteatomi erodenti il tegmen con invasione della fossa cranica media. In questi casi molto utile è l'utilizzo del mezzo di contrasto che evidenzia l'*enhancement* del rivestimento durale e l'eventuale compressione sul parenchima cerebrale.

---

### 9.3.2 Labirinto membranoso

Le nuove tecniche di RM ad alto campo magnetico permettono un'ottima visualizzazione dei diversi giri della coclea, del vestibolo, dei canali semicirculari e del sacco endolinfatico. A tale scopo, si utilizzano le tecniche 3D che permettono ricostruzioni multiplanari con ottima risoluzione del labirinto membranoso (Fig. 9.30).



**Fig. 9.30** Ricostruzione con tecnica Maximum Intensity Projection del labirinto membranoso. Ottima visualizzazione della morfologia e del segnale della coclea, del vestibolo e dei canali semicirculari

Le patologie più frequenti che colpiscono il labirinto sono le labirintiti. Allo studio RM la diagnosi è relativamente semplice nelle labirintiti in fase acuta, in cui si osserva spesso presa di contrasto di parte o di tutto il labirinto. Spesso le labirintiti hanno una componente emorragica che si manifesta chiaramente in RM sotto forma di iperintensità nelle sequenze T1-pesate.

Nelle fasi successive vi è una obliterazione fibrosa del labirinto, che si manifesta con perdita della regolare iperintensità del fluido labirintico nelle sequenze T2-pesate.

Il limite della RM è la visualizzazione delle calcificazioni e pertanto, nella diagnosi delle labirintiti ossificanti, è indispensabile lo studio TC che identifica più facilmente le aree calcifiche.

### 9.3.3 Deiscenza dei canali semicirculari

La deiscenza del canale semicircularare è una causa di vertigini e/o nistagmo particolare, determinata dalla deiscenza del punto più craniale del ca-

nale semicircolare superiore (eminenza arcuata); può essere congenita o conseguente a traumi.

La TC è la metodica di prima scelta avendo la possibilità, con la tecnica ad alta definizione, di ottenere immagini a strato sottile sul piano coronale.

---

### 9.3.4 Strutture nervose

Anche nella valutazione dell'VIII nervo cranico (statoacustico o vestibolococleare) l'utilizzo delle tecniche 3D ha apportato enormi vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali.

In particolare, le sequenze pesate in T2 permettono di delineare in maniera precisa le diverse componenti del nervo (n. vestibolococleare e le sue tre branche: n. cocleare, n. vestibolare inferiore e n. vestibolare superiore) grazie al netto contrasto tra il segnale delle strutture nervose e quello del liquor nella cisterna ponto-cerebellare e nel condotto uditivo interno.

I neurinomi dell'VIII n. cranico sono così facilmente evidenziabili, anche per il netto *enhancement* contrastografico di questi tumori.

---

### 9.3.5 Conflitti neuro-vascolari

Lo studio dei conflitti neuro-vascolari è stato nettamente avvantaggiato dalle tecniche 3D ed angio-RM. I conflitti avvengono tra strutture vascolari arteriose o venose e il nervo vestibolo-cocleare nella cisterna ponto-cerebellare.

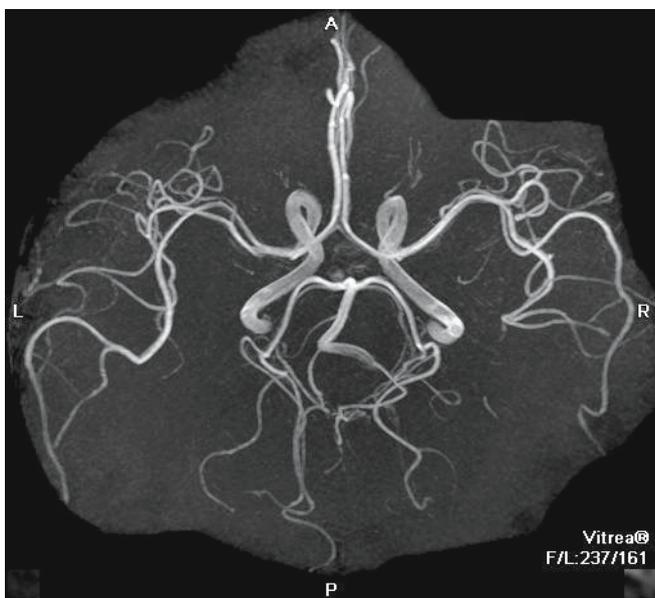
La simultanea visualizzazione di vasi e nervi è una prerogativa della RM: vengono utilizzate tecniche volumetriche T2-pesate a strato submillimetrico, che permettono un'ottima definizione sia del nervo sia delle strutture vascolari (Fig. 9.31).

L'angio-RM permette un'ulteriore distinzione tra arterie (visibili in condizioni basali) e vene (visibili solo dopo iniezione di mdc) (Fig. 9.32).

In conclusione, si può affermare che l'*imaging* del temporale si è arricchito negli ultimi anni di nuove tecniche sia TC che RM che hanno migliorato notevolmente le possibilità diagnostiche in una regione particolarmente complessa a causa delle piccole dimensioni di molte delle sue strutture anatomiche. Ciò ha permesso diagnosi sempre più precoci ed accurate, con conseguente miglioramento anche dell'approccio terapeutico.



**Fig. 9.31** Ripartizione assiale di studio angio-RM TOF. Si visualizzano contemporaneamente le strutture vascolari e quelle nervose, con possibilità di evidenziare eventuali conflitti neuro-vascolari. Ben evidente il loop dell'AICA intorno al pacchetto acustico-facciale di sinistra



**Fig. 9.32** Angio-Rm TOF. Ben evidenti il poligono di Willis e il circolo posteriore

# Bilancio funzionale e diagnosi di trattamento

Alla conclusione del percorso diagnostico si deve essere in grado di valutare quali siano le caratteristiche del paziente in esame, di trarre cioè un bilancio funzionale. Tale bilancio deve concludersi con la diagnosi di trattamento specifica per il singolo paziente. In questo capitolo riassumeremo i principali aspetti clinici da considerare per il bilancio funzionale e la diagnosi di trattamento. È comunque importante ricordare che quanto riportato si riferisce a delle linee generali basate principalmente su elementi clinici che ogni medico può rilevare nel corso della visita. Tuttavia, in relazione alle caratteristiche specifiche del paziente, bilancio funzionale e diagnosi di trattamento si devono integrare con la diagnosi eziopatogenetica. Tale integrazione compete al medico che si farà carico della cura e che completerà quindi il percorso diagnostico con le indagini strumentali che riterrà adeguate al singolo caso.

Ricorderemo i principali quesiti che ci si deve porre di fronte ad un paziente con vertigine riassumendo gli aspetti più significativi relativi a ciascun quesito.

### - Vertigine o disequilibrio?

#### VERTIGINE

- sensazione simile alla giostra;
- ny in posizione primaria e/o;
- ny con le manovre di posizione e/o;
- ny da scuotimento del capo;
- ny evocato da stimolo vibratorio.

#### DISEQUILIBRIO

- sensazione simile alla barca;
- oscillazioni in Romberg;
- strategie scorrette in risposta alle spinte;
- incapacità a seguire la mira tenendo fermi gli occhi su di essa;
- ny presente o assente;
- strategia prevalente di caviglia.

- **La vertigine è di tipo posizionale?**
  - Vertigine evocata posizionando il paziente su un fianco oppure in decubito supino;
  - posizionando il paziente secondo la manovra di Dix-Hallpike o di Semont (v. Capitolo 17) compaiono vertigine e ny posizionale con latenza, esauribilità e soprattutto affaticabilità con la ripetizione della manovra.
  
- **La compromissione funzionale riguarda prevalentemente i recettori canalari?**
  - Presenza di ny in posizione primaria e sua netta accentuazione con scuotimento del capo;
  - ny evocato dallo stimolo vibratorio della mastoide;
  - asimmetria nel test di rotazione impulsiva del capo (HTT o test di Halmagyi);
  - caduta nel test di Romberg omolaterale al lato deficitario e quindi dal lato opposto a quello del ny spontaneo o del ny da scuotimento del capo;
  - netto peggioramento della stabilità nella prova a occhi chiusi sulla gomma;
  - incapacità a mantenere l'appoggio monopodalico dal lato leso spesso anche con occhi aperti;
  - rotazione dello *stepping* omolaterale al lato deficitario e quindi dal lato opposto a quello del ny spontaneo o del ny da scuotimento del capo;
  - asimmetria dell'allineamento posturale.
  
- **La compromissione funzionale riguarda prevalentemente i recettori vestibolari maculari e propriocettivi?**
  - Assenza di ny spontaneo e da scuotimento del capo;
  - presenza di ny evocato dalla stimolazione vibratoria sub-occipitale ma non mastoidea;
  - fastidio ma non vertigine nei cambi posturali spesso senza preferenzialità di lato;
  - lateropulsione nella prova di Romberg con lieve peggioramento nella prova sulla gomma;
  - scorrette strategie di risposta alle spinte;
  - incapacità a mantenere l'appoggio monopodalico con occhi chiusi, senza preferenzialità di lato;
  - scorretto controllo della stabilità del capo nelle risposte alle spinte

- e/o nel cammino;
- irregolarità dei movimenti di inseguimento lento.
- **Il rachide è coinvolto nella genesi della sintomatologia?**
  - Netto peggioramento della stabilità nella prova di retroflessione del capo, anche con occhi aperti;
  - incapacità di seguire una mira ruotando il capo senza muovere gli occhi;
  - fastidio (*dizziness*) senza franca vertigine con i movimenti del capo, soprattutto di rotazione;
  - asimmetrie funzionali nei movimenti del capo nella prove di valutazione clinica;
  - DIM a carico delle zone transizione;
  - prevalenza della strategia di caviglia.
- **Sono presenti segni sospetti di compromissione delle strutture del sistema nervoso centrale?**
  - Ny posizionale verso il basso oppure;
  - ny presente con manovre di posizionamento da entrambi i lati oppure;
  - ny posizionale che non si esaurisce ripetendo più volte la stessa manovra;
  - grossolane alterazioni dei movimenti oculari di inseguimento (inseguimento saccadizzato o interciso);
  - dismetrie alle prove indice-naso;
  - netta retropulsione in Romberg;
  - *stepping* con base allargata, atassico.

La Tabella 10.1 riassume i principali aspetti della funzione vestibolare nell'ottica di un programma terapeutico, sia esso fisico, riabilitativo o farmacologico, cioè la cosiddetta diagnosi di trattamento.

---

## 10.1 Quantificazione dei disturbi dell'equilibrio

Per seguire l'andamento della terapia è necessario quantificare l'intensità della sintomatologia e le ripercussioni delle vertigini o dei disturbi di equilibrio sulla situazione funzionale complessiva.

Il sistema più semplice è la scala analogica visiva (*Visual Analogue Scale*, VAS). Come per altri sintomi quali il dolore, si chiede al paziente di segnare su una linea di dieci cm il "livello" soggettivo della sintomatologia.

**Tabella 10.1.** Diagnosi di trattamento. Scheda riassuntiva dell'analisi funzionale vestibolare in previsione del programma terapeutico

Abilità funzionali	Grado di valutazione		
Stabilizzazione dello sguardo	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>
Stabilizzazione del capo	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>
Controllo della postura eretta			
Appoggio monopodalico	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>
Strategie anticipatorie	Valide <input type="checkbox"/>	Parziali <input type="checkbox"/>	Compromesse <input type="checkbox"/>
Strategie prevalenti	Bacino <input type="checkbox"/>	Caviglia <input type="checkbox"/>	
Cammino	Valido <input type="checkbox"/>	Traslato <input type="checkbox"/>	Ruotato <input type="checkbox"/>
Orientamento spaziale	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>
Mobilità del rachide			
Cranio-cervicale	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>
Cervico-dorsale	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>
Dorso-lombare	Valido <input type="checkbox"/>	Parziale <input type="checkbox"/>	Compromesso <input type="checkbox"/>

Quando la sintomatologia è ricorrente o quando si visita il paziente dopo un lungo periodo di tempo dall'episodio acuto si può utilizzare una VAS "relativa": si chiede al paziente di segnare la sintomatologia attuale in relazione all'intensità dell'episodio acuto.

La scala più utilizzata che valuta nel suo complesso l'impatto delle vertigini è la *Dizziness Handicap Inventory* (DHI). È una scala autosomministrata, costituita da 36 domande che indagano gli aspetti fisici, funzionali ed emozionali. A ciascuna domanda il paziente può rispondere in tre modi differenti (sì, no, qualche volta). A ciascuna risposta viene attribuito un punteggio, maggiore è il punteggio finale, maggiore è l'impatto della sintomatologia sulla situazione complessiva del paziente.

Una versione ridotta ma comunque statisticamente validata è riportata in Tabella 10.2. La DHIsf è costituita da 13 domande con due sole possibili risposte (sì, no) e viene attribuito un punto a ogni risposta affermativa. Anche per la DHIsf, maggiore è il punteggio finale, maggiore è l'impatto della sintomatologia sulla situazione complessiva del paziente.

Per la quantificazione dei disturbi dell'equilibrio nel loro complesso, soprattutto dal punto di vista motorio si possono utilizzare le note scale di Tinetti e di Berg. Tesio e coll. hanno integrato queste scale in una nuova, denominata Equiscale (Tabella 10.3). Si tratta di una scala di valutazione che viene compilata dall'esaminatore e indaga la funzione di equilibrio dinamico in varie situazioni. Per ogni condizione sono previste tre possibilità. A ciascuna viene attribuito un punteggio: maggiore è il punteggio finale, minore è la disabilità.

Nel paziente anziano la vertigine ed i disturbi dell'equilibrio possono causare cadute. Per la quantificazione del rischio di caduta si può utilizzare il questionario *Falling Risk Inventory* (Tabella 10.4, Cesarani e coll., 1998). La FRI è costituita da 32 domande con due sole possibili risposte (sì, no) e viene attribuito un punto ad ogni risposta affermativa: maggiore è il punteggio finale, maggiore è la probabilità di caduta.

**Tabella 10.2.** Dizziness Handicap Inventory short form (DHI<sub>sf</sub>) (Tesio, Alpini, Cesarani et al, 1999)

Lo scopo del questionario seguente è quello di raccogliere informazioni che valutino l'impatto complessivo dei disturbi dell'equilibrio ( <i>dizziness</i> ). Il paziente deve rispondere SÌ a ciascuna domanda se nell'ultimo mese si è trovato nella situazione descritta. Ogni risposta affermativa vale 1 punto. Maggiore sarà il punteggio, maggiore sarà l'impatto funzionale del disequilibrio	SÌ	NO
1. Alzare lo sguardo le aumenta i sintomi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ha ridotto i suoi viaggi di lavoro o di piacere?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ha difficoltà a sdraiarsi o ad alzarsi dal letto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ha difficoltà nel leggere?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. I movimenti rapidi della testa le danno fastidio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Evita i luoghi alti (dislivelli, piani alti, scale...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Voltarsi nel letto le peggiora o provoca i sintomi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Le è divenuto difficile fare una passeggiata da sola/o?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Camminare su un marciapiede le peggiora i sintomi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ha difficoltà a camminare nella sua casa al buio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ha paura a stare in casa da sola/o?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Si sente depressa/o?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Piegarsi peggiora i suoi sintomi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabella 10.3. Equiscale (Tesio et al, 1997)

L'esaminatore valuti se e in che misura il paziente è in grado di compiere i compiti di equilibrio dinamico proposti. Per ogni possibilità è previsto un punteggio. Maggiore sarà il punteggio finale, migliore sarà la capacità funzionale di equilibrio nel suo complesso

#### 1. Passaggio da seduto a in piedi

- è in grado di alzarsi in piedi, senza l'uso delle mani (2 punti)
- è in grado di alzarsi in piedi solo dopo vari tentativi o con l'uso delle mani (1 punto)
- ha bisogno di aiuto per alzarsi in piedi (0 punti)

#### 2. Stare in piedi ad occhi chiusi e braccia conserte

- è in grado di rimanere in piedi per almeno 20 secondi (2 punti)
- è in grado di rimanere in piedi per almeno 5 secondi (1 punto)
- riesce a rimanere in piedi meno di 5 secondi (0 punti)

#### 3. Stare in piedi a piedi uniti, capo esteso e occhi chiusi

- è in grado di rimanere in piedi per almeno 30 secondi (2 punti)
- è in grado di rimanere in piedi per almeno 10 secondi (1 punto)
- è in grado di rimanere in piedi per meno di 10 secondi (0 punti)

#### 4. Spingersi in avanti con le braccia per 25 cm

Il soggetto deve tenere le braccia sollevate orizzontalmente e deve raggiungere un punto posto dall'esaminatore 25 cm davanti alle mani (per esempio un foglio di carta). Non deve spostare i piedi ma può piegare ginocchia e caviglie. Deve quindi ritornare alla posizione di riposo.

- è in grado di spingersi in avanti per almeno 25 cm (2 punti)
- è in grado di spingersi in avanti per almeno 10 cm (1 punto)
- è in grado di spingersi in avanti per meno di 10 cm (0 punti)

#### 5. Raccogliere una penna da terra

Il soggetto deve essere in grado di raccogliere una penna che l'esaminatore gli ha posto a 30 cm di fronte ai piedi. Deve tenere i piedi uniti e ritornare poi alla posizione di partenza.

- è in grado di raccogliere l'oggetto da terra al primo tentativo (2 punti)
- è in grado di raccogliere l'oggetto solo dopo un tentativo fallito (1 punto)
- non riesce a raccogliere l'oggetto (0 punti)

#### 6. Spinte

Il soggetto deve mantenere la stazione eretta senza appoggio tenendo i piedi uniti. L'esaminatore applica delle leggere spinte sullo sterno per tre volte in 15 secondi, con intervalli regolari.

- è in grado di stare in piedi opponendosi alle spinte (**2 punti**)
- è in grado di stare in piedi, ma cade o deve spostare i piedi 1 o 2 volte (**1 punto**)
- cade o sposta i piedi tutte e tre le volte (**0 punti**)

#### **7. Ruotare di 360°**

Il soggetto deve ruotare su se stesso compiendo un giro completo, prima verso destra e poi, dopo circa 5 secondi, verso sinistra, senza appoggio. Il paziente può mantenere una distanza libera tra i piedi. Ciascuna prova deve essere eseguita in meno di 4 secondi.

- è in grado di eseguire entrambe le rotazioni (**2 punti**)
- esegue solo una rotazione in 4 secondi o più oppure non esegue rotazioni in entrambe le direzioni in meno di 4 secondi (**1 punto**)
- non esegue alcuna rotazione (**0 punti**)

#### **8. Tandem**

Il soggetto deve mantenere la stazione eretta senza appoggio per almeno 15 secondi, tenendo i piedi allineati l'uno dietro l'altro. Il tallone del piede anteriore deve essere a livello della punta del piede posteriore. Trasversalmente i piedi distano tra loro 5 cm. La prova viene eseguita sia con il piede destro avanti al sinistro sia viceversa.

- è in grado di rimanere in piedi per almeno 15 secondi (**2 punti**)
- è in grado di rimanere in piedi per almeno 15 secondi in una sola delle prove (**1 punto**)
- è in grado di rimanere in piedi per almeno 5 secondi in entrambe le prove (**1 punto**)
- è in grado di rimanere in piedi per meno di 5 secondi (**0 punti**)

Tabella 10.4. Falling Risk Inventory (Cesarani, Alpini, Tesio, 1998)

Lo scopo di questo questionario è quello di raccogliere informazioni che possano valutare il rischio di una caduta accidentale. Il paziente deve rispondere sì o no a ciascuna domanda. Ogni risposta affermativa vale 1 punto. Maggiore sarà il punteggio finale maggiore sarà il rischio di caduta	SÌ	NO
1. Inciampa sui gradini delle scale?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. I rumori forti la fanno sobbalzare?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Passa più di sei ore nella giornata davanti alla televisione?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Necessita abitualmente di un accompagnatore per camminare?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Le creano disagio gli spazi aperti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Le gira la testa quando urina al mattino dopo la notte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ha dolori ai piedi quando cammina con difficoltà ad appoggiarli?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Quando cammina fa fatica a vedere per terra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Soffre di disturbi di pressione?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Le creano disagio i luoghi affollati?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ha dolori alle articolazioni delle gambe quando cammina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Abitualmente dopopranzo, nel pomeriggio, rimane in casa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Soffre di mal di testa improvvisi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ha problemi di masticazione?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ha una vita solitaria o comunque ristretta all'ambito familiare?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Le capita di rovesciare oggetti accidentalmente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Ha difficoltà o paura a fare il bagno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Soffre di cuore?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Fa fatica a scendere le scale?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Le tremano le mani?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Usa scarpe con la suola di gomma?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Usa diuretici?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Le gira la testa quando va di corpo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Al mattino deve rimanere seduto qualche istante sul letto prima di mettersi in piedi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Quando si guarda intorno deve muovere la testa lentamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Passa la maggior parte del tempo in casa seduto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Ha la sensazione di svenire quando sta in piedi per un po' di tempo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Al mattino deve alzarsi lentamente dal letto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Ha difficoltà ad allacciarsi le scarpe stando in piedi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Ha difficoltà a vestirsi stando in piedi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Le fanno male le gambe quando cammina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. In casa usa le ciabatte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## **PARTE TERZA**

### **Terapia**

# Rieducazione vestibolare

Come abbiamo visto nei precedenti capitoli, l'organizzazione basilare dell'equilibrio prevede la capacità di integrare simultaneamente e/o sequenzialmente, in funzione della situazione o del compito motorio, cinque aspetti principali:

1. capacità di regolare i movimenti degli occhi in relazione ai movimenti della testa, in modo da percepire stabile l'immagine visiva dell'ambiente circostante;
2. capacità di mantenere la postura eretta, cioè di regolare il tono dei muscoli antigravitari estensori in modo da opporsi alla forza di gravità;
3. capacità di proiettare il corpo nell'ambiente circostante (cammino, corsa, salto), passando sequenzialmente da una condizione di equilibrio statico (postura ortostatica) a una successiva condizione di equilibrio statico attraverso una fase di disequilibrio controllato (passo);
4. capacità di stabilizzare la testa durante il movimento del corpo in modo da mantenere stabile la percezione dell'orizzonte;
5. capacità di ottimizzare le funzioni neurovegetative respirazione e circolazione in relazione alla posizione del corpo nello spazio.

La rieducazione vestibolare è una tecnica basata su esercizi fisici, guidati da un terapeuta oppure autogestiti, volti a recuperare le funzioni deficitarie sulla base dei meccanismi neurofisiologici coinvolti nel recupero funzionale di una lesione vestibolare.

---

## 11.1 Recupero funzionale

La lesione vestibolare acuta è un buon modello per spiegare i principali processi neurofisiologici coinvolti nel ripristino della funzione. La sua evoluzione è stata ampiamente studiata negli animali e può essere suddivisa schematicamente in differenti fasi:

- stadio critico, immediatamente dopo la lesione, l'animale mostra severi sintomi di disequilibrio comprendenti un nistagmo spontaneo rapi-

do, deviazione della testa e deviazione del passo in circolo, verso il lato lesio;

- stadio acuto, è caratterizzato da un recupero parziale ma rapido delle asimmetrie;
- stadio compensatorio: il recupero funzionale dell'animale diviene massimale;

La durata di ciascun periodo dipende dalla specie come pure il livello di recupero raggiunto. Il recupero funzionale avviene per mezzo di differenti fenomeni:

- la restituzione, cioè riparazione completa del danno dopo una lesione temporalmente limitata;
- l'adattamento, cioè la modificazione della sensibilità dei recettori periferici da parte del SNC. In tal modo il sistema vestibolare può adattarsi a condizioni alterate, sia fisiologiche, sia patologiche. In questo caso, un paziente con una lesione persistente riacquista uno stato normale o quasi normale. La prima definizione di adattamento può essere applicata in stretto senso fisiologico: cambiamento della risposta durante l'applicazione di uno stimolo, ad esempio un'accelerazione prolungata, con successiva diminuzione della risposta labirintica. Questo tipo di adattamento in neurofisiologia si definisce anche affaticamento ed è caratterizzato da un declino della risposta che si sviluppa lentamente. Esso aumenta con l'intensità dello stimolo e progredisce indefinitamente nel tempo. La seconda definizione è più ampia: i messaggi mandati dagli organi di senso al tronco cerebrale sono progressivamente soppressi in modo evitare che raggiungano i centri superiori. Un esempio di adattamento sono i piloti di aereo, soprattutto militari, che divengono "insensibili" alle stimolazioni roto-acceleratorie cui vengono continuamente sottoposti sia in laboratorio sia in volo;
- l'assuefazione, cioè la riduzione dell'intensità e della durata delle reazioni vestibolari soggettive, provocate da ripetute esposizioni a una situazione di conflitto sensoriale come ad esempio la vertigine e la nausea da mal di mare. L'assuefazione è un fenomeno centrale di apprendimento negativo: viene inibita la percezione degli stimoli sensoriali che non hanno significato per il controllo dell'equilibrio o che sono dannosi per l'individuo;
- il compenso, cioè l'utilizzo di fenomeni complementari che si sovrappongono alle funzioni di equilibrio compromesse. La base neurofisiologica è la plasticità neuronale. In questo caso, il danno provocato dalla lesione continua a esistere ma la funzione nel suo complesso è pressoché normale. Il compenso include quei fenomeni che causano uno

squilibrio delle risposte vestibolo-oculomotorie e vestibolo-spinali provocate da una lesione vestibolare acuta. Il compenso consiste nella scomparsa delle asimmetrie (statiche e dinamiche) nelle risposte oculari e spinali. In molti casi vengono richieste interazioni sostitutive da parte dei sistemi visivo e propriocettivo. Il compenso è un fenomeno di apprendimento positivo, in quanto non inibisce una risposta sensoriale come nel caso dell'assuefazione, ma al contrario, a livello delle strutture centrali valorizza le informazioni sensoriali residue soprattutto visive e propriocettive. Il fenomeno prevede un riordino e un riapprendimento sensomotorio che implica l'attività di molte strutture integrative del SNC.

Il compenso vestibolare porta a differenti livelli di recupero, recupero essenzialmente dovuto all'integrazione di differenti livelli sostitutivi:

- la sostituzione sensoriale, con la quale il movimento del soggetto è identico a quello di prima della lesione, ma utilizza un differente arrangiamento sensoriale per rilevarne le caratteristiche;
- la sostituzione funzionale, con la quale i meccanismi neuronali sottesi al movimento vengono cambiati, ma ancora appartengono al sottosistema senso-motorio abitualmente utilizzato dal soggetto (riorganizzazione);
- la sostituzione comportamentale, con la quale il sistema nervoso richiama nuovi comportamenti motori che non appartengono al repertorio abituale (ristrutturazione).

La conoscenza dei fenomeni di recupero che seguono una lesione del sistema dell'equilibrio è fondamentale per programmare un corretto trattamento rieducativo. Dal punto di vista riabilitativo, l'evoluzione della lesione può essere interpretata come stadi del danno:

- danno primario: la lesione che induce l'insorgenza dei sintomi;
- danno secondario: le modificazioni patologiche dei sistemi di compenso;
- danno terziario: la cronicizzazione dei fenomeni adattativi patologici.

Il trattamento deve essere rivolto a limitare il danno primario (abituamente mediante i farmaci), ridurre il danno secondario ed evitare il danno terziario.

Possiamo semplificare il decorso della malattia che porta a vertigine e disequilibrio ipotizzando che i fenomeni sopra descritti agiscano separatamente e indipendentemente gli uni dagli altri.

Il primo meccanismo che segue ad una lesione vestibolare è l'adattamento, che agisce attraverso l'inibizione internucleare rivolta a ridurre l'attività dei nuclei vestibolari dal lato sano. Se consideriamo il compenso

a livello vestibolare, le fibre commissurali svolgono un ruolo importante, specialmente per il compenso dinamico. L'influenza del labirinto sano sui nuclei deafferentati avviene attraverso le fibre commissurali che sono il mezzo naturale di influenza reciproca tra i due lati. Un altro meccanismo precoce è l'influenza inibitoria del cervelletto che viene considerato una sorta di "prima linea di difesa" e che porta al *reset* a zero, requisito preliminare per i successivi processi di ricalibrazione. Questa fase viene attivata dai segnali di retroazione.

La seconda fase è la ricalibrazione, che richiede modificazioni della calibrazione dei sottosistemi. Spesso si associa a fenomeni di assuefazione. L'inibizione vestibolare viene aiutata dal primo fenomeno compensatorio: la sostituzione sensoriale. In particolare, la visione è criticamente importante per acquisire e mantenere il recupero di un riflesso vestibolo-oculomotore anormalmente ridotto a causa di una lesione vestibolare unilaterale. Esperimenti sul gatto hanno dimostrato che il buio rallenta il recupero della corretta posizione della testa che, dopo emilabirintectomia, rimane ruotata dal lato lesa. Anche gli animali già compensati, se posti al buio, ripresentano fenomeni di perdita del compenso. La visione fornisce un'informazione sensoriale che vicaria quella vestibolare deficitaria. Questo presuppone un aumento di sensibilità dei neuroni dei nuclei vestibolari ai cambiamenti rapidi dell'ambiente. La sostituzione sensoriale si basa sulla legge della ridondanza. Il sistema dell'equilibrio è un sistema polisensoriale. In tal modo, un deficit dell'informazione vestibolare può essere compensato riducendo la fisiologica inibizione delle informazioni cervicali o di altre vie propriocettive oppure aumentando le informazioni visive sui nuclei vestibolari. La scelta di quale informazione sensoriale utilizzare per compensare la perdita vestibolare si basa sulla preferenzialità individuale.

L'ultima fase è quella della riorganizzazione del sistema dell'equilibrio. La legge è quella dell'equifinalità, cioè la sostituzione comportamentale. Le informazioni sensoriali, l'attività dei nuclei vestibolari, le uscite motorie e in generale gli schemi senso-motori, vengono riorganizzati per permettere la stessa funzione: l'equilibrio. La riorganizzazione strutturale porta a un recupero totale o parziale della funzione e coinvolge cambiamenti strutturali plastici oppure un riarrangiamento globale funzionale delle reti neuronali, che vengono considerati generalmente come i principali processi sottostanti agli adattamenti comportamentali nel momento in cui si riesce a raggiungere un cambiamento tale dell'organizzazione senso-motoria definibile come *ristrutturazione*, in cui la modificazione comportamentale è radicale.

## 11.2 Rieducazione vestibolare

La rieducazione vestibolare ha origine dai lavori di Sir Cawthorne, otorinolaringoiatra, e Mr. Cooksey, fisioterapista, che, dopo la II Guerra Mondiale, standardizzarono e pubblicarono un protocollo di esercizi di movimento della testa o del corpo volti al recupero dell'equilibrio dei soggetti affetti da esiti di trauma cranico o sottoposti a interventi neurochirurgici. Dopo circa 30 anni di oblio, Dix e Hallpike riproposero il protocollo estendendo le indicazioni ai pazienti affetti da vertigine da lesioni periferiche quali labirintiti purulente, neuriti virali, lesioni vascolari. In Tabella 11.1 sono riportati gli esercizi tradizionali del protocollo di Cawthorne-Cooksey.

Il protocollo di Cawthorne-Cooksey prevede esercizi che stimolano le informazioni visive, propriocettive e vestibolari. Gli esercizi sono finalizzati a raggiungere:

1. adattamento funzionale alla sintomatologia con riduzione della soglia di attivazione delle reazioni di allarme e di difesa;
2. formazione di modelli di rappresentazione interna, cioè un processo cognitivo attraverso il quale il paziente apprende cosa aspettarsi, in termini sintomatologici, dai propri comportamenti motori;
3. apprendimento dei limiti, processo cognitivo attraverso il quale il paziente apprende quale comportamento motorio sia sicuro in relazione alle proprie capacità di controllo vestibolare;
4. ricalibrazione sensoriale, processo cognitivo attraverso il quale il paziente impara a vicariare la sensorialità vestibolare persa o comunque alterata ottimizzando le informazioni visive e propriocettive.

Sono previste tre sedute al giorno di almeno cinque minuti ciascuna, per un periodo di 1-3 mesi, da svolgersi a casa e delle sedute settimanali da svolgere in ambulatorio, singolarmente oppure in gruppo, sotto la guida di un terapeuta. Gli esercizi vengono suddivisi in serie da eseguire a letto, seduti, in piedi (in gruppo) e in marcia (in gruppo). Sono necessarie diligenza e perseveranza.

Nessun esercizio richiede fatica fisica; tutti gli esercizi, però, necessitano di attenzione e concentrazione. È comunque opportuno indossare abbigliamento e calzature comode.

Nei casi in cui la vertigine sia prevalentemente provocata dai movimenti del capo o del corpo o da cambiamenti di posizione, per esempio girandosi nel letto oppure alzandosi dalla poltrona, Norrè ha proposto un protocollo finalizzato all'assuefazione, cioè alla progressiva diminuzione della sintomatologia, ripetendo più volte i movimenti che provocano la vertigine: *Vestibular Habituation Training* (VHT).

Tabella 11.1. Protocollo di Cawthorne Cooksey

**A letto**

- a. Movimenti degli occhi, prima lenti poi più rapidi
  1. su e giù
  2. da un lato all'altro
  3. fissazione di un dito che si muove da circa 30 cm a 1 mt, allontanandosi e avvicinandosi
- b. Movimenti della testa, prima lenti e poi più rapidi, dapprima con gli occhi aperti, poi con gli occhi chiusi
  1. flesso-estensione
  2. rotazione da un lato all'altro

**Seduti (in gruppo)**

- a. Movimenti degli occhi e della testa come da supino
- b. Mobilizzazione e circonduzione delle spalle
- c. Piegarsi in avanti per raccogliere un oggetto a terra, sollevandolo poi sopra la testa

**In piedi**

- a. Movimenti degli occhi, della testa e delle spalle come da seduti
- b. Passare da seduto a in piedi dapprima con gli occhi aperti e poi con gli occhi chiusi
- c. Passare una piccola palla da una mano all'altra, al di sopra del livello degli occhi
- d. Passare una piccola palla da una mano all'altra dietro le ginocchia
- e. Passare da seduto a in piedi, girarsi e ritornare seduto

**In movimento (in gruppo)**

- a. In cerchio attorno a una persona che lancia una palla grande a un'altra che poi la rimanda alla persona in centro
- b. Camminare avanti e indietro prima con gli occhi aperti poi chiusi
- c. Camminare avanti e indietro prima con gli occhi aperti poi chiusi, su un piano inclinato
- d. Salire e scendere un gradino prima con gli occhi aperti poi chiusi
- e. Qualsiasi gioco che comporti spostamenti bruschi, rapidi arresti, cambiamenti di direzione (es. pallacanestro)

Anche nel protocollo originale di Norrè era prevista l'interazione tra colonna e sistema vestibolare, tanto che si rilevava come controindicazione la presenza di una patologia cervicale che si sarebbe dovuto trattare prima di attuare il protocollo.

Gli esercizi vengono selezionati in relazione a una tabella che riassume 19 movimenti che possono provocare vertigine: ogni movimento viene eseguito passivamente, con l'aiuto del terapeuta:

1. passare da seduto a supino;
2. da supino girarsi sul fianco sinistro;
3. quindi girarsi sul fianco destro;
4. passare da supino a seduto;
5. alzarsi e girare a destra;
6. alzarsi e girare a sinistra;
7. seduto, piegarsi portando il naso sul ginocchio sinistro;
8. seduto, piegarsi portando il naso sul ginocchio destro;
9. seduto ruotare la testa in senso antiorario;
10. seduto ruotare la testa in senso orario;
11. seduto piegarsi in avanti;
12. passare da seduto a in piedi;
13. seduto muovere la testa avanti e indietro;
14. posizione sinistra di Hallpike;
15. mettersi seduto;
16. posizione destra di Hallpike;
17. mettersi seduto;
18. passare supino portando la testa in iperestensione fuori dal letto (posizione di Rose);
19. mettersi seduto.

Per ogni movimento viene attribuito un punteggio ai sintomi provocati: tipo di vertigine, intensità, durata, sintomi neurovegetativi.

In base al punteggio viene quindi preparato un protocollo personalizzato per ogni paziente, che prevede la ripetizione più volte nella giornata dei movimenti ritenuti più adeguati a generare la sintomatologia e quindi, per mezzo dell'assuefazione, a esaurirla nel tempo. La prima seduta, di insegnamento, viene eseguita in ambulatorio. Le successive a casa, due o tre al giorno, continuando sino alla scomparsa dei sintomi.

Nel corso degli anni molti Autori hanno proposto vari protocolli di Rieducazione vestibolare che comunque si basano sostanzialmente sull'integrazione e sulla semplificazione dei protocolli di Cawthorne-Cooksey e di Norré. Per tale motivo non abbiamo ritenuto didatticamente utile riportarli.

---

### 11.2.1 Riabilitazione vestibolare secondo il Metodo MCS

Come abbiamo visto nel Capitolo 5, il sistema vestibolare può essere interpretato secondo punti di vista di complessità crescente: meccanico, cibernetico, sinergico, da cui l'acronimo MCS che dà nome al metodo in trattazione (Cesarani A, Alpini D, 2000).

La sequenza degli esercizi è standardizzata in relazione alla patologia principale, finalizzata al progressivo coinvolgimento vestibolare, nel suo complesso psico-senso-motorio, come nel protocollo di Cawthorne-Cooksey, ma personalizzata sulla base della situazione clinica di ciascun paziente, come nel protocollo *Vestibular Habituation Training*.

La durata di ciascun esercizio e il numero di ripetizioni sono invece stabiliti dal terapeuta in base alla risposta del paziente e alle sue condizioni giornaliere. In genere, si prevedono tre settimane di terapia da eseguire in palestra sotto la guida di un terapeuta. A partire dalla II settimana di riabilitazione in palestra, il paziente inizierà a eseguire anche esercizi a domicilio secondo un protocollo semplificato.

Viene effettuata la sequenza proposta da Cawthorne-Cooksey, ma si prevede anche una progressione dagli esercizi finalizzati al recupero dei riflessi (M) la prima settimana, delle funzioni (C) la seconda settimana e dei comportamenti (S) la terza settimana.

In Tabella 11.2 è riportato un esempio di protocollo MCS.

**Tabella 11.2.** Riabilitazione vestibolare ambulatoriale (Da: Cesarani, Alpini, 1999)

#### **I SETTIMANA (fase M-riflessi)**

##### **In posizione supina**

- a. Rilassamento e controllo della respirazione
- b. Muovere gli occhi nelle varie direzioni
- c. Muovere la testa nelle varie direzioni prima lentamente poi più rapidamente

##### **Passare da supino a seduto e poi supino**

##### **In posizione seduta**

- a. Rilassamento e controllo della respirazione
- b. Muovere il capo in rotazione, flesso-estensione, latero-flessione, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando delle mire secondo il comando del terapeuta
- c. Impugnare un bastone e ruotare il tronco a destra ed a sinistra, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando delle mire secondo il comando del terapeuta, quindi ruotare solo il tronco mantenendo la testa ferma e fissando una mira
- d. Mobilizzazione dei cingoli scapolari
- e. Alzarsi e sedersi ripetutamente dapprima senza fissare nessuna mira poi fissando la mira indicata dal terapeuta

**II SETTIMANA (fase C-funzioni oculomotoria e spinale)****In posizione supina**

- a. Rilassamento e controllo della respirazione

**Passare da supino a seduto**

- a. Fissare un punto, ritornare supino ma con il capo ruotato a destra (fissando un punto)
- b. Ritornare seduto, poi ancora supino con il capo ruotato a sinistra (fissando un punto)
- c. Ritornare seduto, poi ancora supino ma fissando il soffitto

**In posizione seduta**

- a. Rilassamento e controllo della respirazione
- b. Piegarsi e portare il naso sul ginocchio destro, poi sul sinistro
- c. Piegarsi a raccogliere un oggetto e sollevarlo sopra la testa mantenendone la fissazione
- d. Fissare il proprio indice, avvicinandolo ed allontanandolo ripetutamente ma mantenendolo sempre a fuoco. Poi seguirlo mentre lo si muove lentamente ed in modo continuo da destra a sinistra

**In piedi**

- a. Rilassamento e respirazione
- b. Mantenere l'equilibrio davanti allo specchio, modificando la base di appoggio. Prima fissarsi nello specchio, poi eseguire gli stessi esercizi ruotando la testa e fletto-estendendola ripetutamente, infine ruotare e flesso-estendere il capo ripetutamente fissando una mira posta sullo specchio
- c. Con il bastone ruotare il tronco a destra ed a sinistra, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando delle mire secondo il comando del terapeuta, quindi ruotare solo il tronco mantenendo la testa ferma e fissando una mira

**Cammino**

- a. Camminare tranquillamente curando la respirazione
- b. Camminare avanti e indietro (ruotando al termine), prima normalmente, poi sulle punte, poi sui talloni. Iniziare con gli occhi aperti, poi con gli occhi chiusi
- c. Con il bastone camminare ruotando il tronco a destra ed a sinistra, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando delle mire secondo il comando del terapeuta, quindi ruotare solo il tronco mantenendo la testa ferma e fissando una mira
- d. Rilassamento e respirazione

**III SETTIMANA (fase S-comportamento)****In posizione supina**

- a. Rilassamento e controllo della respirazione

**Passare da supino a seduto**

- a. Ruotare il tronco a destra ed a sinistra fissando delle mire secondo il comando del terapeuta, quindi ruotare solo il tronco mantenendo la testa ferma e fissando una mira
- b. Leggere un libro, avvicinandolo ed allontanandolo ripetutamente ma mantenendolo sempre a fuoco. Poi seguirlo mentre lo si muove lentamente continuamente da destra a sinistra
- c. Alzarsi e sedersi ripetutamente continuando a leggere un libro

**In piedi**

- a. Rilassamento e respirazione
- b. Equilibrio davanti allo specchio fissando una delle mire poste sullo specchio, secondo i comandi del terapeuta

**Cammino**

- a. Cammino sul posto controllando la posizione e la coordinazione nello specchio, prima sul pavimento, poi sulla gomma. Successivamente camminare sulla gomma con gli occhi chiusi
- b. Cammino sul posto accentuando le sincinesie, prima con occhi aperti, poi con occhi chiusi, prima sul pavimento poi sulla gomma
- c. Camminare avanti e indietro (ruotando al termine), prima normalmente, poi sulle punte, poi sui talloni ruotando il capo a destra e sinistra, quindi ruotando il capo ma mantenendo la fissazione di una mira posta davanti a sé, infine ruotando il capo a guardare delle mire secondo i comandi del terapeuta
- d. Camminare avanti e indietro leggendo un libro
- e. Rilassamento e respirazione

# Manipolazioni vertebrali e terapie manuali

La terapia manuale, cioè la cura eseguita dal medico con le proprie mani, è certamente la più antica forma di terapia: nonostante i progressi della medicina, essa rimane ancora un valido ausilio terapeutico, specie nella patologia dolorosa dell'apparato muscolo-scheletrico. Nei disturbi del sistema dell'equilibrio in cui sia necessario trattare questo apparato, le tecniche manuali possono ancora rendere importanti servizi. Queste terapie sono in realtà molto varie; è utile pertanto raggrupparle secondo le loro caratteristiche principali:

- **mobilizzazioni attive o attive assistite:** sono le manovre classiche della chinesioterapia, che possono essere combinate con vari tipi di forze fornite da un operatore esterno, come avviene nella rieducazione propriocettiva;
- **mobilizzazioni passive:** sono movimenti passivi, in genere ripetuti, effettuati sulle articolazioni, che arrivano al limite del movimento fisiologico passivo e non comportano alcun movimento brusco o forzato;
- **manovre sulle parti molli:** cioè cute, sottocute, tendini, muscoli. Sono manovre di mobilizzazione manuale di questi tessuti in cui si utilizzano varie tecniche. Anche il massaggio nei suoi vari tipi, tra cui il massaggio connettivale riflessogeno della Dicke, quello della Teirich-Leube, il linfodrenaggio di Vodder, il massaggio trasverso profondo di Ciriack, si può considerare in questa categoria e così lo stiramento trasversale dei muscoli, che si può associare alle manovre propriamente dedicate al trattamento delle contrazioni muscolari localizzate, come la *Post-Isometric Relaxation* di Mitchell;
- **manipolazioni:** manovre "ortopediche" precise che vanno oltre il limite fisiologico dell'articolazione, o meglio, della "barriera" che in quel momento limita l'articolazione, mediante un movimento brusco, ma senza oltrepassare il limite della sublussazione o lussazione articolare. "La manipolazione è una mobilizzazione passiva forzata che tende a portare gli elementi di una articolazione o di un insieme di articola-

zioni al di là del loro gioco abituale, fino al limite del gioco anatomico possibile. Consiste dunque per il rachide, quando lo stato di questo lo permette e lo richiede, nell'eseguire dei movimenti di rotazione, di latero-flessione, di flessione o di estensione, isolati o combinati, a livello del segmento vertebrale scelto" (R. Maigne). La manipolazione è quindi un gesto medico terapeutico, per cui le sue indicazioni e controindicazioni devono essere definite preventivamente per mezzo di un esame anamnestico ed obiettivo generale e particolare del paziente. Tale esame deve portare a una diagnosi che ne preciserà l'indicazione o meno, il tipo di manovre da eseguire, le coordinate di queste manovre, il tipo, il numero e la frequenza di sedute da eseguire, cioè una "diagnosi di trattamento".

---

## 12.1 Meccanismo d'azione delle manipolazioni vertebrali

Sebbene manovre manuali siano documentate sin dai tempi di Ippocrate e di Galeno, l'inizio delle pratiche manipolative, quali noi le conosciamo, risale alla seconda metà dell'ottocento con la nascita dell'osteopatia di Andrew T. Still, il quale pensava che le manipolazioni potessero modificare la posizione delle vertebre, correggendone una presunta malposizione (lesione osteopatica) e riposizionandole nella loro situazione spaziale "normale". Queste malposizioni (sub-lussazione secondo la successiva ma quasi coeva chiropratica di David Palmer) venivano apprezzate mediante la palpazione delle eminenze ossee, attraverso cospicui strati di cute, sottocute, muscoli, palpazione che forniva elementi incerti, fino a far credere che si potesse apprezzare lo spostamento di più di un centimetro di un'ala iliaca sul sacro.

Attualmente è difficile pensare all'azione delle manipolazioni vertebrali in termini meccanici e si deve interpretarle alla luce della neurofisiologia, anche se mancano studi sperimentali su questo argomento.

Una lesione tissutale, talora anche modesta all'origine e tale da non arrivare alla soglia del dolore, determinerebbe un abbassamento di soglia dei recettori articolari del IV tipo di Wike, recettori che rappresentano il 70% delle afferenze articolari, normalmente silenti; la diminuzione di soglia e la conseguente attivazione dei recettori di Wike, attiverrebbe un meccanismo riflesso di immobilizzazione articolare anche in assenza di movimento, come meccanismo protettivo anticipatorio di una articolazione sofferente. La lesione tissutale modulerebbe inoltre, mediante il monito-

raggio chimico esercitato dal trasporto assonale dei neuropeptidi, l'efficacia dei riflessi protettivi inducendo così stati contratturali difficili da eliminare e automantenuti.

Durante la manipolazione, come dimostrato in uno studio sul cadavere (Maigne J.Y., 2000), il movimento dei capi articolari è di piccola ampiezza ma molto rapido e quasi esplosivo, a differenza della mobilizzazione articolare. Il movimento breve e forzato della manipolazione darebbe origine a una scarica afferente ad alta frequenza, una rapida reinformazione propriocettiva ai centri midollari che controllano i movimenti articolari, ripristinando le normali afferenze cui sono disabituati; ciò può avvenire a patto che siano rispettate alcune regole (vedi regola del non-dolore).

La manipolazione non è quindi solo un trattamento antalgico, ma soprattutto la prima, più precisa e delicata fase di un trattamento riabilitativo.

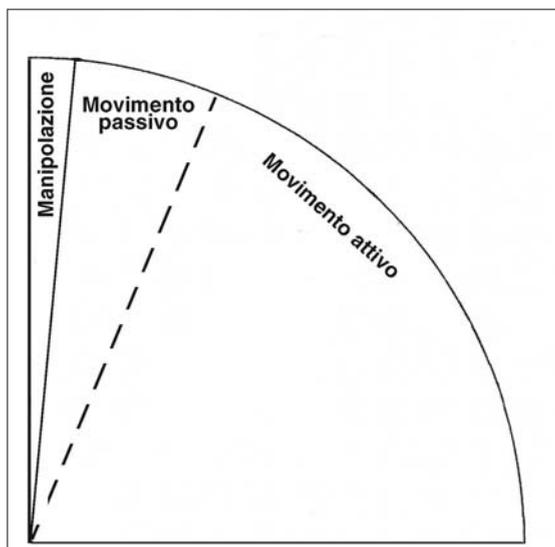
La manipolazione è un movimento passivo che comporta nella sua esecuzione tre tempi principali (Fig. 12.1):

**1. messa in posizione** del paziente:

questo può essere posto in posizione supina, prona, seduta, ecc.; anche l'operatore deve assumere una posizione corretta, pena la cattiva esecuzione della manovra, con possibili danni per il paziente o per l'operatore stesso;

**2. messa in tensione:**

il segmento mobile da trattare viene mobilizzato passivamente dall'o-



**Fig. 12.1** Schema delle fasi di un movimento intervertebrale

peratore finché incontra una resistenza, la fine del movimento passivo, su cui deve insistere un momento, senza tornare indietro;

3. **impulso manipolativo** o manipolazione propriamente detta: si esegue nella direzione e posizione scelta con la “messa in tensione” con un breve impulso, cioè con movimento rapido e molto limitato che sembra vincere una resistenza dell’articolazione e che spesso è accompagnata da un rumore di scroscio articolare dovuto, secondo alcune ricerche, alla formazione di piccole bolle di gas disciolto nel liquido sinoviale a seguito del fenomeno di cavitazione per la brusca separazione delle superfici articolari. Appena superata questa resistenza, il movimento deve immediatamente cessare;

In base poi alla tecnica di esecuzione, le manipolazioni possono essere classificate schematicamente così:

1. **manipolazioni dirette:** sono eseguite mediante pressione diretta eseguita su eminenze ossee vertebrali (trasverse, spinose);
2. **manipolazioni indirette:** sono eseguite utilizzando bracci di leva naturali, costituiti da testa, spalle, bacino, arti, attraverso i quali si può muovere il rachide;
3. **manipolazioni semi-indirette:** cioè indirette in cui il medico utilizza anche un punto di appoggio sul rachide, oltre al “braccio di leva” di cui abbiamo già detto. Le manipolazioni semi-indirette si dividono in assistite e contrariate, a seconda che la spinta di appoggio sia nel senso della manipolazione oppure in senso contrario.

---

## 12.2 Classificazione delle manipolazioni

La nomenclatura proposta da R. Maigne tiene conto:

1. del livello intervertebrale su cui viene portata la manovra, es: C2-C3, T6-T7, L4-L5;
2. del piano ortogonale su cui si svolge la manovra: orizzontale (rotazione), sagittale (flessione-estensione), frontale (latero-flessione);
3. della direzione in cui si svolge la manovra: destra o sinistra, sempre riferita al segmento vertebrale sottostante considerato come fisso.

Altri elementi che servono ad identificare una manipolazione sono le caratteristiche della messa in posizione: paziente supino, prono, a cavalcioni “con le ginocchia”, “mento-perno”, “con la cinghia” ecc.

---

### 12.2.1 Localizzazione della manipolazione

Vi sono vari modi di localizzare con precisione l'effetto della manipolazione ad un determinato livello della colonna vertebrale. Questo si può ottenere sfruttando alcune caratteristiche della fisiologia vertebrale. Così per esempio, al rachide dorso-lombare l'associare alla rotazione un'estensione, da seduto, permette di immobilizzare il tratto superiore e quindi di eseguire la manovra più in basso: al contrario, un certo grado di flessione permette di eseguirla agevolmente più in alto. Alla colonna cervicale, poiché il movimento fisiologico di rotazione è associato sempre ad una lateroflessione dello stesso lato, se lateroflettiamo da un lato, blocchiamo meglio il tratto sottostante, per eseguire una manipolazione in rotazione in senso opposto; ciò vale soprattutto per manipolare C2-C3.

È necessario però tenere conto di due elementi importanti:

1. il movimento di un segmento mobile disturbato non è sempre assimilabile al movimento fisiologico corrispondente; nè la manipolazione a un movimento fisiologico;
2. l'impiego delle tecniche semi-indirette assistite o contrariate permette di localizzare la manipolazione con molta precisione, senza essere vincolati nella posizione di partenza, cioè nella messa in posizione, da altre considerazioni se non da quelle legate alla "regola del non dolore".

---

### 12.3 Regola del non dolore e del movimento contrario

Di fronte alla difesa antalgica come la si può vedere nel rachide, la manipolazione può essere impiegata in modo sicuro ed efficace solo applicando la "regola del non dolore e del movimento contrario" enunciata da R. Maigne. Come infatti è stato già spiegato, la manipolazione deve eludere la contrazione antalgica e porre fine ai meccanismi patologici. Secondo tale regola, la manipolazione deve essere fatta nel senso contrario a quello doloroso. Ogni manovra in teoria può essere eseguita in una sola direzione (manovra monodirezionale). In pratica, per le caratteristiche del rachide, il movimento fisiologico non avviene mai su un solo piano ortogonale, ma sono sempre associati movimenti su altri piani. Inoltre, è spesso necessa-

rio utilizzare altri piani e direzioni nel determinare la posizione di partenza, sia per obbedire alla suddetta regola del non-dolore e quindi rendere questa posizione meno dolorosa possibile, sia qualche volta per meglio localizzare la manipolazione, sia per motivi fisiologici o patologici intrinseci al tratto di rachide da trattare. Secondo il livello intervertebrale che dobbiamo trattare, vi è spesso un solo piano ortogonale in cui si può eseguire la manipolazione (esempi: rotazione della colonna cervicale alta; estensione in T<sub>3</sub>-T<sub>4</sub>; lateroflessione nella cerniera cervico-toracica). Per tutti questi motivi la condotta da tenere è la seguente: determinare su quale piano ortogonale si può effettuare la manipolazione al livello vertebrale che dobbiamo trattare; su questo piano si valuta la regola del non dolore nelle due direzioni; nella messa in posizione vanno poi utilizzate le direzioni che all'esame sono risultate libere. Si effettuerà così una manovra multidirezionale.

La regola del non dolore va rispettata anche nella terapia manipolativa dei disturbi di equilibrio.

Le manipolazioni vertebrali sono manovre molto precise e delicate, che richiedono, oltre ad adeguate conoscenze di anatomia, fisiologia e patologia dell'apparato muscoloscheletrico, una tecnica molto accurata, una buona manualità e soprattutto un lungo e corretto apprendimento pratico; poiché è necessario che siano sempre precedute da un esame medico e da una diagnosi, devono essere effettuate solo da medici. D'altra parte, anche per i medici non è sufficiente, è anzi assolutamente sconsigliabile e rischioso cominciare a eseguire delle manipolazioni sulla base di un solo apprendimento teorico.

Le figure delle manovre manipolative del rachide che riportiamo hanno quindi solo un intento dimostrativo e non vanno applicate senza un adeguato insegnamento teorico-pratico, possibilmente di livello universitario.

---

## 12.4 Tecniche manipolative di base

---

### 12.4.1 Rachide cervicale (C2/C3–C7/T1)

È una manipolazione semi-indiretta assistita in rotazione con paziente supino (Fig. 12.2). Nella messa in posizione, oltre alla posizione neutra, si può introdurre un certo grado di flessione-estensione o di latero-flessio-



**Fig. 12.2** Manipolazione del rachide cervicale medio, paziente supino (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

ne. Può essere utilizzata a vari livelli del rachide cervicale, che verranno determinati dal punto di applicazione della mano che manipola, la quale prende contatto con l'apofisi traversa della vertebra prescelta, mediante la prima interfalangea dell'indice.

Nella seconda tecnica, con paziente seduto, la mano che manipola agisce col dito medio sull'apofisi traversa (Fig. 12.3).

---

#### 12.4.2 Cerniera cervico-toracica (C7-T1)

È una manipolazione semi-indiretta contrariata in latero-flessione, con paziente sul fianco (Fig. 12.4). Nella messa in posizione si può utilizzare una posizione neutra, oppure introdurre una flessione-estensione o rotazione. Il livello di azione viene determinato dall'appoggio del pollice di una mano sulla spinosa, mentre l'altra mano esegue il movimento manipolativo.



**Fig. 12.3** Manipolazione del rachide cervicale medio, detta “Mano anteriore”, paziente seduto (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d’origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)



**Fig. 12.4** Manipolazione della cerniera cervico-toracica (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d’origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

### 12.4.3 Rachide toracico 1° (T2/3–T8/9)

Manipolazione in estensione, assistita da un rullo, confezionato con un piccolo lenzuolo di cotone, per localizzare il livello della manipolazione, con paziente seduto. Può essere effettuata a tre livelli diversi variando la posizione dell'operatore e del paziente. È fondamentale per il trattamento della malattia di Menière.

- a) Alta: appoggio delle mani dell'operatore su quelle del paziente (Fig. 12.5).
- b) Media: è la più classica delle manipolazioni del rachide toracico (Fig. 12.6).

Si noti la posizione differente dei gomiti del paziente (\*).



**Fig. 12.5** Manipolazione del rachide toracico alto (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)



**Fig. 12.6** Manipolazione del rachide toracico medio (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

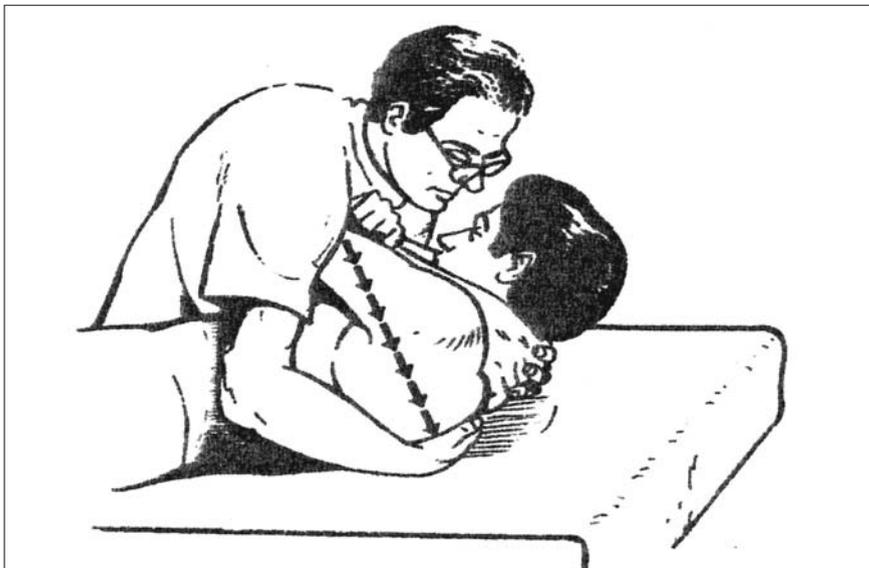
- c) Bassa: appoggio di una mano dell'operatore sullo sterno del paziente (1) e dell'altra sul suo collo (2). Può essere impiegata anche in una zona media o alta: è utile nei pazienti con problemi di spalla, in cui non si possono eseguire le due manovre precedenti (Fig 12.7).

#### 12.4.4 Rachide toracico 2° (T3/4–T8/9)

È una manipolazione in estensione, semi-indiretta assistita, con paziente supino (Fig. 12.8). Una mano dell'operatore è posta all'altezza del segmento mobile da trattare, mentre l'altra assiste flettendo il tronco nella messa in posizione. Il paziente ha le braccia incrociate sul petto. La manovra è effettuata mediante un rapido aumento della pressione del torace dell'operatore e un movimento di estensione della parte superiore del rachide toracico, contro la mano dell'operatore.



Fig. 12.7 Manipolazione del rachide toracico medio e basso



**Fig. 12.8** Manipolazione del rachide toracico medio e basso (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

#### 12.4.5 Cerniera toraco-lombare (T8-L3)

Manipolazione semi-indiretta assistita in rotazione, paziente a cavalcione del lettino (Fig. 12.9). Una mano dell'operatore prende appoggio mediante l'eminenza *ipothénar* sull'apofisi traversa della vertebra prescelta, mentre l'altra mano fa compiere al tronco del paziente una rotazione fino alla messa in tensione. Nella messa in posizione si possono introdurre una flessione oppure estensione ed una latero-flessione.

#### 12.4.6 Rachide lombare (T9-L5/S1)

Manipolazione semi-indiretta assistita in rotazione. Può essere utilizzata anche per la cerniera toraco-lombare. Si può eseguire con due messe in posizione diverse: in cifosi oppure in lordosi del rachide lombare.



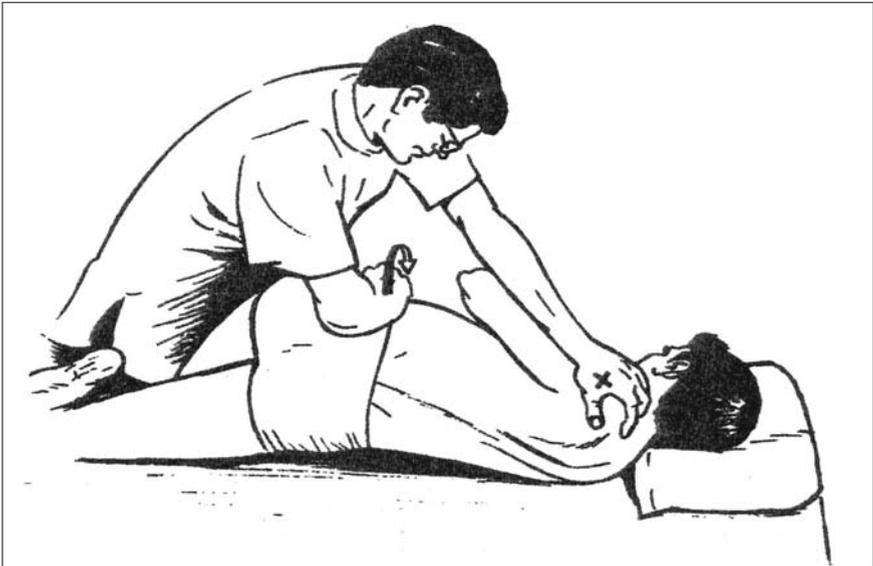
**Fig. 12.9** Manipolazione della cerniera toracolumbare (Da: Maigne R (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

- In cifosi: l'impulso manipolativo è dato da un movimento del braccio dell'operatore, che fa ruotare il bacino mantenendo la cifosi, mentre la spalla del paziente (x) viene fissata dall'altro braccio, la cui mano, mediante appoggio del pollice sulla spinosa della vertebra prescelta, agisce direttamente sulla vertebra stessa (Fig. 12.10).
- In lordosi: la manovra è identica, salvo che la messa in posizione del paziente è in lordosi del rachide lombare e questa viene mantenuta durante la rotazione del bacino, che viene effettuata dall'operatore spingendolo verso di sé (Fig. 12.11).

Oltre a queste tecniche fondamentali, esistono molte altre manovre manipolative, in genere di più difficile esecuzione e a maggior rischio, che riteniamo superfluo esporre in questa sede. Con un buon apprendimento teorico-pratico, un continuo allenamento a praticarle e con successive messe a punto da parte di un docente, le manovre esposte sono sufficienti a trattare tutta la colonna vertebrale. Questo trattamento, ripetiamo, deve sempre essere preceduto da un accurato momento diagnostico che precisi l'indicazione, la sede, il tipo di manovra da eseguire.



**Fig. 12.10** Manipolazione del rachide lombare in cifosi (Da: Maigne R (1989) Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)



**Fig. 12.11** Manipolazione del rachide lombare in lordosi (Da: Maigne R (1989) Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne. Expansion Scientifique, Paris, con autorizzazione)

---

## 12.5 Rischi delle manipolazioni vertebrali

Per le caratteristiche delle manovre manipolative si può comprendere che, come in ogni atto medico, vi sia il rischio di incidenti. Questi possono essere classificati in tre grandi gruppi:

- gravissimi: in genere sono dovuti a manipolazioni cervicali, che possono provocare lesioni dell'arteria vertebrale o della cerebellare inferiore. Altri casi sono dovuti alla presenza di neoplasie non diagnosticate. Sono molto rari, specie in un contesto medico, ma possono esitare in lesioni neurologiche permanenti o mortali;
- gravi: aggravamento della patologia del paziente, come comparsa di una cervicobrachialgia in una cervicalgia, di una sciatalgia in una lombalgia, di una sciatica paralizzante in una sciatica banale oppure la provocazione di una frattura costale o di una sindrome vertiginosa. Sono rari in mani esperte;
- lievi: in genere si tratta dell'aggravamento della patologia preesistente o dell'insorgenza di nuove patologie artro-muscolari, non gravi, ma spesso molto difficili da trattare e risolvere. Meno rari dei precedenti ma non frequenti.

La letteratura riporta solo gli incidenti gravissimi, che sono estremamente rari rispetto all'enorme numero di manipolazioni praticate nel mondo; per gli altri non esistono ovviamente statistiche.

La prevenzione di questi incidenti è basata sulla corretta diagnosi clinica e strumentale dell'affezione, sulla giusta indicazione a effettuare una manipolazione, sui test clinici pre-manipolativi, sulla scelta della manovra e soprattutto sulla buona esecuzione di questa, che si può ottenere solo dopo un lungo e adeguato *training*.

---

## 12.6 Terapia manuale

Il trattamento dei disturbi "funzionali" o "minori" di origine vertebrale, siano essi dolorosi o no e che interessino principalmente il rachide stesso oppure il capo e gli arti, non deve e non può valersi solo delle manipolazioni vere e proprie, cioè di quelle ad "alta velocità e bassa ampiezza".

Tutti i *soft tissues*, cute, sottocute, fasce, periostio, muscoli sono ovviamente parte integrante dell'apparato di movimento, sia perché si muovono insieme ai segmenti ossei, assecondandone l'azione o nel caso dei muscoli essendone il motore, sia perché sono strettamente collegati al rachi-

de per la distribuzione metamerica dell'innervazione somatica e simpatica e, anche se in modo meno chiaro, alle articolazioni extra-vertebrali.

Per diversi motivi quindi, ma soprattutto per un buon risultato clinico, è necessario saper utilizzare in modo corretto queste tecniche che possono essere utili sia come graduale preparazione alla manipolazione, sia in sostituzione di questa nei casi in cui non sia possibile, per cause generali o locali, utilizzarla; e anche per eliminare disturbi che possono persistere dopo il trattamento manipolativo e impedire così un migliore recupero funzionale.

Non è questa la sede per un'esposizione dettagliata delle tecniche in uso, che sono molto numerose e ispirate a diversi punti di vista teorici e pratici; ci limiteremo a esporne i principi informativi, rimandando ai manuali che le descrivono partitamente e ai corsi pratici chi volesse apprenderle e metterle in atto.

Le tecniche manuali, come abbiamo accennato, si possono suddividere in vari capitoli, ma quelle di più stretto interesse per noi si possono raccogliere in tre gruppi: articolari, muscolari, per cute e sottocute.

---

### 12.6.1 Tecniche articolari

Sono destinate a mobilizzare articolazioni intervertebrali e periferiche.

- Mobilizzazioni articolari passive nelle direzioni in cui l'articolazione si muove attivamente. Insieme agli esercizi di mobilizzazione attiva ed attiva assistita, fanno parte della chinesioterapia tradizionale.
- *Joint play* o gioco articolare (Mennel): mobilizzazione articolare passiva, che utilizza direzioni di movimento, in genere di lateralità o scivolamento, che l'articolazione non è in grado di compiere attivamente, se non, in qualche caso, come accompagnamento dei movimenti attivi negli archi principali. Il *joint play* è utile soprattutto nel trattamento di diverse articolazioni periferiche e del rachide cervicale.
- *Post-Isometric Relaxation* (PIR) di Mitchell o rilasciamento post-isometrico.

Questa tecnica consiste nel portare i due capi articolari al massimo grado di escursione, cioè di messa in tensione, in una condizione di massimo rilasciamento; a questo punto si incontrerà una resistenza, che non va confusa con quella attiva che il paziente può sviluppare se si provoca dolore; raggiunta la massima tensione, si chiede al paziente di compiere un movimento in senso opposto, contro una resistenza minima, fornita dal terapeuta, per circa 10-30 secondi. A questo punto il terapeuta riporta

passivamente l'articolazione alla massima tensione e ripete la manovra per 3-5 volte. Dopo ogni esercizio la resistenza o "barriera" tenderà ad allontanarsi fino al raggiungimento del completo movimento fisiologico.

- Inibizione dell'antagonista. Consiste nel far contrarre isometricamente contro resistenza minima, eventualmente in modo ritmico e intermittente l'antagonista e poi muovere passivamente l'articolazione nello stesso senso.
- Inibizione dell'agonista, che viene fatto contrarre isometricamente contro resistenza minima per poi muovere passivamente l'articolazione in senso opposto. Queste tecniche utilizzano le due leggi di Sherrington, come il metodo di Kabat, che impiega però contrazioni massimali.

---

### 12.6.2 Tecniche muscolari

Hanno lo scopo di far rilasciare muscoli soggetti a contrazioni localizzate più o meno estese. Le tecniche più efficaci sono quelle che utilizzano lo stiramento mediante il movimento articolare passivo, preceduto da una contrazione dell'agonista o dell'antagonista secondo quanto sopra esposto, associate a stiramento manuale trasversale o longitudinale del muscolo. Anche qui è utile l'impiego del PIR, che in questo caso è una contrazione isometrica minimale del muscolo, quando è arrivato alla massima distensione possibile, seguita da un ulteriore leggero stiramento effettuato dal terapeuta e così via per diverse volte.

---

### 12.6.3 Tecniche per cute e sottocute

Di scarso interesse nei disturbi di equilibrio, sono utili nella diagnosi e nel trattamento di aree di allodinia in genere residue al trattamento vertebrale e che possono perpetuare dolori percepiti talora dal paziente come diffusi e profondi.

Per concludere, riteniamo indispensabile, per chi si accinga a eseguire trattamenti di medicina manuale, conoscere e praticare per prime queste tecniche, che possono avviare una buona pratica delle manipolazioni, ma anche accompagnarle e, in alcuni casi, sostituirle.

# Rieducazione posturale

È necessario definire cosa sia la *postura* per poter comprendere il significato delle tecniche di rieducazione posturale. Secondo il dizionario italiano Zingarelli, la postura è “l’atteggiamento abituale del corpo”. Il Mancia, nel suo volume “Neurofisiologia” la definisce “posizione del corpo nello spazio con conservazione di un caratteristico orientamento rispetto alla gravità”. Si comprende quindi come esistano differenti posture, cioè differenti atteggiamenti o posizioni del corpo nello spazio quali la stazione eretta o seduta, la stazione monopodalica.

La postura che è stata maggiormente oggetto di studi ed “interpretazioni” è quella dell’uomo in stazione eretta. Bisogna distinguere tra postura normale e postura ideale. Quest’ultima può definirsi come la perfetta distribuzione delle masse corporee in base a criteri antropometrici oppure estetici. La postura ideale, proprio perché tale, tuttavia non esiste. Se infatti esaminiamo una popolazione di soggetti cosiddetti normali, la posizione di reperi del corpo (ad esempio la linea interpupillare o la linea interglutea) o parametri strumentali (ad esempio i dati della stabilometria statica o dinamica) si distribuiscono secondo una curva di Gauss. Pertanto la postura normale si riferisce a posizioni o valori “medi” dei reperi anatomici o dei parametri strumentali.

Il concetto di postura normale deve quindi evolvere nel concetto di postura fisiologica, cioè quella che ogni individuo ha elaborato nel corso dello sviluppo, sotto l’influsso del suo patrimonio genetico e di tutti gli eventi emotivi, traumatici, sociali, che possono influenzarlo e che non provoca disturbi.

La postura fisiologica viene definita da Gagey (<http://pmsgagey.club.fr>) una sindrome posturale armonica “a minimo dispendio energetico”, in cui vi è prevalenza di “tono” dei muscoli assiali da un lato e dei muscoli trasversali dall’altro, senza disturbi clinici. Secondo Gagey, le sindromi cliniche, cioè la patologia della stazione eretta, si dividono in armoniche e disarmoniche, secondo la distribuzione del tono muscolare. Nella definizione di Gagey rientra un elemento fondamentale nell’impostazione della cura: il minimo dispendio energetico.

Il controllo della postura, eretta o meno, risulta dall'azione congiunta del sistema vestibolare e dell'apparato muscolo-scheletrico, nel campo gravitazionale terrestre. L'insieme funzionale di controllo vestibolare e muscolo-scheletrico rappresenta quello che Gagey ha definito "sistema posturale fine".

In conclusione, le differenti definizioni spesso non dipendono altro che da differenti punti di osservazione dello stesso fenomeno. Per riassumere, possiamo definire la postura normale fisiologica quella posizione che il corpo di uno specifico soggetto mantiene nello spazio, con il minimo dispendio energetico, per mezzo della contrazione tonica dei muscoli anti-gravitari sulla base del controllo vestibolare.

La terapia andrà rivolta non alla disarmonia posturale, quando cioè il soggetto in stazione eretta non è più allineato secondo criteri "ideali", ma alla disfunzione posturale, cioè quando il dispendio energetico è tale da portare a una disfunzione complessa, più o meno clinicamente rilevabile, del controllo statico e dinamico dell'equilibrio.

Per modificare quindi il controllo posturale di un soggetto è necessario riprogrammare i centri del controllo vestibolare e del comando neuromotorio. L'attività motoria è subordinata a programmi motori innati o appresi. Il controllo di questi programmi è assicurato dalle afferenze sensoriali che agiscono come dei segnali rilevatori d'errore. Per riprogrammare un atto motorio, quale di fatto è anche il controllo della postura, è opportuno ricordare i processi di programmazione di questo atto ed i meccanismi attivati nel recupero post-lesionale.

---

### 13.1 Programma motorio

Il concetto di programma motorio origina da ricerche effettuate sugli invertebrati: un certo numero di attività motorie automatiche, come il volo degli insetti, esiste grazie al substrato funzionale di reti nervose sottocorticali. Nei mammiferi i programmi motori subiscono delle trasformazioni determinate dalle esperienze acquisite dal soggetto durante il suo sviluppo, dall'influenza di forze esterne e dalle costrizioni biomeccaniche interne. Le azioni riflesse elementari si vanno così trasformando ed adattando nel corso del processo di automatizzazione, nel quale il cervelletto, i gangli della base e la corteccia frontale giocano un ruolo importante.

Alcuni dati sperimentali suggeriscono, inoltre, che il controllo di uno stesso atto motorio, eseguito in partenza dalla corteccia cerebrale, potrà

essere assunto (automatizzazione) da un livello sotto-corticale. I repertori innati, sempre a seguito della loro trasformazione, sono però lontani dal rispondere alle esigenze di un comportamento complesso. È perciò necessario in un tempo costruire dei piani d'azione, poi memorizzarli alla luce delle reti adattative che si strutturano attraverso l'apprendimento.

Al contrario, l'invecchiamento induce una degenerazione nervosa progressiva che riduce le possibilità d'adattamento, ma talora diviene anche fonte di una reale deprogrammazione, come nella sindrome di regressione psicomotoria delle persone anziane.

In condizioni fisiologiche (ad esempio nel controllo dell'equilibrio), il SNC provvede a:

- riconoscere le singole afferenze;
- memorizzare le esperienze;
- confrontare e integrare le afferenze;
- modulare le afferenze al fine di regolarne l'influenza sul sistema;
- programmare le risposte automatiche e volontarie;
- modulare le risposte.

A livello segmentario, sono previsti meccanismi riflessi che consentono adattamenti particolarmente rapidi ed utilizzano il numero minimo di sinapsi in cui per ciascuna afferenza vi è un'efferenza specifica e per i quali il meccanismo prevalente è quello del *feedback*.

Le afferenze periferiche (sensoriali, visive, vestibolari, uditive, olfattive, gustative, cutanee, articolari, muscolari e psico-emozionali) raggiungono comunque anche i centri superiori per subire un trattamento più raffinato e complesso. Il loro riconoscimento richiede un'esperienza ed una memoria specifica per ogni condizione che consenta di comparare la situazione del momento con quelle precedenti. Le singole afferenze vengono confrontate per verificarne la congruenza reciproca e modulate per regolarne l'influenza sul sistema.

In questi processi gioca un ruolo notevole la variabile soggettiva dell'esperienza e dell'età.

Il confronto tra il *pattern* informativo periferico globale così ottenuto e gli engrammi precedentemente stoccati consente rapidi adattamenti non solo a quanto sta accadendo, ma persino a quanto possa accadere. La coscienza della situazione consente, infine, eventuali programmi volontari. Le risposte motorie possono essere di diverso tipo e corrispondono ad un'attivazione di gruppi muscolari progressivamente più numerosi:

- i riflessi segmentari che consentono la rapida attivazione dei muscoli distrettuali;

- le sinergie, cioè le combinazioni automatiche innate o acquisite di *pattern* di attivazione di più muscoli concatenati;
- le strategie, cioè sequenze o combinazioni nello spazio e nel tempo di varie sinergie.

Ogni nuova condizione, in quanto sconosciuta, fisiologica o patologica, è potenzialmente in grado di destabilizzare l'intero sistema.

Riassumiamo ora, con cenni sintetici sui principi fondanti, alcuni metodi di riprogrammazione sensitivo-motoria che possono presentare un certo interesse nella terapia dei disturbi dell'equilibrio. Questi metodi in ausilio o in alternativa alla terapia manuale, possono essere utili per eliminare disfunzioni vertebrali che giochino un ruolo causale o concausale nella genesi della sintomatologia vestibolare o per facilitare la correzione di schemi comportamentali inadeguati.

---

### 13.2 Riprogrammazione senso-motoria di Revel e Morin

Tutta l'attività posturale o dinamica è il risultato di una somma di strutture anatomiche (ossa, articolazioni, muscoli) e di meccanismi neurofisiologici che le gestiscono.

Dal punto di vista riabilitativo, si possono distinguere quattro livelli di riprogrammazione sensitivo-motoria:

1. il livello di base corrisponde all'organizzazione biomeccanica muscolo-articolare, le cui proprietà e capacità vanno conservate e rieducate. Nessuna rieducazione neuromotoria è possibile in presenza di rigidità articolari o retrazioni muscolari invincibili;
2. un secondo livello può essere considerata la gestione del tono posturale: queste attività riflesse sono molto significative non solo in caso di affezioni neurologiche, ma anche nel paziente indenne da tali lesioni, nel quale sono presenti in modo meno evidente; in determinati casi può essere utile riprogrammarle e facilitarle;
3. il terzo livello concerne la memorizzazione dei programmi sensomotori, che si ottiene con la ripetizione e l'allenamento, fino all'acquisizione automatica dei gesti;
4. il quarto livello è il controllo delle attività motorie mediante le afferenze sensitive e sensoriali. Il compito del rieducatore sarà quindi quello di utilizzare le diverse afferenze vestibolari, visive, uditive, pro-

priocettive cervicali e dorso-lombari, integrandole reciprocamente mediante adatti esercizi di facilitazione neuromuscolare propriocettiva, massoterapia ed agenti fisici, come il calore, il freddo, le vibrazioni, le correnti elettriche.

---

### 13.3 Presa di coscienza attraverso il movimento secondo Feldenkrais

“Se sapete quello che fate, potete fare quello che volete”  
([www.feldenkrais.it](http://www.feldenkrais.it)).

Questo metodo è basato sul principio della necessità di acquisire la consapevolezza delle proprie capacità sensitive e motorie, quindi del proprio corpo. Per Feldenkrais, ingegnere israeliano, il movimento è l'essenza stessa della vita: tutte le nostre azioni, i nostri pensieri, le nostre emozioni sono legate ai movimenti, che occupano gran parte dell'attività cerebrale e soprattutto alle strategie messe in atto dal SNC per resistere alla forza di gravità. È infatti alla primordiale paura di cadere (riflesso primitivo incondizionato, di origine vestibolare) che Feldenkrais addebita la successiva insorgenza di tutte le altre paure e sentimenti di angoscia, che sarebbero risposte apprese condizionate, base delle successive nevrosi. Il metodo in pratica consiste nel realizzare un processo di apprendimento chinestesico, per utilizzare le proprie capacità senso-motorie e muoversi col minimo di sforzo e il massimo di efficacia, utilizzando le proprie sensazioni: una visione sintetica dell'uomo, in cui si integrano corpo e mente. L'efficienza con cui ci muoviamo dipende dall'immagine che abbiamo di noi stessi, ma questa immagine non è, come potrebbe sembrarci, la sola possibile e immutabile; in realtà, secondo Feldenkrais, non è innata, ma si forma, quasi casualmente, nel corso della vita, quasi a nostra insaputa, dalla combinazione del nostro patrimonio genetico con le nostre esperienze. L'immagine di sé, sita nella corteccia cerebrale, non rappresenta l'insieme del corpo, ma solo le zone di attività volontaria; è un'immagine funzionale, che può essere modificata dall'apprendimento di nuove funzioni. Quindi non si tratta di curare delle lesioni o delle alterazioni di movimento, ma di apprendere a migliorare e ad ampliare il nostro rapporto con l'ambiente che ci circonda.

---

## 13.4 Metodo McKenzie

Robin McKenzie, fisioterapista neozelandese ([www.mckenzie-italia.com](http://www.mckenzie-italia.com)), ha sviluppato un metodo di trattamento del dolore vertebrale, introducendo l'idea che questo sia di origine meccanica, cioè che possa essere migliorato o peggiorato da movimenti o posizioni della colonna vertebrale. Da qui anche un attento esame dei movimenti del rachide che possano migliorare o peggiorare i sintomi e quindi la descrizione di un nuovo modello di diagnosi basato sulla sintomatologia e non sull'eziologia, che, come è noto, in molti casi non concordano. Aspetto importante di questo metodo è l'autotrattamento: la possibilità di far comprendere al paziente che non solo può modificare la sintomatologia, ma può prevenire le ricadute.

Gli esercizi e le posizioni di partenza sono applicate in modo progressivo, utilizzando forze crescenti, sino ad arrivare a vere manipolazioni vertebrali. Il metodo si ispira alle idee di E. Cyriax sul comportamento del disco e sulla sua importanza nella genesi del dolore vertebrale. Un concetto importante introdotto da McKenzie è quello della centralizzazione del dolore: il passaggio del dolore dall'arto inferiore (sciatica) al rachide lombare (lombalgia) viene considerato segno prognostico favorevole, mentre il decorso contrario, dal rachide lombare all'arto inferiore è considerato segno sfavorevole. Si considerano tre sindromi dolorose principali:

- la sindrome da postura, dolore provocato dal mantenere posture scorrette, che sottopongono le articolazioni intervertebrali ad una sollecitazione anomala e prolungata;
- la sindrome da disfunzione, dovuta allo stiramento delle fibre muscolari che si sono accorciate in seguito a traumi o posture scorrette o spostamenti del nucleo polposo del disco;
- la sindrome da *derangement* con compressione delle terminazioni nocicettive site nella parte esterna dell'*annulus*. È questa la causa della gran parte dei dolori lombari e sciatici.

Dal punto di vista dei disturbi di equilibrio, il metodo McKenzie può dimostrarsi utile sia per trattare problemi dolorosi del rachide, che possono interferire nella sua funzione di "effettore dell'equilibrio", specie se le manipolazioni vertebrali della medicina manuale e l'autotrazione non sono applicabili o non hanno dato risultati, sia nell'educare il paziente al mantenimento di corrette posture, ad esempio alla scrivania o in auto.

### 13.5 Metodo di rieducazione muscolare basato sui riflessi posturali di Bugnet van der Voort

È un metodo globale, statico e posturale, basato sulla facoltà dell'uomo di mantenere una postura contro l'azione di forze esterne. Di volta in volta, secondo necessità, il terapeuta fa assumere al soggetto una postura che permetta la diffusione dello sforzo necessario per mantenerla, dai muscoli più forti a quelli più deboli. Per mantenere questa postura, vengono dati dei punti di fissazione al tronco, agli arti, alle estremità, utilizzando speciali accorgimenti, come lettini, sedie, sbarre ideati *ad hoc*; a questo punto il terapeuta somministra al soggetto delle forze, a cui questo resiste e, nello stesso tempo, esegue delle "manipolazioni" di rinforzo e/o di allungamento muscolare. In tutto questo tempo il paziente non deve perdere la sua posizione di partenza.

Si mettono così in gioco agonisti e antagonisti, mentre la contrazione si estende di gruppo in gruppo muscolare e viene accentuata dagli stiramenti muscolari trasversali. Numerosi sono i meccanismi riflessi attivati, secondo van Gunsteren e coll.:

- il riflesso spontaneo di difesa;
- il riflesso di diffusione dello sforzo (legge di Pflueger);
- il riflesso miotattico;
- i riflessi di innervazione reciproca (leggi di Sherrington) da co-contrazione dei muscoli agonisti e antagonisti;
- i riflessi posturali dalle articolazioni e dai muscoli.

Questo metodo ha preceduto la "facilitazione neuromuscolare propriocettiva" di Kabat, Knott e Rood.

Quindi il metodo prescinde dal movimento volontario ed è basato su un lavoro isometrico che permette, utilizzando e mantenendo una posizione adatta, di trasmettere lo sforzo dai muscoli forti a quelli deboli e di obbligare gli antagonisti a uno sforzo pari a quello degli agonisti.

Numerose sono anche le indicazioni, quali le paresi con iper- o ipotonia, le patologie articolari dolorose, specie se aggravate dall'esercizio dinamico, le rigidità post-traumatiche da immobilizzazioni gessate prolungate.

Questo metodo è interessante perché rinforza la sensibilità propriocettiva e la presa di coscienza del corpo nello spazio con conseguente maggior capacità globale di controllo del movimento e dell'equilibrio.

---

### 13.6 Rieducazione posturale globale di Ph. E. Souchard

La rieducazione posturale globale (RPG), metodo che ha ottenuto un grande successo e che si rifà ai lavori di F. Mézières, si propone di risalire dalle conseguenze alle cause dei problemi anziché limitarsi a cercare una soluzione “locale” e limitata alla sintomatologia presentata dal paziente ([www.airpg.it](http://www.airpg.it)). Ciò si può ottenere mediante un intervento globale, cioè con una correzione contemporanea e consequenziale di tutte le modificazioni della funzionalità articolare intervenute nel tempo a seguito degli eventi fisici e psichici cui il paziente è stato esposto e il cui effetto si è propagato di gruppo in gruppo muscolare, interessando articolazioni lontane. Ciò vale soprattutto per i disturbi intervertebrali, che possono essere stati causati da fattori extravertebrali.

I disturbi funzionali, molte volte di origine traumatica, causano contrazioni antalgiche persistenti, anche a distanza dalla sede del danno primario; possono determinare microlesioni nelle strutture anatomiche ed infine innescare nuovi disturbi (danno secondario).

Questa premessa richiede che l'intervento rieducativo sia globale e ciò viene ottenuto utilizzando otto posture che permettono di stirare tutte le catene muscolari. Nella postura adatta al caso si procede nel lavoro di de-coaptazione e di detorsione articolare, stirando i muscoli interessati durante l'espiazione e trattando tutte le catene muscolari. Se compare dolore, si effettuano a scopo antalgico contrazioni isometriche in posizione eccentrica del muscolo (inibizione dell'agonista).

Le indicazioni del metodo sono ampie, specie in ortopedia, con una limitazione per le paralisi flaccide. È previsto anche un autotrattamento per prevenire le ricadute.

Dal nostro punto di vista il metodo può essere interessante sia per una globale ripresa della funzionalità artro-muscolare, sia per le modifiche che lo stiramento della muscolatura erettoria induce sulle curve vertebrali e sulla distribuzione dei segmenti corporei rispetto alla linea di gravità.

---

### 13.7 Rieducazione mediante le superfici percettive di E. Spadini

Il sistema si basa sulla stimolazione della sensibilità somatoestesica del tronco ([www.sanfilipponeri.roma.it](http://www.sanfilipponeri.roma.it)). Si utilizzano dei cilindretti con all'estremità una superficie emisferica oppure conica, in lattice o altro mate-

riale elastico, di altezza variabile da 3 a 7 cm. e di larghezza variabile tra 2 e 4 cm., denominati Superfici Percettive (Su-Per), disposte su un supporto che, fissato al lettino o, in caso di paraplegici, alla carrozzina, vengono posizionate a contatto della superficie corporea del paziente, in modo che la loro estremità superiore, corrispondente alla parte conica o sferica, entri in contatto diretto con il punto del tronco selezionato dal terapeuta. La distanza tra gli elementi Su-Per non deve essere inferiore al centimetro né superiore ai 2 cm.

Le semisfere o cilindretti smussati sono costruite in lattice o altro materiale dotato di elasticità diversa e variabile, per meglio dire di differente memoria, dal 40% al 100%, secondo le specifiche industriali. Si intende per memoria la capacità del materiale di riprendere nel più breve tempo possibile la forma originale.

Una memoria inferiore al 40% non riesce ad essere significativa, perché scarsamente percepita, raggiungendo appena una sufficiente azione antidecubito, mentre una memoria superiore all'80% causa un'eccessiva sollecitazione, spesso dolorosa. Al momento perciò le superfici maggiormente utilizzate sono quelle con memoria del 40%, del 60% e dell'80%.

Le indicazioni sono:

- le patologie neurologiche in cui vi sia coinvolgimento del controllo della stabilità del tronco;
- i disturbi dolorosi di origine vertebrale, in cui un'azione antalgica e di rilasciamento viene esplicata dalle Su-Per attraverso la stimolazione di recettori cutanei e di tipo propriocettivo situati in profondità. Come è noto, l'alterata scarica efferente in corso di disturbi vertebrali di tipo meccanico e infiammatorio di per sé rappresenta una notevole componente del circuito patologico contrattura muscolare-disturbo intervertebrale-dolore. La stimolazione passiva di punti *trigger* o punti riflesso-geni per mezzo delle Su-Per porta alla riduzione dei fenomeni dolorosi e della componente ipertonica di difesa.

Nell'ambito dei disturbi di equilibrio le superfici percettive hanno lo scopo di facilitare compiti percettivo-motori, con miglioramento del controllo del tronco e del bacino. In tal modo, facilitano i compiti che richiedono il controllo della postura seduta e in stazione eretta dello spostamento del peso corporeo, come ad esempio nell'appoggio monopodalico. Quest'ultimo aspetto è molto importante ai fini dell'organizzazione del passo. La ricerca del punto d'appoggio e la distribuzione del carico sono le funzioni organizzative sulle quali lavorare con le Su-Per. L'elaborazione di strategie motorie sempre più complesse viene consentita dalla presenza di superfici percepibili, disposte in modo non casuale dal terapeuta.

---

## 13.8 Kinesio® taping

Si tratta di una tecnica basata sull'applicazione di uno speciale nastro adesivo elastico sulla cute ([www.kinesioitalia.it](http://www.kinesioitalia.it)). Il posizionamento è differente dal bendaggio funzionale e si pone lo scopo di ripristinare una funzionale tensione muscolare, in modo da migliorare il drenaggio linfatico sottocutaneo e di ridurre i processi infiammatori a carico della muscolatura. In questo senso, ai muscoli non viene attribuito solamente il compito di muovere il corpo, ma anche di controllo della circolazione dei fluidi venosi e linfatici. Il nastro ha lo stesso spessore e la stessa elasticità della pelle, aderisce mediante un collante acrilico, anallergico e termosensibile, è traspirante e resistente all'acqua e non contiene alcuna medicazione né lattice. L'applicazione del *tape* attiva, inoltre, quello che è definito "effetto presenza" a livello dei recettori articolari, muscolo-tendinei e cutanei, con conseguente aumento delle informazioni propriocettive. Pertanto, nell'ambito dei disturbi di equilibrio, può essere integrato con tecniche senso-motorie.

---

## 13.9 Rieducazione della vita sedentaria

Un aspetto particolare dei disturbi dell'equilibrio nella situazione socio-economica attuale è rappresentato da quelle sensazioni di malessere, capogiro, instabilità, riconducibili ad una vita sedentaria con lunghe ore passate in auto o alla scrivania, lavorando al computer. Al fine di ridurre l'impatto di queste situazioni, ISICO (Istituto Italiano Colonna, [www.isico.it](http://www.isico.it)) ha preparato dei protocolli definiti *desk-gym*, cioè esercizi eseguibili sul posto di lavoro e *traffic-gym*, esercizi eseguibili in auto. Anche in questo caso gli esercizi, riconducibili a protocolli standardizzati, andrebbero personalizzati.

---

### 13.9.1 Desk-gym

Il programma di *desk-gym* non è un programma di trattamento, ma un'occasione di allenamento di base dell'apparato muscolo scheletrico nel complesso e della colonna vertebrale in particolare, rivolto a tutti quei soggetti che svolgono un lavoro sedentario e non riescono a praticare regolarmente un'attività motoria o sportiva.

Va interpretato come un utile strumento preventivo delle disfunzioni generate dal prolungato mantenimento della posizione seduta e quindi rientra nei possibili interventi di protezione della salute del lavoratore regolati dalla legge 626.

---

### 13.9.2 *Traffic-gym*

È costituita da un gruppo di 10 esercizi di base per il mantenimento della mobilità e della forza muscolare della colonna cervicale, delle spalle, del bacino e degli addominali. È possibile effettuare tutti gli esercizi in posizione seduta e quindi anche in macchina al mattino, sfruttando i semafori che bisogna superare per arrivare al lavoro. È un'occasione di allenamento minimo ma, in certe situazioni di assoluta sedentarietà, il minimo è comunque uno stimolo rieducativo sufficiente. Si consiglia di ripetere gli esercizi almeno 5 volte ciascuno. Il programma dei 10 esercizi di *traffic-gym* è consultabile e scaricabile gratuitamente via internet ([www.isico.it](http://www.isico.it)).

# Terapia fisica strumentale

Nell'ambito della terapia fisica e riabilitativa, ci si può avvalere di varie tecniche che utilizzano mezzi fisici o strumentazioni atte a stimolare i riflessi di equilibrio e/o motori.

La terapia fisica strumentale, iniziata a diffondersi negli anni trenta, si basa sull'impiego di calore, luce, elettricità, onde elettromagnetiche, ultrasuoni ecc., per la cura di varie affezioni dell'apparato muscolo-scheletrico.

Tra le varie terapie fisiche, riteniamo che il laser possa talora trovare indicazione nel trattamento dei disturbi di equilibrio di origine vertebrale, come ad esempio nelle sequele di traumi distorsivi cervicali, mentre l'elettrostimolazione transcutanea (TENS), abitualmente utilizzata a scopo antalgico, trova specifica indicazione nella cura riabilitativa delle vertigini.

Per la terapia rieducativa vestibolare strumentale si utilizzano apparecchiature o strumenti (ad esempio il tappeto propriocettivo) volte alla sollecitazione dei riflessi di equilibrio, con la finalità di facilitare l'apprendimento di comportamenti motori atti a compensare la lesione vestibolare.

---

### 14.1 Laser

Acronimo di *light amplification stimulated emission of radiation* (amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazioni), il laser è in sostanza un raggio di luce con particolari caratteristiche, la monocromaticità, la coerenza, la collimazione, la brillantezza, che viene prodotto dal passaggio di un raggio luminoso attraverso un materiale attivo, solido o gassoso, che gli conferisce le caratteristiche anzidette. Tipica di un laser è la lunghezza d'onda, specifica per ogni materiale attivo impiegato e che conferisce al raggio laser la capacità di penetrazione e di assorbimento da parte dei tessuti. La lunghezza d'onda, utile ai fini clinici, varia in genera-

le da 600 a 1.200 nm. Una seconda caratteristica importante è la potenza, cioè la quantità di energia che viene trasmessa ai tessuti. Vi sono quindi diversi tipi di laser e diverse indicazioni cliniche. Sotto il profilo terapeutico sono in uso quattro tipi di laser:

1. il laser a semiconduttori o diodi (GaAs, 904 nm), a bassa potenza, con efficacia attualmente ben documentata nella riduzione del dolore miofasciale;
2. neodimio-Yag, laser di grande potenza, utilizza materiali come l'ittrio e l'alluminio granato, lunghezza d'onda 1064 nm;
3. anidride carbonica, lunghezza d'onda 10600 nm, con potenza elevata e penetrazione ridotta, molto usato in medicina fisica;
4. elio-neon, lunghezza d'onda 632,8 nm, potenza e penetrazione limitate, anch'esso utile nel dolore miofasciale.

Gli effetti del laser sui tessuti sono l'aumento del flusso ematico, con azione antiflogistica e antiedemigena, stimolazione del ricambio elettrolitico cellulare, con incremento dei processi metabolici, stimolazione dell'attività dei fibroblasti con aumento della produzione di collagene e innalzamento della soglia del dolore. Minimo o nullo è invece l'effetto termico.

Le indicazioni, quindi, sono dolore miofasciale, algie articolari, zone muscolari contratte e dolenti, entesopatie, *tender point*, *trigger point* e *trigger area*.

---

## 14.2 Elettrostimolazione transcutanea (TENS)

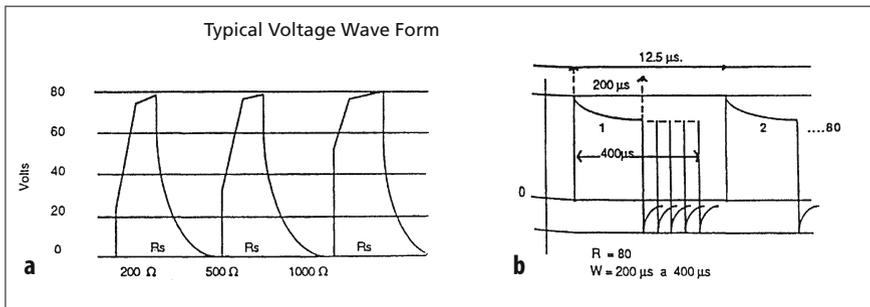
L'elettrostimolazione è una tecnica non invasiva che consente una stimolazione elettrica dei muscoli o dei nervi mediante l'applicazione di correnti alla cute, per mezzo di elettrodi di superficie. Le caratteristiche, le dimensioni e la sede di applicazione degli elettrodi e le caratteristiche dell'onda erogata giocano un ruolo fondamentale nel determinare gli effetti dell'elettrostimolazione. In generale, l'effetto sensoriale dell'elettrostimolazione è complesso, in quanto determina la contemporanea attivazione di fibre somatoestesiche e di fibre propriocettive. Il substrato per l'utilizzo della TENS nella terapia riabilitativa delle vertigini è la sostituzione sensoriale come descritto nel Capitolo 11. Si è inoltre dimostrato che la stimolazione elettrica di superficie paravertebrale può determinare gli stessi effetti della stimolazione labirintica calorica a livello delle vie vestibolo-spinali e vestibolo-corticali. Infatti, entrambe le stimolazioni modifica-

no nel normale i riflessi di Hoffmann registrati dal muscolo soleo, inducendone una facilitazione oppure un'inibizione a seconda dell'orecchio irrigato o del lato cervicale elettrostimolato, come pure, nei pazienti affetti da emisomatoagnosia (*neglect*) da lesioni ischemiche cerebrali, si oppongono alla percezione patologica dello spostamento del centro corporeo prodotta dalla lesione.

Si utilizza un elettrostimolatore in grado di erogare un'onda bifasica quadra modulata e filtrata con intensità media della corrente erogata di  $0.9 \mu\text{A}/\text{mm}^2$ , intensità della corrente impulsiva di  $30 \mu\text{A}/\text{mm}^2$  e potenza massima dell'impulso di 5 Watt. La durata media della stimolazione è di  $100 \mu\text{sec}$  e la frequenza è di circa 80 Hz (Fig. 14.1, Fig. 14.2). Gli elettrodi sono piccoli ( $2 \text{ cm}^2$ ) e posizionati in due coppie. In ciascuna coppia, gli elettrodi distano circa 1-2 cm. Una coppia viene posizionata sul muscolo trapezio di un lato, mentre l'altra sui muscoli paravertebrali nuchali contralaterali. La posizione è crociata per seguire la sinergia di attivazione mu-



**Fig. 14.1** Apparecchio utilizzato per la stimolazione elettrica vestibolare (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS.* Springer-Verlag Italia)



**Fig. 14.2 a, b** Tipica onda fornita dall'elettrostimolatore per indurre effetti vestibolari (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS.* Springer-Verlag Italia)

scolare che si ha tra trapezio e muscolatura nucale durante la rotazione del capo. In base alla disposizione degli elettrodi, si può determinare la facilitazione di una via vestibolo-spinale e la contemporanea inibizione di quella controlaterale. In particolare, viene facilitata la via vestibolo-spinale controlaterale al lato della stimolazione paravertebrale. Così, per facilitare gli estensori di destra, posizioneremo gli elettrodi sui paravertebrali nucali di sinistra e sul trapezio di destra.

L'elettrostimolazione è particolarmente indicata nelle situazioni di asimmetria vestibolare, sia statica (Romberg), sia oculomotoria (prove labirintiche).

La facilità di applicazione e il minimo ingombro dell'apparecchiatura consentono di effettuare la stimolazione anche durante l'esecuzione degli esercizi riabilitativi.

---

### 14.3 Tappeto propriocettivo

Molti degli esercizi di tipo propriocettivo vengono abitualmente effettuati anche con l'ausilio di un tappeto di gommapiuma che riduce le informazioni plantari, destabilizza la caviglia e costringe il soggetto a mantenersi in equilibrio, utilizzando al meglio le informazioni propriocettive, otolitiche e visive (se presenti). Si possono progettare esercizi differenti, quali:

- con le gambe divaricate, aiutandosi con le braccia, il paziente di fronte allo specchio, cerca di mantenere la stabilità;
- nella stessa posizione, resiste alle spinte laterali impresse dal terapeuta;
- compie esercizi volontari con il bacino, senza le braccia, restringendo progressivamente la base d'appoggio oppure incrociando le gambe;
- il paziente è in piedi sul materasso mentre legge un libro (a voce alta). Le sue braccia sono estese e quindi inizia a muovere il libro avanti e indietro durante la lettura;
- cammina sul posto (*stepping*), eventualmente anche con occhi chiusi oppure leggendo un libro.

---

## 14.4 Lenti prismatiche

I prismi deviano i raggi luminosi sulla retina (verso la base) e, per il riflesso della fusione, provocano uno spostamento correttivo di senso opposto dell'asse oculare (verso l'apice).

Agiscono modificando la tensione dei muscoli oculomotori e, quindi, il messaggio propriocettivo oculomotore in ingresso al sistema dell'equilibrio.

La variazione della tensione dei muscoli oculomotori può modificare il tono posturale; da qui l'utilizzo delle lenti prismatiche nella correzione delle asimmetrie posturali.

Gagey (1988) ha osservato che il tono dei muscoli estensori degli arti inferiori viene modificato dall'apporto dei prismi secondo la "legge dei canali": un prisma che devia il raggio luminoso in direzione opposta a quella dell'azione preferenziale di un dato muscolo oculomotore ha lo stesso effetto sul tono dei muscoli estensori degli arti inferiori, della stimolazione del canale semicircolare che controlla quello stesso muscolo oculomotore.

I prismi possono quindi essere impiegati per facilitare il tono estensorio antigravitario di un lato oppure per la correzione delle oscillopsie derivanti da nistagmi spontanei di II o III grado, sia di natura centrale sia periferica. I prismi sono posizionati con la base diretta verso il lato della fase rapida del nistagmo.

---

## 14.5 Pedana oscillante con labirinto

La pedana è uno strumento concepito per la cura e la rieducazione delle patologie della colonna vertebrale (Kollmitzer e coll., 2000) e delle articolazioni degli arti superiori e inferiori. È costituita da una tavola con una base d'appoggio per i piedi. Tale tavola appoggia su una palla, il cui grado di tensione (può essere gonfiata o sgonfiata secondo le necessità) determina il grado di instabilità della tavola stessa, quando il paziente è in piedi su di essa. Nella parte anteriore della tavola è stato ricavato un percorso a labirinto nel quale, restando in equilibrio, con l'azione degli arti infe-

riori si deve guidare una biglia con l'intento di farla arrivare al centro della struttura, grazie a movimenti impressi durante gli esercizi (Fig. 14.3). Una coppia di bastoncini da sci solidali con la tavola completano la dotazione, consentendo un appoggio "guidato" del tronco. Gli esercizi vengono effettuati con il controllo diretto e attivo del terapeuta. Possono essere eseguiti tra le parallele, per consentire un appoggio supplementare "esterno" al paziente.

Si possono eseguire tre gruppi di esercizi:

1. esercizi di rieducazione muscolare (ad esempio da seduti utilizzando solo un piede);
2. esercizi di coordinazione in equilibrio;
3. esercizi di coordinazione tra arti superiori e inferiori, posizionando i piedi uno in avanti uno indietro e alternando il movimento delle braccia in avanti e indietro come nel cammino (Fig. 14.4).



**Fig. 14.3** Labirinto su piattaforma ondulante "Dae-dalus" (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS*. Springer-Verlag Italia)



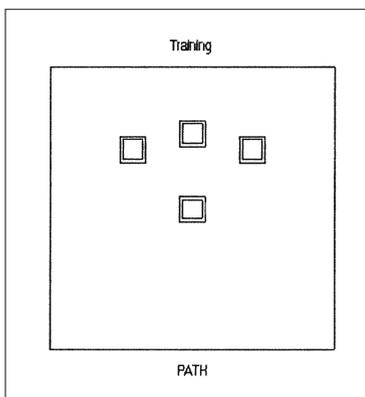
**Fig. 14.4** Il paziente muove la palla nel labirinto con i bastoncini posizionati nei fori anteriori (Da: Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS*. Springer-Verlag Italia)

### 14.6 Rieducazione del “centro di gravità” mediante *feedback* visivo (esercizi con pedana stabilometrica computerizzata)

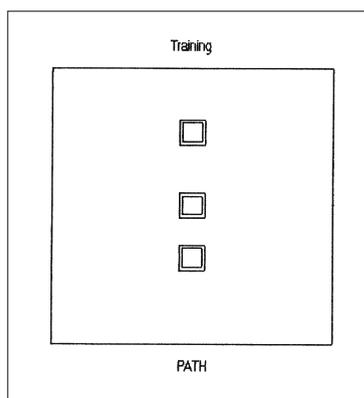
Le pedane stabilometriche sono in grado di fornire sullo schermo del proprio computer una rappresentazione grafica della proiezione del centro di pressione sulla pedana, dimostrandone così gli spostamenti del centro di gravità (di massa) durante la stazione eretta. In tal modo, viene fornito al soggetto un *feedback* visivo che gli consente di controllare in ogni istante la posizione del proprio centro di gravità. È quindi possibile programmare esercizi riabilitativi che si basino sull'utilizzo di tale *feedback* visivo (Fig. 14.5). È bene ricordare che le metodiche in uso si riferiscono specificatamente al trattamento dei disturbi della stazione eretta. Gli esercizi consistono in compiti motori, da eseguirsi nell'ambito del proprio perimetro di stabilità (cosiddetto limite di stabilità). In altri termini, il soggetto “vede” sullo schermo la proiezione del proprio centro di gravità e deve o mantenerlo stabile in determinate posizioni oppure muoverlo in alcune direzioni, con una certa rapidità. I parametri sui cui agire sono infatti tre: la direzione e la rapidità dello spostamento, il tempo di stabilità nella nuova posizione (Fig. 14.6, 14.7).



Fig. 14.5 Stabilometria con retroazione visiva: Balance Master (per gentile concessione di Neurocom, Clackamas, Oregon)



**Fig. 14.6** Esercizi di rieducazione stabilometrica con retroazione visiva per aumentare i muscoli antigravitari posteriori, eseguibili anche con prismi di 3° con le basi esterne (per gentile concessione di Neurocom, Clackamas, Oregon)



**Fig. 14.7** Esercizi di rieducazione stabilometrica con retroazione visiva per aumentare le oscillazioni antero-posteriori, eseguibili con prismi di 3° con le basi esterne (per gentile concessione di Neurocom, Clackamas, Oregon)

La corretta esecuzione della rieducazione mediante retroazione visiva necessita la combinazione coordinata delle strategie di anca e di caviglia, se lo spostamento richiesto del centro di gravità è ancora nei limiti del perimetro di stabilità. Se lo spostamento è al di fuori di detti limiti, il paziente reagirà con un saltello o uno spostamento rapido di una gamba o di tutto il corpo, cambiando radicalmente posizione, per non cadere (Fig. 14.8).

## 14.7 Rieducazione e allenamento visuo-proprioceettivo ad alta frequenza (Sistema Delos)

Nella realtà quotidiana, soprattutto in movimento, la percezione del centro di gravità è inconscia e il suo controllo avviene in modo automatico,

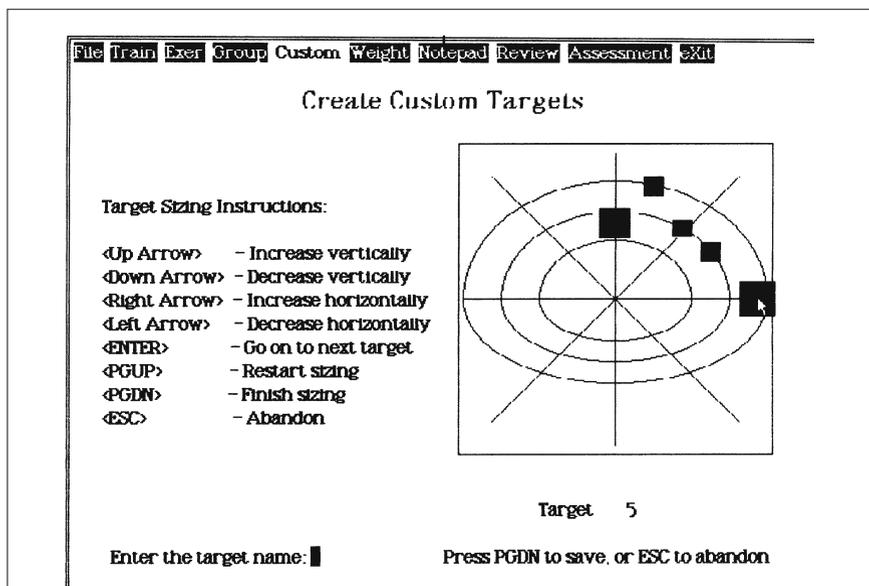
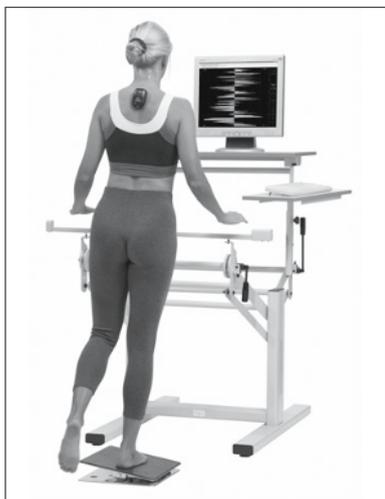


Fig. 14.8 Preparazione di un programma di retroazione visiva ai limiti del perimetro di stabilità (Per gentile concessione di Neurocom, Clackamas, Oregon)

usando come riferimenti non la sua proiezione visiva ma gli elementi dell'ambiente: lo stipite di una porta, un tavolo, un semaforo. L'integrazione senso-motoria necessita che la rieducazione del centro di gravità avvenga, in una fase successiva, anche in modo inconscio ed automatico. A tale scopo, si può utilizzare la strumentazione Delos già illustrata nel Capitolo 9 ([www.delos-international.com](http://www.delos-international.com)). Il sistema è in grado di sollecitare il controllo dell'equilibrio attraverso aggiustamenti posturali ad alta frequenza, per lo più attraverso il servo-controllo visivo, in modo pressoché automatico. Per la rieducazione si utilizzano sia gli accelerometri, che forniscono la visualizzazione del *feedback*, sia la tavola propriocettiva basculante elettronica. La combinazione consente di agganciare i centri sottocorticali del soggetto al segnale visivo visualizzato sul monitor in tempo reale. Tale aggancio induce flussi propriocettivi ad alta frequenza in grado di riprogrammare il sistema di controllo posturale e del movimento (Fig. 14.9).

L'operatore può scegliere tra oltre 100 protocolli automatici di lavoro e tra numerose sedute predefinite in base alla patologia oppure alle esigenze del paziente. Esistono oltre 40 percorsi e compiti modificabili ed è possibile costruire un programma riabilitativo o di allenamento personalizzato o modificare uno di quelli già presenti. Sulla base dei dati raccolti in



**Fig. 14.9** Sistema Delos costituito da una tavola di Friedman. Il feed-back è fornito sia dalla tavola sia da accelerometri posizionati sul tronco e/o sul capo

oltre 10 anni di ricerca e applicazione del sistema, è possibile l'interpretazione dei risultati con refertazione automatica, senza necessità di particolari competenze dell'operatore che può comunque aggiungere al referto commenti e indicazioni.

---

## 14.8. Biofeedback

“Il *biofeedback* può essere definito come la tecnica che utilizza una strumentazione, in genere elettronica, per indicare all'individuo alcuni dei suoi eventi fisiologici interni, normali o anormali, sotto forma di segnali visivi oppure acustici, allo scopo di addestrarlo a controllare tali eventi, altrimenti involontari e non percepibili, mediante il controllo dei segnali che gli vengono presentati”. Abbiamo riportato la definizione data da Basmajian (1989), massimo studioso di questi fenomeni, come quella più semplice e chiara. Quindi il *biofeedback* (BFB), o retroazione biologica, rendendo coscienti per il soggetto fenomeni fisici altrimenti inconsci, gli dà la possibilità di modificarli. Questo processo può essere seguito e controllato da un terapeuta, che mettendo in atto adatte tecniche di apprendimento, può favorire per il soggetto un più facile raggiungimento del risultato e controllarne obiettivamente il conseguimento.

Molti fenomeni fisici sono stati monitorizzati, in gran parte con sistemi elettronici; tra quelli che hanno dato i migliori risultati clinici possiamo annoverare la misura del reclutamento delle unità motorie dei muscoli mediante elettromiografia di superficie (BFB EMG), ma anche il rilevamento della temperatura periferica e quindi della vasocostrizione e vasodilatazione cutanea per la terapia dell'emicrania, quello della pressione arteriosa, della frequenza cardiaca e del respiro.

Gli aspetti neuro psicologici del circuito stabilito tra il soggetto e gli apparecchi di BFB sono molto complessi ed esulano da questa trattazione. L'informazione in tempo reale, proveniente dagli apparecchi, determina una serie di processi, non tutti ancora ben definiti, finalizzati alla modificazione del comportamento nella direzione desiderata dal soggetto.

Il BFB agirebbe come “condizionamento operante” secondo le teorie di Skinner. Il condizionamento operante si distingue da quello pavloviano, in cui vi è una stimolazione che elicitava una risposta, entrambe specifiche (campanello=salivazione), per essere volontario e basato su un processo di prove ed errori: non elicitava la risposta, ma la rinforza e ne incrementa la frequenza. Altre ipotesi relative ai meccanismi del BFB si basano sulle teorie cognitive dell'apprendimento: quando si realizza un movimento si stabilisce una relazione tra quattro elementi fondamentali:

- le condizioni iniziali, cioè le informazioni ricevute prima del movimento;
- le specificazioni di risposta, cioè la memorizzazione delle caratteristiche del movimento eseguito;
- le conseguenze sensoriali, cioè le informazioni ricevute da tutti i canali nel corso dell'effettuazione del movimento stesso;
- il risultato ottenuto.

Da questi elementi si forma uno “schema”, cioè un insieme di regole che permette di ripetere l'atto motorio adattandolo alle circostanze attuali e modificandolo mediante la “conoscenza del risultato” e, quindi, la “classificazione dell'errore”. Il BFB, fornendo dati precisi e quantificabili, è in grado di “ripristinare, potenziare o sostituire il sistema di classificazione degli errori”(Basaglia).

Le applicazioni terapeutiche cliniche del BFB EMG sono numerose e comprendono sia quelle in cui si utilizza solo un rilasciamento muscolare, come nelle cefalee muscolo-tensive e cervicogeniche, nell'emicrania, nel torcicollo psicogeno, negli stati muscolo-tensivi del rachide, nella fibromialgia, sia quelle che mirano a compiti motori, come nell'emiplegia, nei trapianti di muscoli, nelle ipostenie post-traumatiche.

Il BFB EMG può essere usato anche a scopo diagnostico, sia nella fase iniziale, sia poi per monitorizzare i risultati terapeutici. Esistono atlanti per il preciso posizionamento degli elettrodi sui muscoli e tavole che riportano i valori fisiologici per ciascun muscolo.

Nei disturbi di equilibrio le più comuni apparecchiature di *biofeedback* impiegate sono le piattaforme stabilometriche con *feedback* visivo per il controllo posturale, come precedentemente illustrato. Un campo specifico di applicazione del BFB EMG nei disturbi di equilibrio riguarda la possibilità di modificare l'attività muscolare e, quindi, di agire su quel vasto territorio propriocettivo che è nel contempo recettore ed effetto dell'equilibrio. L'apparecchio usato per realizzare questo *feedback* muscolare è l'elettromiografo, strumento in grado di registrare il potenziale d'azione elettrico generato dal nervo e che poi si propaga lungo la fibra motoria, provocandone la contrazione; in sostanza viene rilevato il reclutamento delle unità motorie, che come è noto sono formate da un motoneurone  $\alpha$  e dalle fibre muscolari innervate dal suo assone, e quindi l'intensità della contrazione di un dato muscolo. I segnali così rilevati vengono inviati ad un amplificatore differenziale, in grado di filtrare ed eliminare i segnali che non provengono dall'attività monitorata o che non devono essere utilizzati, di amplificare il segnale biologico principale; di raddrizzare la corrente alternata del segnale proveniente dal muscolo in corrente continua che può essere memorizzata e trasformata in impulsi luminosi o sonori o in immagini su uno schermo video. L'apparecchio permette di determinare anche il livello di intensità dello stimolo ricevuto a cui emettere il segnale di *feedback* e, quindi, di utilizzare delle scale più o meno sensibili per valutare i fenomeni biologici.

Il BFB EMG può ottenere, coscientizzando l'attività della muscolatura striata del rachide e del capo, sia un intenso rilasciamento di detti muscoli, sia un selettivo lavoro di rinforzo di muscoli "fasici", ma anche di quelli a vocazione tonica, come gli erettori del rachide, che svolgono una attività prevalentemente automatica e quindi scarsamente cosciente. Ciò consente di utilizzarlo nel dolore di origine vertebrale, ma anche nei disturbi di equilibrio in cui sia implicato il sottosistema somato-sensoriale. La possibilità di modificare l'attività di un muscolo, e, quindi, anche il *pattern* motorio a cui partecipa, ha permesso di osservare evidenti modifiche dell'assetto posturale, che in un primo tempo coscientizzate e realizzate mediante l'apparecchiatura, possono poi esserlo senza di questa, fino a divenire automatiche e inconse.

Il trattamento dei disturbi di equilibrio di origine propriocettiva inizia con un test teso a valutare la capacità del soggetto di attuare la realizza-

zione del circuito di *feedback* paziente-apparecchio e, con la registrazione dei valori di base di diversi muscoli, in varie condizioni statiche. Seguono i primi esercizi di modifica del tono muscolare, che si effettuano sui trapezi che sono più facili da controllare. Quando il soggetto si rende conto di aver acquisito questa capacità, comincia ad avere meno paura di modificare la sua postura e quindi di incorrere nel disequilibrio. A questo punto inizia un lavoro di trasferimento di queste nuove capacità ad altri muscoli, che vengono coinvolti nel processo di rilasciamento-riassetto posturale. Nello stesso tempo, si iniziano esercizi guidati dal terapeuta, per rinforzare gruppi muscolari degli arti inferiori per conferire una migliore stabilità e dei muscoli del collo, onde riposizionare il capo in rapporto alla modificata posizione delle spalle. Poco a poco, ma in genere in 10-15 sedute, il paziente perde gli atteggiamenti di difesa e la paura. La postura, cioè i rapporti tra capo, colonna, bacino, arti si modifica e, per quanto consentito dalle condizioni articolari, questi rapporti tendono a una collocazione più fisiologica. Possiamo dire così che nuovi schemi di movimento fisiologici vengono ricostruiti, rinforzati e memorizzati. Infatti non è più necessario in seguito l'uso di apparecchi per continuare a mantenere per lungo tempo il controllo sugli eventi fisiologici. Anche il dolore muscolare, soprattutto a livello cervicale, tende a diminuire ed a scomparire, facilitando così la riprogrammazione sensitivo-motoria globale.

In caso di più gravi dolori vertebrali che possano ostacolare l'instaurazione di *pattern* fisiologici, sono opportuni i trattamenti accennati, come le manipolazioni vertebrali e l'autotrazione o, in caso di rigidità o di un dolore cronico che possa essere condizionato da debolezza dei muscoli erettori del tronco, procedere a esercizi di stabilizzazione spinale, che possono essere più agevolmente insegnati sempre mediante l'uso di BFB EMG.

---

### 14.9 Autotrazione lombare: un metodo di riprogrammazione sensitivo- motoria

*Autotrraction* è un metodo totalmente originale, inventato da G. Lind (Dipartimento di Neurofisiologia e Neurochirurgia dell'Università "Karolinska Institutet" di Stoccolma) e perfezionato da E. Natchev, per il trattamento delle lombosciatalgie. Questo metodo impiega uno speciale letto (Fig. 14.10) con due piani mobili verso l'alto e verso il basso ed in rotazione; si può anche inclinare il piano del letto da 0° a 90°. Alle due estremità



**Fig. 14.10** Letto per autotrazione. Si evidenziano le possibilità di inclinazione del letto in toto e/o dei due piani mobili

della tavola delle sbarre permettono al paziente di trazionarsi con gli arti superiori (da qui il nome autotrazione) e/o di spingersi con gli arti inferiori. Il paziente è vincolato da due cinture, una addominale e l'altra toracica; la prima è fissata all'estremità inferiore della tavola e, per mezzo di un dinamometro a molla, serve a opporre una controresistenza graduale alla trazione effettuata dagli arti superiori o alla spinta degli arti inferiori; l'altra è fissata alle sbarre dal lato del capo e sostiene il paziente quando il letto è inclinato.

L'azione combinata delle varie posizioni delle parti della tavola e delle inclinazioni/rotazioni della tavola *in toto*, consente, in linea generale, di combinare trazioni per gravità della colonna dorsale inferiore e lombare, con specifica azione sulla cerniera dorso-lombare, con tecniche di posizionamento tridimensionale.

Posizionato il paziente supino e fissato al letto con le cinghie, si ricerca, anche sulla base dell'esame clinico, una posizione antalgica "totale": la grande adattabilità del letto permette di trovarla rapidamente in una delle quattro posizioni possibili, sul fianco destro o sinistro, supino o prono.

Una volta trovata questa posizione, vi sono diverse strategie possibili che in generale si possono così raggruppare:

- posizioni fisse in trazione per gravità che vengono modificate di seduta in seduta;
- posizioni in trazione per gravità in cui si eseguono movimenti con i piani del letto, mentre il paziente rimane passivo;
- trazioni o spinte con gli arti e spostamenti dei piani del letto, da parte dell'operatore, verso una posizione opposta a quella di partenza, nelle pause tra le trazioni/spinte effettuate dal paziente;
- trazioni o spinte con gli arti e spostamenti dei piani del letto, da parte dell'operatore, verso una posizione opposta a quella di partenza, durante le trazioni/spinte effettuate dal paziente.

Con i movimenti dei piani del letto, si modifica gradualmente durante le sedute la posizione del rachide verso una contro posizione in genere opposta a quella dell'inizio, mentre il paziente si tira o è in trazione per gravità. Se un dolore compare dopo un movimento del letto, si ritorna alla posizione precedente senza alcuna conseguenza negativa; si proseguirà il trattamento nella seduta successiva. Alla fine di ogni seduta il paziente può essere verticalizzato gradualmente chiedendogli di segnare il passo, dopo aver posizionato una apposita piattaforma al posto della sbarra inferiore. Viene così facilitato l'adattamento posturale mediante una riattivazione graduata e calibrata dei riflessi di stiramento.

Di seduta in seduta si libera dal dolore una sempre più grande ampiezza di movimento: alla fine del trattamento il paziente non ha più la contrazione antalgica e può muovere la colonna nelle direzioni che erano dolorose o bloccate; i segni neurologici e della dura madre spariscono ed il paziente non ha più dolore. La seduta dura in media una mezz'ora, poichè è necessario effettuare delle pause tra i movimenti del letto; il numero delle sedute necessarie è in media 8.

Benché l'autotrazione sia stata proposta e venga utilizzata primariamente per la cura della lombosciatalgia, il presupposto neurofisiologico della sua azione ne consente l'impiego anche nell'ambito della riprogrammazione posturale. Infatti, se esaminiamo le caratteristiche che compongono il trattamento con autotrazione, vediamo che vi è l'associazione di:

- un esercizio di contrazione volontaria quasi isometrica, che determina una compressione sul disco e su tutto il segmento mobile, quindi con stimolazione dei propriocettori articolari;
- un movimento passivo, paragonabile alle "spinte" in uso nella rieducazione propriocettiva nel metodo dei riflessi posturali, ma molto limita-

- to e in direzioni ben precise, basate sull'osservazione del paziente;
- il mantenimento di una posizione non abituale del corpo nello spazio. In tal modo, i segnali gravitazionali vestibolari (riferimento geocentrico) vengono comparati nel SNC con informazioni propriocettive (riferimento egocentrico) inusuali. Inoltre, il raggiungimento lento e graduale di una posizione poi mantenuta in posizione antalgica attiva i riflessi propriocettivi.

A questi fenomeni propriocettivi si associano altre azioni. A livello meccanico si ottiene una mobilitazione delle articolazioni interapofisarie posteriori, un'azione sui dischi con modificazione dei rapporti nucleo-annulus o dell'eventuale materiale erniario con le strutture nervose adiacenti.

In via riflessa, verosimilmente, si modificano/riattivano i riflessi artromuscolari, mediante le forze compressive che si esercitano sul segmento mobile, senza utilizzare movimenti dolorosi, con attivazione degli interneuroni e dei meccanismi di filtro del dolore secondo il modello del *gate control*. Inoltre, secondo Tesio, poiché il sistema venoso del rachide è ampiamente anastomotico e senza valvole, la pressione intra-addominale che si sviluppa durante la parte attiva del trattamento eserciterebbe un'azione di pompaggio sulle vene epidurali con risoluzione dei fenomeni algo-congestivi sviluppatisi nel loro territorio.

Come abbiamo già visto, nei pazienti con vertigine o disturbi dell'equilibrio, la condizione biomeccanica e riflessa del rachide lombo-sacrale è particolarmente importante nel condizionare un automatico passaggio dalla strategia di caviglia a quella di bacino nel controllo dell'equilibrio statico e nel passaggio dalla strategia alto/basso a quella basso/alto nel controllo dell'equilibrio dinamico.

Pertanto, da un lato la concomitanza di patologia dolorosa del rachide lombo-sacrale può non consentire l'applicazione adeguata delle tecniche manuali, dall'altro l'autotrazione può agire in modo specifico come una sofisticata tecnica di rieducazione sensitivo-motoria.

Quindi l'autotrazione nell'ambito delle vertigini è indicata in pazienti con concomitante dolore lombare e sciatico di origine disco-radicolare, soprattutto da ernia discale ritenuta del 3°, 4°, 5° disco lombare (stadio 4°A della classificazione di Modic, 1989). Le controindicazioni sono:

- tumori, spondilodisciti, fratture;
- ernie discali espulse e migrate;
- scoliosi strutturali;
- spondilolisi e olistesi;
- gravidanza;

- sciatica paralizzante;
- sindrome della “cauda equina”.

Una TAC o una RMN della colonna lombosacrale sono assolutamente obbligatorie prima del trattamento.

# Terapia farmacologica

La terapia farmacologica va distinta tra terapia sintomatica e terapia specifica. È opportuno illustrare dapprima il complesso substrato neurochimico del sistema vestibolare, per utilizzare in modo adeguato le molteplici sostanze proposte in Letteratura.

---

## 15.1 Neurotrasmettitori e farmaci

L'attività neurochimica del sistema vestibolare è gestita da numerosi neurotrasmettitori che attivano complesse reti sinaptiche interagenti tra loro. Seppure in modo molto schematico, è possibile individuare nell'apparato vestibolare regioni anatomico-funzionali in cui prevalgono particolari circuiti sinaptici e si possono identificare almeno quattro neurotrasmettitori maggiori nel sistema vestibolare coinvolti nell'arco trineurale tra le cellule ciliate labirintiche e i nuclei oculomotori o spinali:

- il glutammato, il più importante neurotrasmettitore eccitatorio;
- l'acetilcolina, agonista sia periferico, sia centrale che interessa i recettori muscarinici e nicotinici;
- l'acido gamma-aminobutirrico (GABA), neurotrasmettitore inibitorio;
- la glicina, neurotrasmettitore inibitorio.

Riporteremo ora la distribuzione dei principali neurotrasmettitori nelle strutture del SV e ricorderemo i principali farmaci che agiscono su tali strutture.

---

### 15.1.1 Acetilcolina

È presente a livello della giunzione tra nervo vestibolare e nuclei vestibolari, nella reticolare attivante pontina paramediana, nei sistemi di controllo vestibolo-spinali. Recettori colinergici si trovano nelle sinapsi tra fibre

muscolari e corteccia cerebellare e, probabilmente, nelle sinapsi delle cellule di Golgi. Le vie vestibolo-spinali sono colinergiche.

### **Farmaci**

- Citicolina: ha dimostrato sia clinicamente sia con sperimentazioni in aperto di interagire efficacemente nei pazienti con disturbi dell'equilibrio facilitando il recupero vestibolare, attraverso un meccanismo colinergico.
- Antistaminici quali l'astemizolo: agiscono prevalentemente con attività anticolinergica inibendo le sinapsi tra nervo vestibolare e nuclei con conseguente vestibolo-soppressione.
- Scopolamina: antimuscarinico utilizzato per via transdermica. L'azione principale è sull'*input* periferico e sulla reticolare attivante. Ha una potente azione antiemetica e pertanto trova indicazione nelle fasi acute e, soprattutto, nelle cinetosi; l'uso prolungato rallenta il recupero funzionale delle vestibulopatie periferiche unilaterali.

---

### **15.1.2 Dopamina**

È presente a livello dell'asse rubro-nigro-striato e della *Chemo-receptor Trigger Zone* (CTZ) bulbare.

### **Farmaci**

- Metoclopramide e domperidone: antiD<sub>2</sub> con azione antiemetica. Trovano quindi indicazione come sintomatici nelle crisi acute di vertigine.
- Sulpiride e L-sulpiride: antidopaminergici che vengono talora impiegati nelle fasi vertiginose più acute, per l'azione antiemetica e antivertiginosa. La L-sulpiride trova applicazione anche nel trattamento prolungato dei casi in cui la sintomatologia sia caratterizzata da un eccesso di informazioni periferiche "disturbanti", in quanto riduce l'attività integrativa della sostanza nucleo-reticolare. La galattorrea è il principale effetto collaterale. L'uso prolungato nelle vestibulopatie periferiche monolaterali può rallentare il recupero funzionale.
- Fenotiazinici: hanno una marcata attività anticolinergica e DOPA-litica, che si esplica prevalentemente sulla CTZ bulbare.

---

### 15.1.3 Catecolamine

Circuiti adrenergici sono localizzati a livello della sostanza reticolare inibente, mentre fibre noradrenergiche si trovano nel locus coeruleus.

#### *Farmaci*

- Antidepressivi noradrenergici: possono talora trovare indicazione nei casi in cui il danno vestibolare si sovrappone a sindrome depressiva. In tal caso, l'azione noradrenergica può facilitare il recupero vestibolare.

---

### 15.1.4 Gaba

È presente a livello delle vie cerebello-vestibolari e delle connessioni internucleari. Le fibre commisurali, a effetto sia eccitatorio sia inibitorio, sono gabaergiche. Il GABA interviene nella interazione inibitoria cerebello-vestibolare ed è uno dei neurotrasmettitori principali cerebellari delle cellule di Golgi, delle cellule stellate, di Purkinjie, delle cellule canestro.

#### *Farmaci*

- Benzodiazepine (BDZ): agiscono facilitando l'attività inibitoria GABA mediata del cervelletto, attivando le vie internucleari inibitrici e interferendo con le vie glicinerigiche.
- Gabapentina e Pregabaline: vengono utilizzate per ridurre l'oscillopsia causata dal ny acquisito da lesione vestibolare centrale, come ad esempio nella sclerosi multipla.

---

### 15.1.5 Istamina

Recenti studi anatomici hanno dimostrato una proiezione diretta dai neuroni tuberomamillari, istaminergici, sul complesso nucleare vestibolare. I recettori istaminergici sono pre- o postsinapticamente localizzati sulle cellule vestibolari. Nel sistema nervoso centrale, sono presenti recettori postsinaptici H<sub>1</sub> e H<sub>2</sub>, che regolano la neurotrasmissione o la neuromodulazione istaminergica e gli autorecettori presinaptici H<sub>3</sub>, che mediano l'autoinibizione del rilascio di istamina.

### *Farmaci*

- Dimenidrato: antistaminico (H<sub>1</sub>) e antimuscarinico. Ha azione antiemetica e antivertiginosa. Trova indicazione nelle fasi acute, nelle cinetosi. L'uso prolungato può rallentare il recupero funzionale delle vestibulopatie periferiche.
- Betaistina: porterebbe alla facilitazione della neurotrasmissione istaminergica stimolando direttamente i recettori H<sub>1</sub> e facendo aumentare il rilascio di istamina dalle terminazioni nervose bloccando i recettori H<sub>3</sub>.
- Prometazina: oltre che antistaminica (H<sub>1</sub>), ha anche una azione complessa antidopaminergica (D<sub>2</sub>) e antimuscarinica. Pertanto, trova indicazione come potente sintomatico nelle crisi acute di vertigine con vomito.
- Tietilperazina e proclorperazina: fenotiazinici. Come tali hanno una azione complessa antistaminica (H<sub>1</sub>), antidopaminergica (D<sub>2</sub>) ed antimuscarinica. Pertanto, trova indicazione come potente sintomatico nelle crisi acute di vertigine con vomito.

---

#### 15.1.6 Serotonina (5HT)

I neuroni serotoninergici sono localizzati quasi prevalentemente nel tronco encefalico e vengono distinti due gruppi principali, ponto-mesencefalico (rostrale) e bulbare (caudale).

Il sistema 5HT interviene nel:

- controllo della soglia di eccitabilità di altri sistemi;
- controllo dei ritmi circadiani armonizzando il ciclo sonno-veglia con i ritmi endocrini. La 5HT è infatti il precursore della melatonina, che svolge un ruolo importante nella regolazione luce-buio;
- controllo inibitorio del locus coeruleus noradrenergico e dei neuroni mesolimbici dopaminergici;
- controllo dell'appetito e del comportamento alimentare;
- modulazione della latenza, intervallo e durata degli episodi di sonno REM e dei fenomeni motori REM-dipendenti;
- comportamento sessuale;
- modulazione della soglia dolorifica probabilmente per interazione con il sistema endorfinico;
- regolazione della temperatura corporea;
- modulazione e integrazione degli stimoli sensoriali.

L'azione dei farmaci serotoninergici nei pazienti affetti da vertigine di-

pende dalla complessità delle interazioni con gli altri sistemi neurotrasmettitoriali e dalla modulazione sensoriale della 5HT.

### *Farmaci*

- Amitriptilina: a basso dosaggio ha anche un'azione regolatrice del sonno, della soglia del dolore e miorilassante.
- Clomipramina e imipramina: trovano specifica indicazione nella cosiddetta vertigine fobica posturale descritta da Brandt, ove i disturbi dell'equilibrio sono determinati dal sovrapporsi di aspetti fobici all'instabilità posturale.
- Citalopram: trova specifica indicazione nei pazienti in cui vertigine e disequilibrio si sovrappongono ad attacchi di panico.

## 15.2 Terapia sintomatica

La terapia sintomatica si basa sull'utilizzo di farmaci vestiboloplegici e di antiemetici.

### 15.2.1 Farmaci vestibolo-plegici

- Antistaminici: hanno un ruolo importante nel trattamento delle sindromi vertiginose acute. Tra gli effetti collaterali meno tollerati si se-

**Tabella 15.1.** Farmaci antivertiginosi sintomatici vestibolo-plegici

Farmaco	Dose	Effetti collaterali	Classe farmacologica e precauzioni
Meclizina	25-50 mg /4-6h	Sedazione	Antistaminico, anticolinergico
Lorazepam	0.5 mg BID	Modesta sedazione	Dipendenza da BDZ
Clonazepam	0.5 mg BID	Modesta sedazione	Dipendenza da BDZ
Dimenidrinato	50 mg/4-6h	Sedazione	Antistaminico, anticolinergico Ipertrofia prostatica
Diazepam	2 BID per os 5 mg IV (1 dose)	Sedazione Precauzione con glaucoma	Dipendenza da BDZ
Amitriptilina	10-50 mg per os	Sedazione	Antistaminico, anticolinergico
Betaistina	16 mg/8 h	Pirosi gastrica	Istaminergico

gnalano le turbe dell'accomodazione visiva, la xerostomia, la sonnolenza, l'insorgenza di uno stato depressivo. Tra le molecole di frequente utilizzo clinico, si segnalano soprattutto dimenidrato, ciclizina e difenidramina.

- Difenilpiperazine: sostanze che associano alle proprietà dei farmaci antistaminici la potente attività calcioantagonista ed emoreologica; tra le molecole maggiormente impiegate, ricordiamo la cinnarizina e la flunarizina. Occorre prudenza nei trattamenti prolungati, soprattutto negli anziani, in quanto inducono depressione e sindromi extrapiramidali.
- Anticolinergici: utilizzati sia come anticinetosici sia come antivertiginosi; la sostanza più impiegata è la scopolamina, somministrata per via transdermica e quindi di facile impiego.
- Fenotiazine: gli effetti collaterali sono talora importanti: depressione nervosa, ipotensione ortostatica, sindromi extrapiramidali, dermatosi da fotosensibilizzazione. In questo gruppo sono impiegati soprattutto la prometazina, la proclorperazina e la trimetobenzamide; quest'ultima molecola possiede un importante effetto antiemetico, agendo direttamente sul centro del vomito.
- Benzodiazepine (BDZ): farmaci di uso comune per la scarsità degli effetti collaterali e la facilità di impiego; aumentano l'attività gabaergica, portano a una riduzione del tono muscolare e dei riflessi posturali, interagendo con i motoneuroni di tipo gamma. Le BDZ non interferiscono con i meccanismi precoci di recupero vestibolare mentre l'uso prolungato rallentano, riducono la componente ansiosa secondaria all'attacco vertiginoso. Gli effetti collaterali sono ipotonia muscolare, disartria, atassia, turbe del *visus*, depressione dei centri del respiro e del ritmo cardiaco. Le molecole maggiormente impiegate sono il diazepam, il clonazepam, l'alprazolam.
- Betaistina: farmaco particolarmente utilizzato nei disturbi vertiginosi in genere. In quanto istaminergico, però, stimola la secrezione acida gastrica e pertanto non svolge azione antiemetica.
- L-sulpiride: antiemetico e antivertiginoso.

---

### 15.2.2 Farmaci antiemetici

La scelta del farmaco per trattare la nausea e il vomito da sofferenza vestibolare dipende sia dalla via di somministrazione, sia dagli effetti collaterali: per una nausea modesta si utilizzano farmaci per via orale, la tera-

Tabella 15.2. Farmaci antivertiginosi sintomatici. Antiemetici

Farmaco	Dose	Effetti collaterali	Classe farmacologica e precauzioni
Droperidolo	2,5 or 5 mg, SubLing	Sedazione, ipotensione	Neurolettico
Metoclopramide	10 mg P/8 h 10 mg IM	Effetti extrapiramidali	Antagonista dopamina
Ondansetron	4-8 mg PO/8 h 32 mg ev una dose	Precauzione in epatopatia	5HT <sub>3</sub> Antagonista
Proclorperazina	5 mg o 10 mg IM PO/6-8 ore	Effetti extrapiramidali	Fenotiazinico
Prometazina	12,5 mg PO/6-8h 12,5 mg IM/ 6-8h	Effetti extrapiramidali	Fenotiazinico
Tietilperazina	10 mg PO/8-12 h rettale/12 h	Effetti extrapiramidali	Fenotiazinico

pia infusione o im viene abitualmente effettuata in pronto soccorso e la somministrazione rettale è più indicata nella cura domiciliare anche per sintomi importanti.

Anche alcuni antistaminici utilizzati come vestibolo-plegici hanno azione antiemetica, come la proclorperazina o la prometazina. Questi farmaci hanno vari effetti collaterali e devono essere impiegati per un periodo breve.

Si possono utilizzare antiemetici “puri” come la metoclopramide, ma quando i sintomi sono correlati al movimento, come nella cinetosi, sono preferibili la scopolamina (per via transcutanea) oppure il droperidolo (anche sub-linguale), in quanto hanno un più potente effetto, oltre che sul vomito, anche sulla vertigine e la cinetosi.

### 15.3 Farmacoterapia specifica

Ai farmaci sintomatici è necessario associare una cura specifica per le cause e/o per i meccanismi della vertigine. Inoltre è spesso opportuno, soprattutto quando si utilizza anche la riabilitazione, somministrare sostanze che stimolino i processi di recupero funzionale vestibolare.

---

### 15.3.1 Terapia eziologica

Nella labirintite batterica otogena, peraltro oggi molto rara, si ricorre alla terapia antibiotica specifica e soprattutto al trattamento chirurgico.

Nelle neuriti vestibolari virali, come ad esempio in corso di Herpes Zoster, si utilizza aciclovir alla dose di 10 mg/kg e.v per 3-5 giorni e cortisonici.

Nelle ischemie acute del labirinto (cosiddetta sindrome di Lyndsay-Hemenway) si utilizzano farmaci neuroprotettivi come magnesio solfato ev., nimodipina, anche ad alto dosaggio, steroidi. Quando si associa anche sordità improvvisa, trova indicazione l'ossigenoterapia iperbarica. In generale, sia per le fasi acute, sia per la prevenzione delle recidive, si adottano schemi terapeutici analoghi a quelli impiegati nelle patologie cerebrovascolari.

Nelle patologie autoimmuni dell'orecchio interno si somministrano steroidi quali prednisone, 60-100 mg/die per i primi 10 giorni, per poi scendere alla minima dose di mantenimento possibile.

---

### 15.3.2 Terapia patogenetica

Nelle patologie da idrope endolinfatica (cosiddetta sindrome di Menière), durante la fase acuta si utilizzano macromolecole ad azione osmotica, quali il mannitolo 10%, alla dose di 500 ml ev (250 ml/h)/ 12h e nelle fasi di remissione diuretici tiazidici per via orale che, oltre a risolvere prontamente l'idrope, determinano aumento del consumo di ossigeno delle cellule della stria vascolare, favorendo la dissociazione dell'ATP in AMPc e, quindi, il corretto funzionamento della pompa  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ . I diuretici tiazidici provocano un aumento del riassorbimento sodico a livello renale; possono causare, se usati per lungo tempo, ipotensione, ipocaliemia, parestesie diffuse. Si utilizzano abitualmente acetazolamide, 250 mg 1-2 volte al dì, oppure idroclorotiazide 50 mg/die o a giorni alterni.

Nei conflitti neuro-vascolari dell'angolo ponto-cerebellare trova indicazione la carbamazepina 100-400 mg/8-12 ore in relazione alla risposta individuale.

Nei parossismi vestibolari, descritti da Brandt, in cui si ipotizza un meccanismo epilettiforme, si utilizza la carbamazepina come nei conflitti neuro-vascolari o clonazepam 0.5- 1,0 mg/die.

Nella vertigine emicranica si attua la profilassi dell'emicrania con flunarizina, 5 mg/die, o lamotrigina, 100-200 mg/die.

### 15.3.3 Terapia per il recupero funzionale

È descritto l'impiego di sostanze appartenenti a gruppi farmacologici eterogenei che hanno il compito di migliorare le condizioni dell'organo dell'equilibrio e dell'integrazione centrale.

- Vasodilatatori ad azione miolitica diretta, come l'acido nicotinico e la papaverina; a causa della scarsa efficacia di questi farmaci su vasi arteriosi sclerotici, si possono però determinare effetti sfavorevoli con riduzione dell'irrorazione delle zone ischemiche e conseguente aggravamento del danno locale.
- Vasodilatatori alfatitici, quali la diidroergotossina e la nicergolina; svolgono un'azione diretta sui recettori dei muscoli lisci della parete arteriolare. La nicergolina avrebbe inoltre un effetto positivo sull'omeostasi delle cellule nervose, stimolando la sintesi proteica e la produzione della noradrenalina e della dopamina. Tale farmaco è impiegato nelle vertigini centrali tipiche dell'età avanzata. In questo gruppo è compreso il buflomedil, efficace come antiaggregante piastrinico.
- Antiaggreganti piastrinici, quali l'eparina, nonostante la sua scarsa maneggevolezza, il dipiridamolo, l'acido acetilsalicilico, la ticlopidina.
- Emoreologici quali la pentossifilina e la suldotexide; riducono la viscosità ematica, incrementando la deformabilità dei globuli rossi e ostacolando l'aggregazione piastrinica.
- Calcioantagonisti, quali nifedipina, cinarizina e flunarizina; svolgono attività stabilizzante di membrana e miolitica diretta con vasodilatazione locoregionale. La nimodipina, in particolare, ha proprietà complesse, neuroprotettive, emoreologiche, anticolinergiche, antigabaergiche e inibisce la risposta vestibolo-oculomotoria.
- Neurotrofici, quali il piracetam e l'oxiracetam; incrementano la sintesi dell'ATP nelle cellule cerebrali, aumentano la sintesi dei fosfolipidi di membrana e interagiscono con i meccanismi di trasmissione dell'impulso nervoso in sede sia pre- sia post-sinaptica. In questo gruppo può rientrare anche la citicolina, citidinnucleotide intermedio nella biosintesi delle lecitine, delle sfingomieline e delle fosfatidiletanolamine, sembra migliorare l'attività della sostanza reticolare ascendente e del fascio piramidale, incrementando il flusso ematico cerebrale; è particolarmente utile nei casi di vertigini di origine centrale. Un ruolo più specifico in questo ambito è svolto da amantadina e memantina, che hanno una azione inibente la trasmissione cito-neurale NMDA, quindi con effetto neuroprotettivo periferico, e dopaminergica, con effetto centrale sul recupero funzionale motorio. In quanto dopaminergici, in re-

lazione ai dosaggi e alla durata di somministrazione, possono però facilitare la comparsa di episodi depressivi.

---

### 15.3.4 Medicina naturale e omeopatica

La medicina alternativa è sempre più diffusa. Alcune sostanze trovano indicazione anche nel trattamento specifico delle vertigini:

- Acetyl-leucina; largamente utilizzata in Francia, avrebbe una potente azione antivertiginosa se somministrata ev.;
- Ginkgo-biloba, contiene glicosidi, gruppo di sostanze che attivano i sistemi enzimatici intraneuronali, migliorando la velocità di conduzione assonale e favorendo i fenomeni di *sprouting* con rigenerazione delle fibre nervose. Possiede inoltre attività antiaggregante, emoreologica e soprattutto neurotonica; tale farmaco favorirebbe l'instaurarsi del compenso vestibolare al dosaggio di 80-120 mg/die;
- Cocculus viene utilizzato soprattutto in Germania. Claussen lo propone non solo come antivertiginoso, ma anche per quella che ha definito "sindrome da rallentamento del tronco cerebrale" (*Slow Brain Syndrome*).

---

## 15.4 Medicina basata sull'evidenza (EBM) e farmacoterapia delle vertigini

Nonostante la vertigine sia un sintomo importante dal punto di vista epidemiologico e nonostante l'ampia letteratura scientifica a proposito della farmacoterapia della vertigine, la Cochrane Library evidenzia soltanto due revisioni. Ciò, a nostro avviso, testimonia la complessità delle vertigini, quali entità nosologica e della neurochimica vestibolare, quale substrato della farmacoterapia, complessità che rende difficoltoso compiere studi adeguati ai criteri della EBM.

In una revisione si valuta la betaistina nella cura della sindrome e della malattia di Menière: nessuno dei sei *trials* considerati è sufficiente a sostenerne l'efficacia; comunque nessun effetto collaterale di rilievo è stato evidenziato.

La seconda revisione è relativa all'impiego della scopolamina nella cura della cinetosi. In questo caso sussiste invece l'evidenza che questo farmaco è efficace.

**PARTE QUARTA**  
**Clinica**

# Vertigine acuta

La vertigine acuta è causata da un deficit improvviso di funzionamento di un emisistema vestibolare. È frequentemente provocata da una infezione o re-infezione virale del nervo vestibolare, neurite vestibolare, o del ganglio vestibolare, ganglionite vestibolare, o di uno o più nuclei vestibolari, neuronite vestibolare, oppure da una sofferenza vascolare acuta del labirinto, (sindrome di Lindsay-Hemenway) o da un trauma, come la frattura della rocca petrosa. La vertigine è violenta, inabilitante, accompagnata da nausea e vomito, migliora, ma non si risolve stando fermi a letto soprattutto in decubito sul lato sano. Può associarsi ad acufeni o ipoacusia. La sintomatologia è tanto intensa che frequentemente il paziente viene trasportato al pronto soccorso e non raramente ricoverato.

---

### 16.1 Quadro clinico

Anche in decubito supino il paziente presenta nistagmo spontaneo, ben evidente in posizione primaria di sguardo, ny di II grado, diretto inizialmente verso il lato affetto, anche per poche ore e, quindi, per parecchi giorni, verso il lato sano.

Il nistagmo spontaneo si accentua nettamente con la manovra di scuotimento rapido del capo (*head shaking*) e con lo stimolo vibratorio delle mastoidi.

Da seduto, nella prova di indicazione, gli indici deviano verso il lato affetto. Se il paziente riesce a mantenere la stazione eretta, cade verso il lato affetto. Impossibile il cammino autonomo.

## 16.2 Terapia

La cura è principalmente farmacologica e bisogna distinguere tra la terapia della fase acuta e quella finalizzata a recuperare la funzione di equilibrio. Per la fase acuta si propone:

- levo-sulpiride ev, alla dose di 50 mg in 250 cc di soluzione fisiologica 0,50 mg i.m, 1-2 volte al giorno;
- in alternativa metoclopramide somministrata i.m alla dose di 10 mg 1 o 2 volte al giorno, associata a diazepam i.m al dosaggio di 10 mg 1 o 2 volte al dì. All'esordio della sintomatologia, le benzodiazepine attivano i fenomeni di compenso. La somministrazione prolungata oltre i primi giorni, al contrario, induce soppressione dell'attività vestibolare, rallentando il recupero funzionale;
- oppure prometazina i.m alla dose di 25 mg due o tre volte al dì;
- se la sintomatologia è meno intensa si può utilizzare tietilperazina alla dose di 10 mg 1 o 2 volte al giorno. La somministrazione della tietilperazina andrebbe limitata a pochi giorni: l'uso prolungato può infatti inibire l'attività dei nuclei della base, inducendo una sindrome extrapiramidale.

Nella fase di maggior sintomatologia si consiglia di tenere il paziente in decubito sul lato sano, chiedendogli di fissare una mira sul lato opposto. L'ambiente deve essere tranquillo ma né buio né completamente silenzioso. È utile mantenere rialzato il capo di circa 20°.

Poiché il miglioramento è frequentemente dovuto al recupero funzionale piuttosto che alla guarigione della lesione, è importante favorire i meccanismi fisiologici del compenso vestibolare.

È quindi utile attuare al più presto la **terapia riabilitativa**. Si può iniziare con l'elettrostimolazione TENS a 80 Hz con elettrodi posizionati sulla regione nucale omolaterale alla direzione del nistagmo spontaneo, quindi contro nistagmo e sul trapezio superiore dal lato malato. Vengono eseguite due stimolazioni al giorno per un'ora ciascuna per 5-7 giorni. Durante la prima mezz'ora, il paziente rimane a letto, sdraiato sul lato sano, alla luce, cercando di tenere gli occhi aperti e di fissare una mira situata al lato opposto del campo visivo. Nella seconda, si porrà il paziente seduto e appena possibile lo si farà alzare e camminare accompagnato.

Dopo i primi giorni si può iniziare la riabilitazione in palestra, con esercizi atti al recupero dell'equilibrio, evitando esercizi di stimolazione vestibolare quali i cambi rapidi di posizione e la rotazione veloce del capo. Nella Tabella 16.1 si riporta a scopo esemplificativo un protocollo finalizzato a raggiungere un compenso vestibolare efficace.

Tabella 16.1. Esempio di protocollo di riabilitazione vestibolare (Figg. 16.1-16.12)

**I SETTIMANA****In posizione supina rialzare il capo di circa 30° con un cuscino**

1. Eseguire esercizi di controllo della respirazione evitando accuratamente la polipnea
2. Portare al petto il ginocchio alternando sinistro e destro, aiutandosi dolcemente con le mani (Fig. 16.1)
3. Portare le due ginocchia contemporaneamente al petto, aiutandosi dolcemente con le mani (Fig. 16.2)
4. Con le gambe piegate ed i piedi appoggiati al letto ruotare il bacino a destra ed a sinistra, mantenendo le gambe piegate e le ginocchia unite (Fig. 16.3)
5. Sollevare il bacino portando contemporaneamente le braccia distese oltre il capo. Riappoggiare il bacino e riportare le braccia lungo il corpo (Fig. 16.4)
6. Estendere e flettere il ginocchio dal lato lesa con un peso di 2 Kg alla caviglia (Fig. 16.5)
7. Dalla posizione supina portarsi a quella seduta, fissando un punto di fronte a sé (Fig. 16.6) e poi muovere la testa in tutte le direzioni (Fig. 16.7)

**Seduto**

8. Di fronte ad uno specchio mantenere l'equilibrio del tronco ed oscillare lentamente ma ritmicamente da un lato all'altro
9. In piedi, con l'aiuto del terapeuta, di fronte a uno specchio mantenere l'equilibrio, restringendo progressivamente la base di appoggio (Fig. 16.8)
10. In piedi, con l'aiuto del terapeuta, di fronte a uno specchio mantenere l'equilibrio, restringendo progressivamente la base di appoggio e muovere lentamente ma ritmicamente il capo nelle varie direzioni

*Gli esercizi 8-9-10 vengono eseguiti con l'elettrostimolazione vestibolare (VS), ponendo gli elettrodi sul trapezio del lato lesa e sui paravertebrali del lato sano*

**II SETTIMANA**

*Questi esercizi vanno eseguiti durante l'elettrostimolazione vestibolare (VS)*

**In piedi**

1. Di fronte ad uno specchio mantenere l'equilibrio in appoggio dal lato lesa su una pedana oscillante e con l'altro arto appoggiato a terra

*Si possono associare i prismi (3-5°), posizionati con le basi dal lato opposto a quello lesa in modo da aumentare il tono estensorio dal lato lesa*

2. Usando il **tappeto propriocettivo**:
  - a. davanti allo specchio mantenere l'equilibrio per 1 minuto con gli occhi aperti, successivamente con occhi chiusi, mentre si visualizza mentalmente la corretta posizione del corpo, per almeno 1 minuto

*Continua* →

continua Tabella 16.1

- b. davanti allo specchio oscillare da destra a sinistra attorno al bacino fissandosi in uno specchio (Fig. 16.9)
- c. oscillare avanti e indietro attorno alle caviglie, mentre si mantiene la fissazione di un mira posizionata su uno specchio (Fig. 16.10)

Si possono associare i **prismi** (3-5°), posizionati con le basi dal lato opposto a quello lesa

- 3. Esercizi sulle pedane posturografiche statiche con *feedback* visivo (Fig. 14.5)

### III SETTIMANA

*L'elettrostimolazione deve essere eseguita anche durante gli esercizi di questa fase*

#### In piedi

- 1. Esercizi sulle pedane posturografiche dinamiche con *feedback* visivo
- 2. In piedi sul tappeto propriocettivo:
  - a. aprire un libro di fronte a sé e quindi muoverlo lontano estendendo le braccia. Quindi riavvicinarlo sino a non riuscire a distinguerne i caratteri. Quindi riallontanarlo. Durante questi movimenti leggere a voce alta
  - b. eseguire la marcia sul posto mentre si fissa una mira posta di fronte, eventualmente utilizzando anche i prismi (Fig. 16.11)
  - c. eseguire la marcia sul posto mentre si legge a voce alta un libro

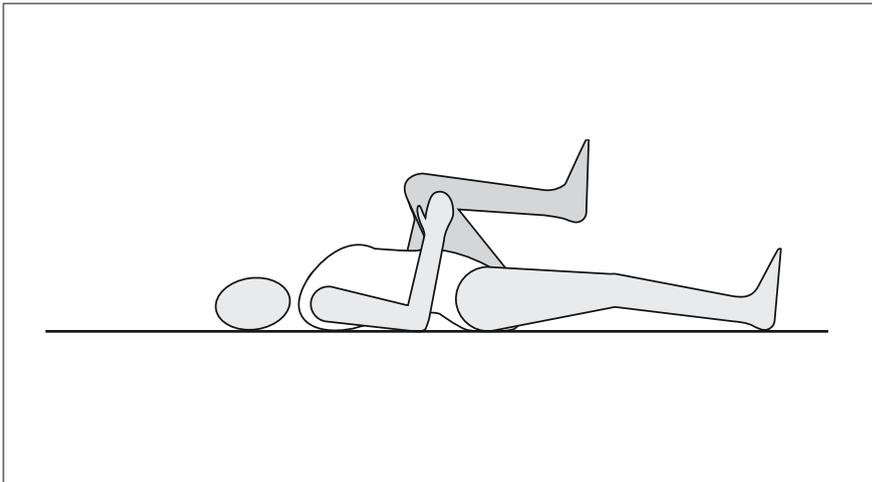
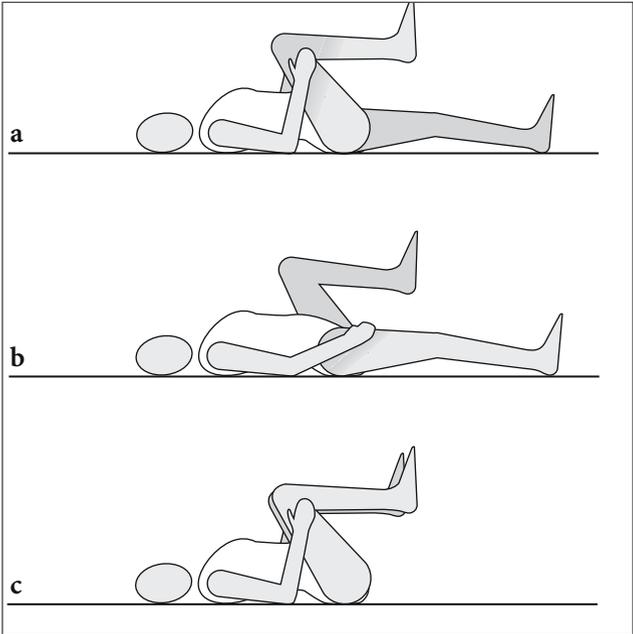
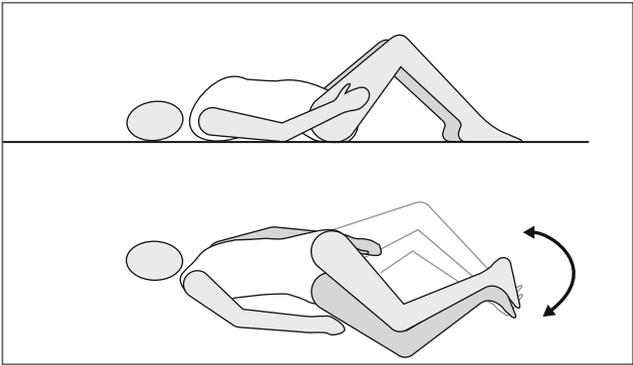


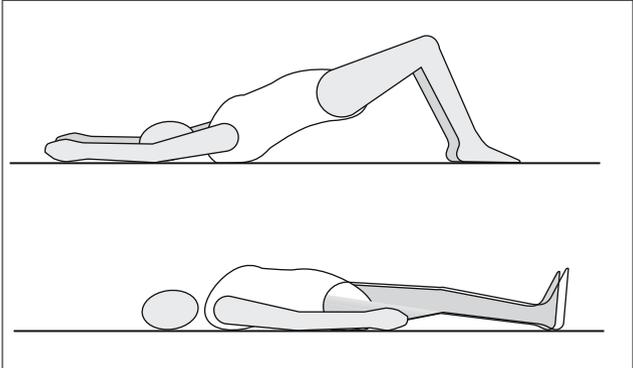
Fig. 16.1 Il paziente porta il ginocchio al torace



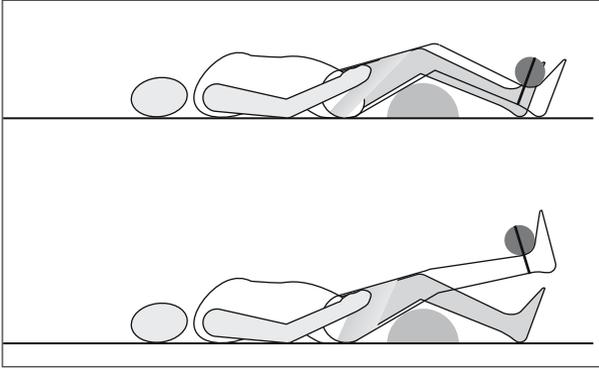
**Fig. 16.2 a-c** Esercizi portando le ginocchia al torace



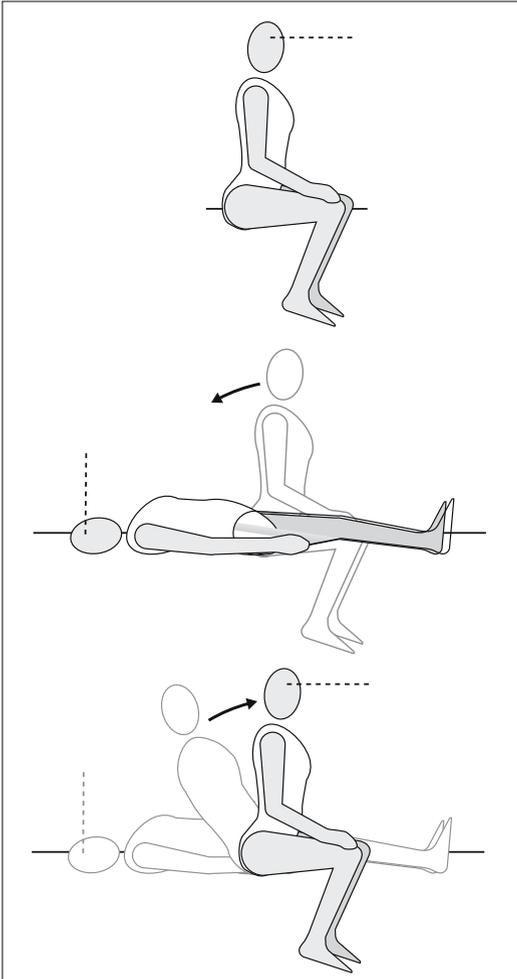
**Fig. 16.3** Rotazione del bacino



**Fig. 16.4** Il paziente solleva il bacino e quindi ritorna alla posizione supina



**Fig. 16.5** Con un peso alla caviglia il paziente estende la gamba dal lato lesa



**Fig. 16.6** Fissare una mira, il paziente si sdraia e si alza

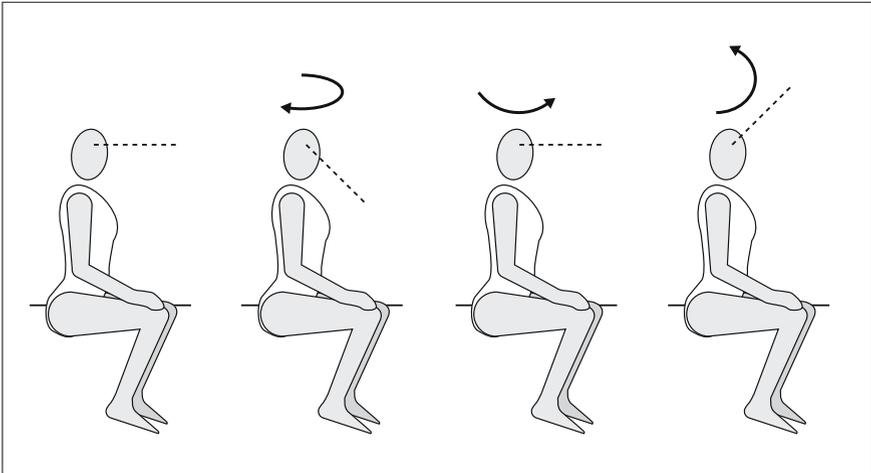


Fig. 16.7 Movimenti della testa in tutte le direzioni, fissando una mira di fronte

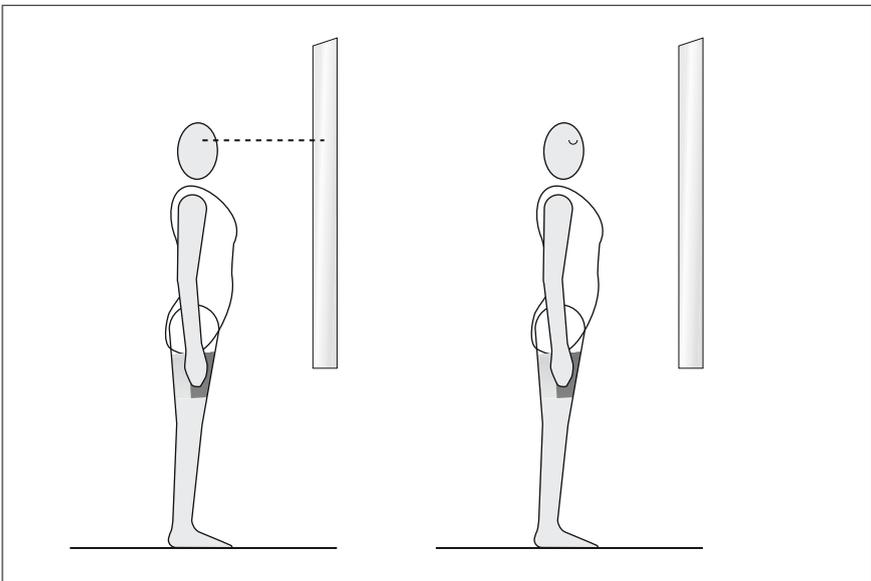
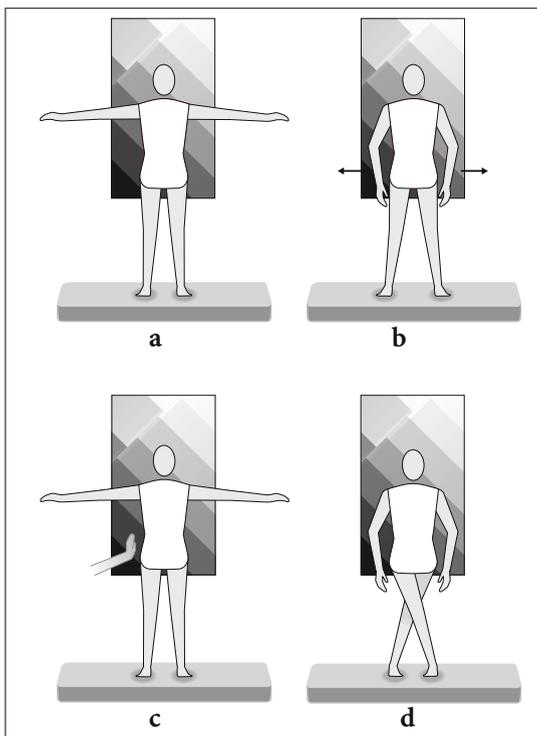
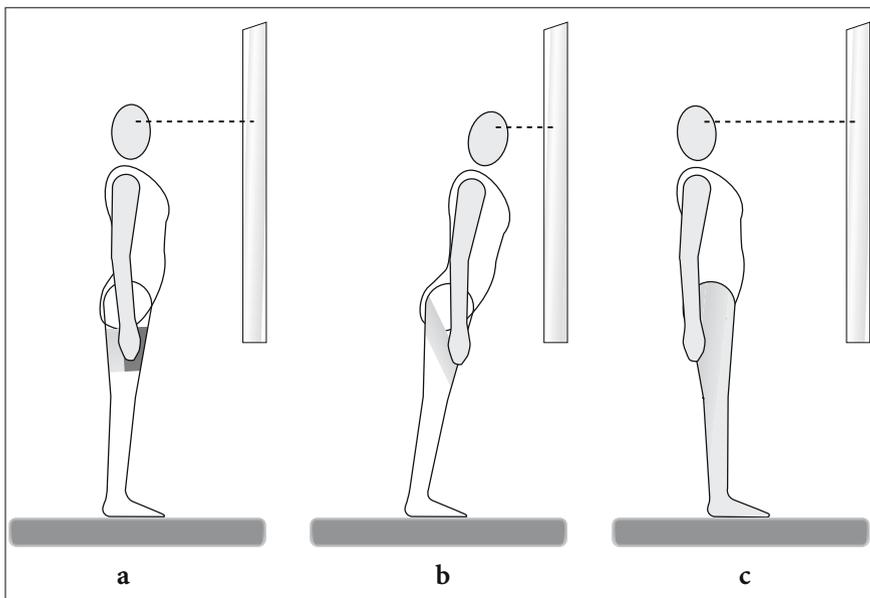


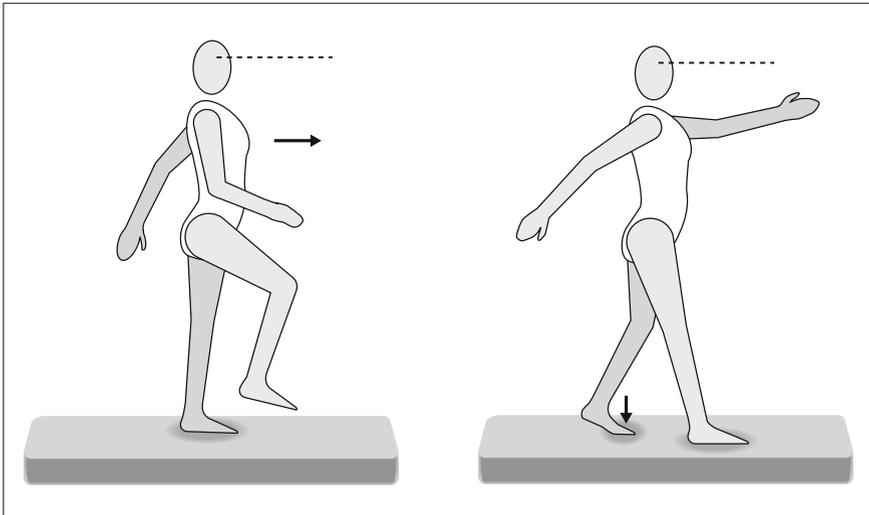
Fig. 16.8 Riflettendosi in uno specchio, il paziente si allinea correttamente e quindi chiude gli occhi mantenendo la postura corretta



**Fig. 16.9 a-d** Il paziente si allinea correttamente di fronte a uno specchio (a), quindi oscilla (b), resiste alle spinte del terapeuta (c) o mantiene l'equilibrio incrociando le gambe (d). Si può associare (come in figura) tappeto propriocettivo



**Fig. 16.10 a-c** Il paziente oscilla sulle caviglie mantenendo il bacino fermo fissandosi allo specchio. Si può associare (come in figura) il tappeto propriocettivo



**Fig. 16.11** Stepping sul materasso senza e con oscillazioni simultanee delle braccia, fissando una mira

Per facilitare il recupero funzionale, dal punto di vista farmacologico, si può proporre:

- amantadina alla dose di 50-200 mg/die, per os, per 1-2 mesi;
- citicolina i.m alla dose di 500-1000 per 10-20 giorni.

In questa fase si consiglia di evitare o comunque di utilizzare a basso dosaggio e per brevi periodi, farmaci che pur avendo un buon effetto sintomatico, agiscono come vestibolo-soppressori e che rallentano quindi il compenso: L-sulpiride, cinnarizina, flunarizina, BDZ.

# Vertigine parossistica posizionale

La vertigine parossistica posizionale è l'entità clinica più frequente nell'ambito della patologia vestibolare periferica. Essa venne descritta già da Barany nel 1907, ma è stata delineata nelle sue caratteristiche cliniche da Dix e Hallpike nel 1952.

Si tratta di crisi improvvise di vertigine rotatoria oggettiva provocate dall'assunzione di certe posizioni o da certi movimenti del capo e/o del corpo, come girarsi nel letto, guardare in alto, raggiungere un oggetto posto in alto, piegarsi in avanti. Il paziente talora riconosce un evento scatenante come posizione o movimento critico e fa di tutto per evitarlo. L'evento iniziale avviene spesso al mattino al risveglio o verso la fine del sonno, quando ci si gira per spegnere la sveglia. Molti pazienti rimangono terrorizzati dall'intensità della vertigine e comunemente avvertono una brusca e intensa rotazione con la sensazione di sprofondare. Spesso si associa la nausea, talora il vomito. In rari casi, la nausea persiste per ore dopo l'attacco. La vertigine è molto intensa ma brevissima (meno di 1 minuto), ma la sensazione soggettiva di durata può essere maggiore. In alcuni casi l'attacco acuto viene seguito da ore o giorni di instabilità e insicurezza nella deambulazione.

Mentre il quadro clinico è ben descritto da moltissimi anni, l'eziopatogenesi della VPP può considerarsi ancora dibattuta. La teoria più diffusa è quella della litiasi, originalmente descritta da Schucknecht nel 1974 che chiamò questa vertigine cupololitiasi. Secondo questa teoria, si formerebbero all'interno dei canali semicirculari sostanze, ad esempio frammenti di otoliti, con un peso specifico maggiore dell'endolinfa e quindi sensibili agli spostamenti del capo del soggetto. Questi corpuscoli si attaccherebbero alla cupola endolifatica, modificandone le caratteristiche fisiche e rendendola quindi sensibile alle accelerazioni lineari che avvengono durante i cambiamenti posturali. Successivamente è stata proposta la teoria

della canalolitiasi, ipotizzando che i frammenti di otoliti o altre particelle più pesanti dell'endolinfa, libere di muoversi all'interno dei canali, addensino l'endolinfa tanto da stimolare in modo abnorme le cupole durante i cambiamenti posturali.

---

## 17.1 Quadro clinico

La manovra di Dix-Hallpike descritta nel capitolo 7 provoca la vertigine e induce un nistagmo orizzontal-rotatorio geotropo, ben evidente anche senza occhiali di Frenzel, quando si sdraia il paziente dal lato lesa. Il nistagmo ha una breve latenza, cioè appare dopo pochi secondi dall'esecuzione della manovra, è esauribile, cioè dura meno di un minuto, è affaticabile, cioè diminuisce progressivamente ripetendo più volte consecutivamente la stessa manovra. Talora la direzione, la latenza, il senso del nistagmo possono non essere così tipici. Tuttavia, un elemento che differenzia sempre la vertigine posizionale periferica da quella centrale è l'affaticabilità con la ripetizione della manovra, fenomeno che non si osserva mai nelle patologie neurologiche.

In alcuni pazienti, vertigine e nistagmo sono assenti con la manovra di Dix-Hallpike, ma vengono elicitati dalla cosiddetta manovra di Mac Clure, che consiste nel ruotare di lato la testa del paziente supino. In questo caso, si provoca un nistagmo orizzontale puro, geotropo o ageotropo, che compare senza latenza, è esauribile anche se non raramente dura più di un minuto, è comunque affaticabile con la ripetizione della manovra.

---

## 17.2 Terapia

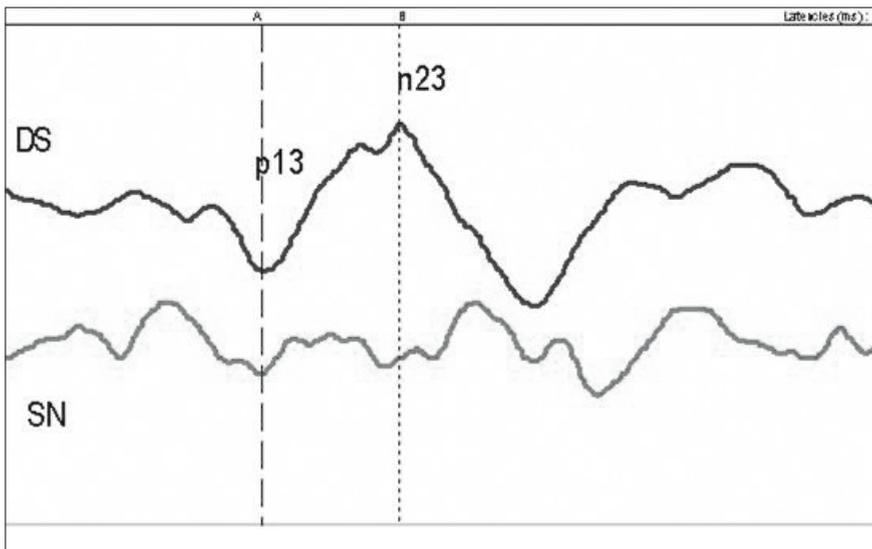
Non sussiste una terapia farmacologica specifica. La cura è rappresentata da manovre fisiche, definite impropriamente "manipolazioni" del labirinto.

Sulla base dell'affaticabilità dei segni e dei sintomi con la ripetizione delle manovre scatenanti, Brandt e Daaroff hanno proposto un protocollo di esercizi che consiste nel far eseguire al paziente ripetutamente nella giornata le manovre che provocano vertigine. Benché tale protocollo venga tuttora proposto da molti specialisti, non è condiviso da tutti, compresi gli Autori di questo volume, poiché raramente risolve il problema, men-

tre genera nel paziente sempre sconforto e progressiva intolleranza anche ai più piccoli e lenti cambiamenti posturali.

La cura specifica consiste nell'applicazione, da parte del medico, delle manovre cosiddette "liberatorie". Nella maggior parte dei casi, infatti, una o due manovre ben eseguite, a distanza di 48-72 ore, sono sufficienti a risolvere la sintomatologia.

La diagnosi è comunque sempre fondamentale. La vertigine posizionale deve essere infatti periferica e da disfunzione labirintica. Non è raro che una lesione, vascolare o traumatica, della macula oppure una lesione del nervo vestibolare inferiore, vascolare, infettiva, da neurinoma o infiammatoria, causino vertigine e nistagmo posizionali che assomigliano alla litiasi labirintica. In questi casi, la sintomatologia frequentemente non è affaticabile, oppure non si risolve con due-tre manovre o comunque sono presenti aspetti clinico-strumentali in qualche modo non tipici. La diagnosi differenziale tra vertigine posizionale da litiasi vestibolare (cupolo o canalolitiasi) e lesione vestibolo-spinale si effettua mediante i potenziali evocati vestibolari miogeni, esame specifico che documenta l'integrità o meno dell'arco vestibolo-spinale (Fig. 17.1).



**Fig. 17.1** Potenziali evocati vestibolari miogeni (VEMPs) in un caso di vertigine posizionale ricorrente affetta da sclerosi multipla. A destra (*traccia superiore*) il potenziale è ben definito nelle sue componenti bifasiche P13 N23 mentre a sinistra (*traccia inferiore*) il potenziale non è registrabile

Sono state proposte varie manovre terapeutiche finalizzate alla “liberazione” della cupola o del canale semicircolare. Le più diffuse sono quelle di Semont e di Epley. Sono differenti sia nei movimenti eseguiti, sia nella rapidità con cui il paziente viene mobilizzato. Tuttavia, sono entrambe efficaci in almeno l’80-90% dei pazienti che presentano una VPP elicitata dalla manovra di Dix-Hallpike.

Per la VPP meno frequente elicitata dalla manovra di Mac Clure, Lempert ha proposto una manovra, detta “di barbecue”, spesso molto efficace.

Dal punto di vista farmacologico, sebbene la terapia specifica sia rappresentata dalle le manovre posizionali, ci si può avvalere di FANS atti a ridurre la flogosi dei tessuti artro-muscolari del rachide, che abitualmente si associa alle vertigini posizionali.

Inoltre, poiché le manovre posizionali evocano frequentemente una sintomatologia intensa, si può premedicare il paziente facendo assumere qualche giorno prima scopolamina o dimenidrato.

È inoltre frequente che nel corso delle 24-48 ore successive alla manovra si osservi una recrudescenza delle vertigini. Si consiglia quindi di mantenere elevati nel sonno testa e tronco di circa 20°, rialzando la testata del letto o con un cuscino sotto il materasso e di assumere L-sulpiride o scopolamina.

---

### 17.2.1 Manovra di Semont

Il paziente viene sdraiato dal lato che provoca la vertigine. Quindi la testa viene ruotata verso l’alto di circa 105°, per permettere lo spostamento delle particelle pesanti alla base del canale semicircolare posteriore; questa posizione elicitava vertigine e nistagmo e viene mantenuta per almeno 5 minuti. Quindi il terapeuta prende con fermezza la testa del paziente e con decisione lo porta dal lato opposto con una rotazione contemporanea della testa verso il basso di 195°. Abituamente, in questa nuova posizione, dopo pochi secondi, compaiono ancora vertigine e un nistagmo definito da Semont “liberatorio” perché esprimerebbe l’efficacia della manovra. Quando il nistagmo scompare, il terapeuta riporta lentamente il paziente seduto, raddrizzando il capo solo alla fine. La riposizione del capo in asse con il vettore gravitazionale comporta, secondo Semont, la fuoriuscita delle particelle pesanti dal canale verso l’utricolo. Questa fuoriuscita determinerebbe la reazione vertiginosa violenta che abitualmente avviene anche in questo momento.

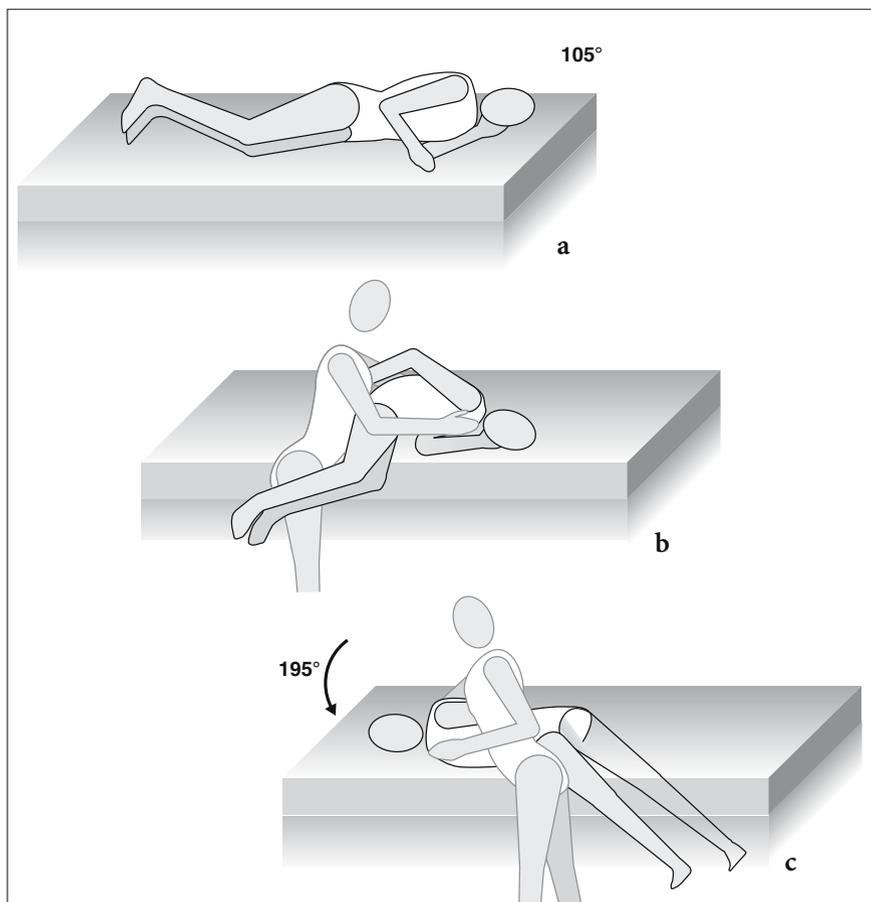


Fig. 17.2 a-c Manovra di Semont

### 17.2.2 Manovra di Epley

Secondo la descrizione originale di questa tecnica, il paziente viene premedicato con scopolamina transdermica la sera prima oppure con Diazepam 5 mg.

Il paziente, seduto sul lettino, viene portato in posizione supina con la testa estesa oltre il bordo del letto. L'operatore si posiziona dietro al paziente e un assistente al suo lato. Durante la manovra di posizionamento, si può applicare una vibrazione della mastoide ipsilaterale alla frequenza di 80 Hz, per facilitare il distacco dei frammenti otolitici dalle pareti del canale semicircolare. Quindi il soggetto rimane sdraiato con una lieve

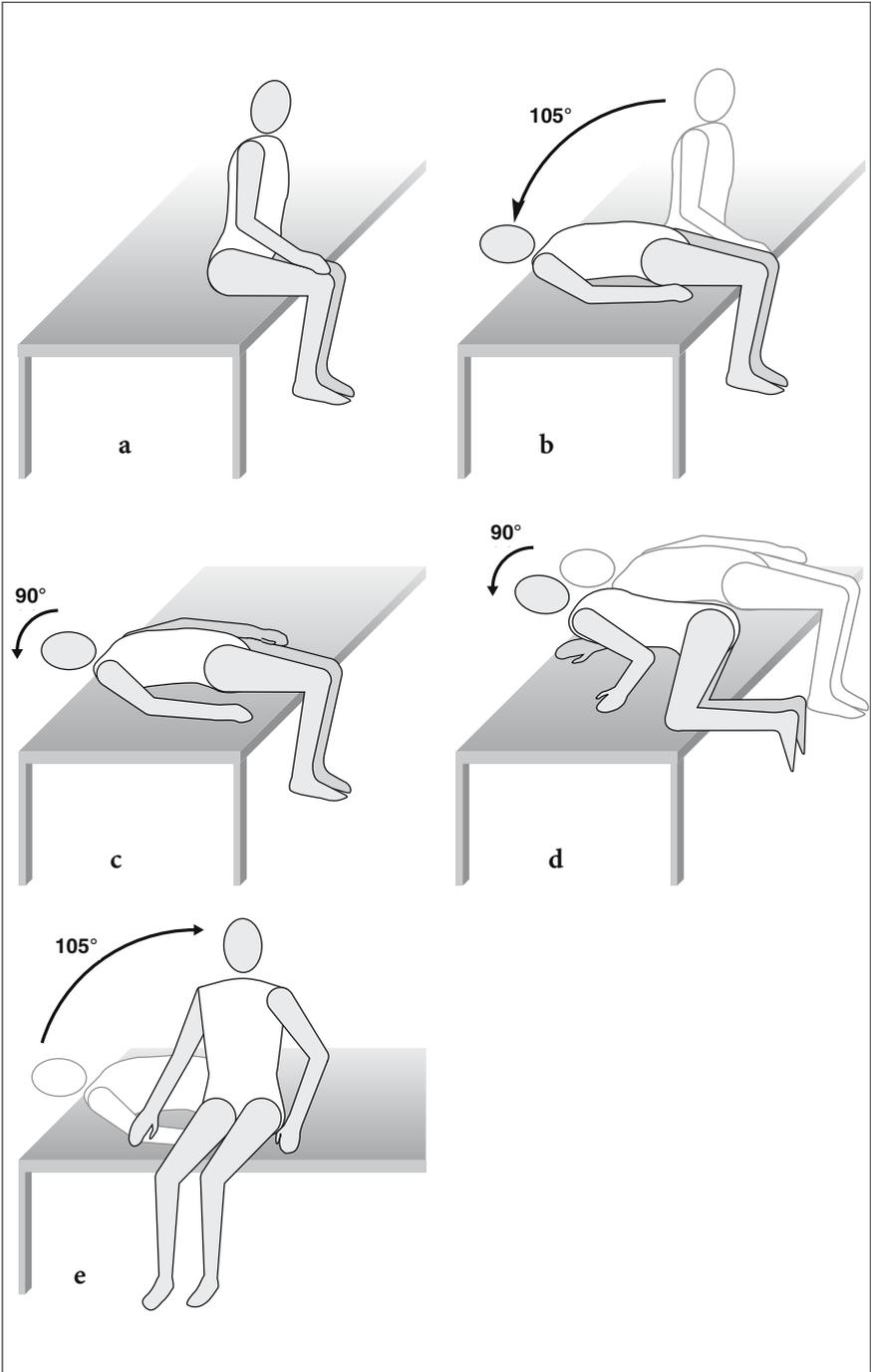


Fig. 17.3 a-e Manovra di Epley

iperestensione del capo e una contemporanea rotazione di  $105^\circ$  verso il lato leso. In questa posizione appaiono vertigine e nistagmo. Il paziente rimane in questa posizione circa 30 secondi. Quindi, la testa viene ruotata dal lato opposto verso il labirinto sano, di  $90^\circ$ . Contemporaneamente alla rotazione della testa, anche il tronco e le gambe ruotano verso il lato sano. Si osserva ora, abitualmente, un nistagmo “liberatorio”. Quindi il paziente completa la rotazione delle gambe e ritorna seduto, tenendo la testa ruotata dal lato opposto rispetto al labirinto leso.

---

### 17.2.3 Manovra di Lempert

Questa manovra, definita di barbecue, rappresenta un adattamento della manovra di Epley ed è rivolta allo spostamento delle particelle pesanti in senso ampullifugo verso l'apertura del canale orizzontale nell'utricolo. Il paziente è supino. La testa viene ruotata di  $90^\circ$  verso il lato malato. La posizione viene mantenuta per 1 min dopo la fine della sintomatologia. Quindi si pone il paziente prono per 1 min. Successivamente si ruota la testa di  $90^\circ$  verso il lato sano. Dopo 1 min si pone il paziente supino. In tal modo, è stata effettuata una rotazione di  $270^\circ$  del capo in tre passaggi successivi.

---

### 17.2.4 Medicina manuale

Nei casi che non si risolvono con le manovre “classiche” o nei quali esse siano controindicate, ad esempio negli anziani, si possono utilizzare le tecniche della medicina manuale. Proponiamo un protocollo in quattro fasi:

1. si pone il paziente supino con la testata del lettino sollevata di circa  $20^\circ$  e si ruota il capo dal lato sintomatico;
2. si tratta con massaggio trasverso profondo (MTP) il 1/3 inferiore dello scaleno posteriore controlaterale. Successivamente si esegue una contrazione isometrica contro resistenza verso il lato opposto;
3. dopo circa 1 minuto di riposo, si ruota il capo dall'altro lato e si tratta con MTP le inserzioni sub-occipitali. Successivamente si esegue una contrazione isometrica contro resistenza verso il lato opposto;
4. infine si eseguono mobilizzazioni e manipolazioni vertebrali della cerniera cervico-toracica.

Non è raro che in alcuni pazienti, pur essendosi risolta la vertigine posizionale franca, permanga dopo i trattamenti, un senso di instabilità, di “testa pesante” che si associa a un vago ma costante “senso di vertigine” nel momento in cui si sdraiano a letto, invalidante quanto le vertigini posizionali iniziali, tanto da portare il soggetto a sviluppare un vera e propria fobia relativa allo sdraiarsi che si può assimilare a una “tanatofobia”. In questi casi proponiamo:

1. trattamento dei PMID significativi e delle contrazioni muscolari in relazione all'esame clinico del rachide, procedendo dal basso verso l'alto;
2. BioFeedBack-EMG:
  - a. attivo, si eseguono esercizi attivi del capo al fine di migliorare il controllo volontario del movimento e rinforzare le afferenze propriocettive;
  - b. passivo, utilizzando un lettino con schienale mobile, si porta progressivamente il paziente dalla posizione seduta a quella supina, di seduta in seduta. In tal modo, tramite l'auto-osservazione delle risposte emozionali, il paziente raggiunge il rilasciamento psichico e fisico anche nei cambi posturali.

# Malattia di Menière

La “malattia di Menière” è una malattia dell’orecchio interno caratterizzata dalla comparsa, in pieno benessere, di occlusione di un orecchio con ipoacusia, acufeni dallo stesso lato e, dopo poco, vertigine rotatoria inabilitante e violenta associata a nausea e vomito. La crisi, cosiddetta triadica poiché composta da acufeni, ipoacusia, vertigine, dura abitualmente poche ore. L’udito per lo più tende a ritornare normale dopo la crisi. Tuttavia, ogni crisi determina una continua sofferenza cocleare. Pertanto la capacità uditiva, con il ripetersi delle crisi, si deteriora progressivamente. La malattia di Menière, nei casi avanzati, può portare a sordità grave o profonda.

La patogenesi più accreditata è l’idropo endolinfatico. Le cause di tale idropo sono differenti: ri-attivazioni virali di pregresse e latenti infezioni, alterazioni ormonali, come per assunzione di estro-progestinici anticoncezionali, infezioni croniche mastoidee, alterazioni emodinamiche, allergie o intolleranze alimentari, disturbi autoimmuni. In rari casi non si riesce a identificare un agente eziologico e si definisce quindi come malattia di Menière idiopatica.

L’*American Academy of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery* (AAO-HNS) ha proposto una scala diagnostica basata sui criteri clinici (Tabella 18.1). Per quanto riguarda l’udito, viene presa in considerazione la perdita media rilevabile all’audiometria tonale per le frequenze da 0,5 a 3 kHz. Per quanto riguarda la vertigine, si considera come “attacco di malattia di Menière” un episodio di vertigine spontanea rotatoria che dura almeno 20 minuti, anche se accompagnata da disequilibrio che può permanere anche per giorni. La frequenza della vertigine viene definita come il numero di episodi di questo tipo nel periodo di tempo considerato.

---

### 18.1 Quadro clinico

Il quadro vestibolare clinico è assimilabile a quello della vertigine acuta, cui si aggiungono il senso di pienezza dell’orecchio malato con acufeni e sordità più o meno marcata.

**Tabella 18.1.** Scala diagnostica per la malattia di Menière secondo i criteri AAO-HNS 1995

**Malattia di Menière certa se:**

Due o più episodi di vertigine di almeno 20 minuti.  
Ipoacusia documentata con audiometria in almeno un'occasione.  
Acufeni o senso di pienezza auricolare prima delle crisi.

**Malattia di Menière probabile se:**

Un episodio definito di vertigine.  
Ipoacusia documentata con audiometria.  
Acufeni o senso di pienezza auricolare prima della crisi.

**Malattia di Menière possibile se:**

Vertigine episodica senza ipoacusia.  
Ipoacusia neurosensoriale, fluttuante o fissa, con disequilibrio, ma senza episodi definiti.

Al di fuori della crisi la vertigine è assente, può essere presente instabilità nella deambulazione nei casi più avanzati. La sordità e gli acufeni sono costanti, come pure il senso di pienezza auricolare. Dal punto di vista clinico, si osservano comunque i segni di una sofferenza vestibolare periferica monolaterale:

- il paziente presenta nistagmo spontaneo raramente evidente in posizione primaria di sguardo, ma ben evidente nello sguardo laterale verso il lato sano (ny di I grado). Il nistagmo spontaneo si accentua nettamente con la manovra di scuotimento rapido del capo (*head shaking*), solo quando la crisi è recente;
- con lo stimolo vibratorio delle mastoidi si elicitava un netto ny di II grado diretto verso il lato sano;
- da seduto, nella prova di indicazione, gli indici per lo più deviano verso il lato affetto;
- in stazione eretta con occhi chiusi, il paziente devia verso il lato affetto (prova di Romberg);
- nel cammino con occhi chiusi o nella prova di Fukuda, il paziente devia verso il lato lesa.

## 18.2 Terapia

Per quanto riguarda la terapia bisogna distinguere tra:

1. cura delle crisi acute: la fase acuta può essere trattata come già illustrato nel capitolo 16. Non è però indicata l'elettrostimolazione. Inoltre, poiché il meccanismo patogenetico è l'idrope endolinfatico, trovano indicazione gli antidepletivi quali il mannitolo e il glicerolo e i diuretici quali la furosemide;
2. prevenzione delle crisi: la prevenzione delle crisi prevede l'assunzione di farmaci adeguati alla patologia di fondo responsabile della malattia.

Tuttavia, la violenza improvvisa, imprevedibile, ripetuta e recidivante degli attacchi rende il paziente molto sensibile agli stress psico-fisici. Pertanto è consigliabile, indipendentemente dalle cause specifiche, che il paziente corregga il proprio stile di vita. Ad esempio, si suggerisce di modificare il regime alimentare con riduzione dell'apporto calorico, soprattutto ma non solo, nei pazienti in sovrappeso; di ridistribuire l'alimentazione in cinque somministrazioni giornaliere, soprattutto quando sono presenti segni di "distonia neurovegetativa", di ridurre i cibi con conservanti e additivi alimentari quali il vino bianco, la Cola, gli alimenti in scatola o pre-confezionati, di ridurre, NON abolire, il sale quando le condizioni generali lo consentono e di ridurre l'assunzione di sostanze voluttuarie. Inoltre, si propone di diminuire i fattori generici di stress e di correggere le posture di lavoro scorrette, specialmente per quanto riguarda il computer, curare i ritmi sonno/veglia, la quantità/qualità del sonno e l'idratazione.

Come trattamento generale, per facilitare il metabolismo endolinfatico, si utilizzano diuretici come l'idroclorotiazide, alla dose di 25-50 mg a giorni alterni per os oppure l'acetazolamide alla dose di 250-500 mg al giorno, per os. In particolare, l'acetazolamide è un inibitore enzimatico che può essere somministrato in cardiopatici, è efficace nei portatori di glaucoma e viene utilizzato anche come coadiuvante degli antiepilettici.

Allo stato attuale delle conoscenze scientifiche, serrate diete iposodiche o restrizioni dell'apporto idrico, in generale, non hanno più alcun senso, se non in pochi casi particolari.

Per il forte impatto emotivo determinato dalla malattia, una blanda terapia ansiolitica (es. alprazolam, 0,25 mg una/due volte al giorno) per brevi periodi, magari ripetuti, può aiutare il paziente a gestire meglio la malattia. Anche il citalopram, antidepressivo serotoninergico, a basso dosaggio, svolge un effetto positivo sia sull'efficienza vestibolare, sia sulla componente emotiva.

Per la prevenzione delle crisi si associano anche manovre manipolative. In particolare, si effettua un trattamento manipolativo a livello del rachide toracico superiore, poiché è stato provato che in tal modo si possono ridurre sia la frequenza sia l'intensità degli attacchi. Si può ipotizzare che il substrato neurofisiologico sia l'origine toracica a livello di T2 del simpatico cervicale: le proiezioni dei segmenti midollari toracici raggiungono il ganglio simpatico cervicale superiore che, a sua volta, è responsabile dell'innervazione neurovegetativa dell'orecchio interno. Le manipolazioni, attraverso le vie simpatiche, agirebbero in analogia a quanto si verifica nel trattamento della sindrome neurotrofica di origine vertebrale di Maigne, in cui istantaneamente fanno sparire o attenuano le zone di ispessimento cutaneo e di cellulalgia metamericamente corrispondenti al livello trattato; la rapidità dell'effetto presuppone un meccanismo vasomotorio riflesso.

Sono utili trattamenti settimanali per circa 8-10 settimane, quindi ogni due settimane, poi ogni mese e infine ogni 4-5 mesi.

Poiché, come abbiamo visto nei paragrafi di anatomo-fisiologia, esiste una stretta interrelazione funzionale tra attività labirintica e tono posturale antigrafitario, il tono dei muscoli para e inter-vertebrali cervicali e lo stato di tensione di sterno-cleido-mastoideo e trapezio variano in relazione all'attività del labirinto malato. Per tale motivo, i reperti clinici cervicali sono variabili e incostanti nel paziente affetto da malattia di Menière. Inoltre, la malattia di Menière riducendo la sensibilità del paziente allo stress in senso lato, comporta, a livello neurofisiologico, una particolare sensibilizzazione agli *input* propriocettivi della reticolare del tronco cerebrale. Per queste considerazioni, i trattamenti cervicali fisici (radar, trazioni, ultrasuoni...) e manuali (manipolazioni, trattamento dei tessuti molli, pompage...) in linea generale sono fortemente controindicati.

Al contrario, trattamenti detensivi o genericamente rilassanti limitati ai trapezi ed ai cingoli scapolari, possono aiutare il rilassamento del paziente. Anche le tecniche di controllo della respirazione possono aiutare il paziente a gestire lo stress. Per il raggiungimento di questi obiettivi, il BFB EMG può dare un valido contributo.

# Vertigine “cervicale”

Sebbene l'importanza della patologia del rachide, in particolare di quello cervicale, nella patogenesi delle vertigini e del disequilibrio venga comunemente enfatizzata, la cosiddetta vertigine cervicale non può considerarsi una entità nosologica definita. Esempio a questo proposito è la ben nota Sindrome di Neri-Barré-Lieou, descritta nel 1925, “ripudiata” dallo stesso Barré negli anni '50, ma tuttora ampiamente proposta come diagnosi per quei pazienti affetti da cervicoartrosi e vertigine o disequilibrio. Negli anni questa sindrome ha subito numerose interpretazioni patogenetiche: irritazione del simpatico cervicale, alterazioni del circolo vertebro-basilare, disfunzione dei propriocettori cervicali.

Allo stato attuale delle ricerche si può estrapolare come entità nosologica solo l'insufficienza vertebro basilare, il cui substrato eziopatogenetico è descritto nel Capitolo 9.

Molte ricerche hanno evidenziato che la stimolazione sperimentale dei propriocettori, in generale, e cervicali in particolare, determina alterazioni documentabili del controllo posturale. Anche l'affaticamento sperimentale dei muscoli del collo induce una significativa perturbazione stabilometrica. Al contrario, non sussistono evidenze che documentino con certezza come una patologia degenerativa, infiammatoria o semplicemente disfunzionale, possa indurre una sintomatologia vestibolare.

Anche la prova stabilometrica tradizionalmente denominata “prova cervicale”, cioè la retroflessione del capo, non può essere considerata la dimostrazione di una patogenesi cervicale, ma solo la documentazione di una disfunzione distrettuale complessa. Infatti, la retroflessione del capo determina certamente la perturbazione dei propriocettori cervicali, ma, al contempo, modifica la posizione del condilo nell'ATM, altera le curve vertebrali e quindi la posizione del bacino con spostamento del baricentro, posiziona le macule otolitiche in un allineamento gravitazionale anomalo, rallenta il deflusso venoso cerebrale e può influire anche sull'afflusso arterioso vertebro-basilare.

Tuttavia, in alcuni casi, si può programmare un piano di trattamento che consideri le patologie di fondo vertebrali di un paziente specifico come elementi causali o concausali della vertigine e del disequilibrio, tenendo sempre ben presenti le interconnessioni funzionali sia tra i vari distretti del rachide, sia tra le differenti informazioni sensoriali che contribuiscono al controllo posturale e dell'equilibrio.

---

## 19.1 Vertigine nel paziente anziano

Esemplificativo è il caso del paziente anziano. Infatti, vertigine e disequilibrio sono frequenti con l'avanzare dell'età. Essi sono particolarmente importanti perché diminuiscono l'autonomia sociale dei soggetti anziani e spesso causano cadute, che possono portare a lesioni talora gravi quali le fratture del femore. Le cause sono sempre multifattoriali, sia per quanto riguarda le vertigini e l'instabilità sia per l'insicurezza che abitualmente si associa e che contribuisce a ridurre ulteriormente l'autonomia. Nell'anziano si possono rilevare quattro situazioni cliniche:

- vertigine acuta;
- vertigine parossistica posizionale benigna;
- vertigine posizionale maligna;
- instabilità.

---

### 19.1.1 Vertigine acuta

La **vertigine acuta** è frequentemente riconducibile a cause emodinamiche correlabili a insufficienza acuta dell'irrorazione cocleo-vestibolare e rientra quindi nella IVB già descritta nel Capitolo 9. Dal punto di vista terapeutico, oltre a quanto riportato nel Capitolo 16, si dovranno utilizzare anche farmaci vasoattivi e neuroprotettori quali la nimodipina, con protocolli simili a quelli utilizzati nella cura degli episodi ischemici cerebrali.

Trattamenti manuali della colonna cervico-dorsale possono facilitare il drenaggio venoso cerebrale e ridurre l'irritazione dei plessi simpatici peri-arteriosi. Tuttavia, è evidente che è necessaria particolare prudenza nel trattamento manuale della cerniera atlo-occipitale, per evitare di indurre spasmi riflessi delle arterie vertebrali.

---

### 19.1.2 Vertigine parossistica posizionale benigna

La **vertigine parossistica posizionale benigna** può manifestarsi come unico evento vertiginoso e presentare le caratteristiche cliniche già riportate nel Capitolo 17. Nel caso dell’anziano, anche se le manovre cosiddette liberatorie possono abitualmente essere eseguite senza controindicazioni, si consiglia una certa prudenza nella provocazione della sintomatologia vertiginosa, perché può essere particolarmente mal tollerata e frequentemente può indurre rialzi pressori reattivi al disagio emotivo. Pertanto si consiglia di:

- non eseguire manovre terapeutiche “liberatorie” nella stessa seduta in cui vengono eseguite le manovre posizionali ai fini diagnostici;
- trattare dolcemente i *trigger-point* cervico-dorsali come riportato nel Capitolo 17, per una-due sedute;
- far assumere per qualche giorno antinfiammatori non steroidei e anti-vertiginosi. Uno schema potrebbe essere:
  - nimesulide 1 bustina a stomaco pieno due volte al giorno;
  - L-sulpiride dieci gocce prima dei pasti due volte al giorno, per 4 giorni;
  - dimenidrato 1 compressa al mattino del giorno in cui si programma l’esecuzione delle manovre “liberatorie” oppure scopolamina, 1 cerotto applicato la sera prima.

Mentre la vertigine acuta e quella posizionale benigna possono essere trattate, come visto, quasi indipendentemente dall’età, particolare attenzione meritano i quadri della vertigine posizionale maligna e l’instabilità.

---

### 19.1.3 Vertigine posizionale maligna

Si definisce **vertigine posizionale maligna** quella vertigine che si presenta costantemente ogni volta che il paziente assume la posizione scatenante e che non si modifica con le manovre “liberatorie” o con le terapie riabilitative. Non va confusa con la vertigine parossistica posizionale benigna ricorrente, che ha le caratteristiche cliniche tipiche della vertigine benigna e che si risolve completamente con le terapie descritte, per poi ripresentarsi dopo poche settimane o mesi. In questi casi si devono ap-

profondire alcuni aspetti metabolici. In particolare, bisogna considerare il metabolismo calcico, quello glucidico e quello tiroideo. Vibert e coll. hanno evidenziato, ad esempio, che nelle donne in menopausa, la vertigine posizionale è più frequente quando è presente osteoporosi, probabilmente per l'influenza degli ormoni sul metabolismo calcico degli otoliti. Lavinski e coll. e Kraft e coll. hanno rilevato che il dismetabolismo glucidico, in particolare l'iperinsulinemia, è una possibile causa di vertigine ricorrente, probabilmente attraverso l'alterazione della pompa ionica deputata alla produzione di endolinfa. Modugno e coll. hanno ipotizzato che patologie autoimmuni tiroidee portino alla precipitazione endolinfatica di immuno-complessi.

È quindi evidente che in questi casi bisognerà far seguire alle cure del singolo episodio di vertigine posizionale le terapie adeguate al trattamento della patologia di fondo.

Nel caso della vertigine posizionale benigna ricorrente, i potenziali evocati vestibolari miogeni (VEMPs) sono sempre normali. Al contrario, nel caso della vertigine posizionale maligna, i VEMPs sono sempre alterati. Ecco quindi che, oltre alle caratteristiche cliniche, anche l'indagine strumentale consente di porre la diagnosi corretta. Nella vertigine posizionale benigna ricorrente si ha quindi una disfunzione, seppure recidivante, della biomeccanica labirintica, mentre nel caso della vertigine maligna si ha una lesione della macula otolitica o del nervo vestibolare inferiore o dei nuclei vestibolari o delle vie di controllo cerebello-vestibolare. La precisazione della sede di lesione richiede l'utilizzo di altre indagini strumentali e talora anche di *neuroimaging*.

Per quanto riguarda la terapia, sarà necessario anzitutto curare la causa della lesione. È comunque molto raro risolvere completamente la sintomatologia posizionale. Alcuni autori hanno proposto interventi chirurgici sul labirinto o sul nervo vestibolare; gli autori ritengono però che, nel caso dell'anziano, tali procedure chirurgiche siano troppo invasive.

Le terapie rieducative non possono generalmente essere effettuate, poiché la sintomatologia viene provocata ogni volta che il paziente compie il movimento oppure assume la posizione scatenante. Pertanto sarà necessario spiegare chiaramente la situazione al paziente, suggerendo quelle strategie atte a ridurre la frequenza di scatenamento della vertigine. Tuttavia, il comportamento di evitamento o le correzioni posturali che il paziente, più o meno spontaneamente, assume necessitano spesso di trattamenti manuali del rachide per ridurre le limitazioni funzionali secondarie. Poiché frequentemente la causa della vertigine posizionale maligna è vascolare, bisognerà porre scrupolosa attenzione alla cerniera atlanto-occipitale, per evitare stimolazioni delle arterie vertebrali.

La sintomatologia può migliorare soprattutto con i farmaci cosiddetti “stabilizzanti di membrana” quali clonazepam, gabapentine, pregabalin e in alcuni casi carbamazepina. Si possono utilizzare anche la cinnarizina e la flunarizina, che combinano un effetto vasoattivo a quello stabilizzante di membrana, ponendo però molta attenzione ai dosaggi e alla durata di somministrazione, dati i noti effetti extrapiramidali.

---

#### 19.1.4 Instabilità

L’**instabilità** è determinata da un controllo scorretto o insufficiente della stabilità del tronco in generale e della testa, in particolare, durante il movimento.

La percezione della stabilità del mondo circostante a fronte del nostro movimento, è uno dei compiti funzionali fondamentali del SV. La stabilizzazione percepita dell’ambiente avviene attraverso due strategie fondamentali:

- stabilizzazione del capo con minima attivazione compensatoria dei riflessi visuo-vestibolo-oculomotori (cosiddetta strategia *top-down*);
- stabilizzazione della visione a fronte di movimenti del capo solidali con il corpo (cosiddetta strategia *down-top*).

Con la prima strategia i riflessi vestibolo-collici e collico-collici vengono fortemente attivati, mentre con la seconda sono i riflessi oculomotori a svolgere il ruolo determinante. In condizioni naturali, queste due strategie vengono automaticamente e inconsciamente integrate. L’instabilità compare nel momento in cui tale integrazione diviene inefficace.

Nell’anziano la strategia di stabilizzazione del capo è poco efficace per i problemi cervico-artrosici dell’età, per l’impoverimento dell’apparato sensoriale vestibolare e per la riduzione della capacità integrativa dei nuclei vestibolari, il che comporta ritardo e inefficienza dei riflessi compensatori vestibolo-oculomotori.

---

#### 19.1.5 Terapia

##### *Farmaci*

Oltre alla terapia delle patologie di fondo, le cure farmacologiche hanno due obiettivi, potenzialmente contrapposti:

- migliorare l’efficienza dei riflessi vestibolari e delle integrazioni sensorimotorie;
- ridurre la sintomatologia.

Gli obiettivi possono considerarsi potenzialmente contrapposti, poiché l'eccessiva riduzione del sintomo impedisce i fisiologici fenomeni di adeguamento e regolazione centrale, mentre l'eccessiva stimolazione della sensorialità accentua la percezione del movimento e quindi dell'instabilità.

Pertanto si dovrà mediare tra effetto stimolante ed effetto sedante. Uno schema potrebbe quindi ad esempio essere il seguente:

- amantadina 100 mg al mattino;
- cinnarizina 25 mg alla sera.

In alcuni casi si può associare gabapentin (100-300 mg alla sera) per ridurre l'oscillopsia. Frequentemente però nell'anziano si associano anche disturbi cognitivi con difficoltà di orientamento per la cui valutazione rimandiamo al Capitolo 7. In questi casi si può sfruttare l'effetto cognitivo dell'amantadina oppure associare citicolina im (da eseguire a cicli mensili) o idebenone, che ha un buon risultato anche sul controllo motorio. Infine, si possono associare nootropi quali il piracetam e successivi derivati.

### Trattamenti manuali

La strategia di stabilizzazione visiva richiede l'efficienza dei recettori periferici vestibolari e retinici ma per essi non è possibile attuare tecniche riabilitative specifiche. Pertanto si potrà intervenire con tecniche proprie della medicina manuale a facilitare la strategia di stabilizzazione del capo.

Bisogna comunque sempre considerare l'unità funzionale rappresentata dalla colonna vertebrale durante il movimento umano, in particolare durante la deambulazione, come visto nel Capitolo 8.

Quindi, il primo distretto da trattare non sarà quello cervicale bensì quello lombare, perché le sincronizzazioni funzionali tra muscoli fasici degli arti inferiori e muscoli tonici stabilizzatori della colonna sono a carico delle cerniere lombo-sacrale e dorso-lombare. Tali sincronizzazioni si estendono durante il movimento in senso basso-alto. Il trattamento manuale andrà inizialmente rivolto al distretto lombo-sacrale, successivamente a quello dorso-lombare, quindi alla cerniera cervico-dorsale e soltanto alla fine del ciclo terapeutico alla cerniera atlo-occipitale, qualora non vi siano controindicazioni.

### Riabilitazione

Il percorso riabilitativo nell'anziano deve essere complesso e rivolto sia al paziente, sia all'ambiente, sia all'interazione paziente-ambiente circostante. Molto spesso non è possibile risolvere la sintomatologia e la riabilitazione ha quindi lo scopo di aiutare il paziente a gestire le proprie patologie, migliorando l'autonomia motoria e sociale e riducendo il consumo di

farmaci. In analogia con la Back School e la Neck School, abbiamo denominato la nostra proposta riabilitativa Vertigo School. Il percorso prevede tre fasi:

1. *counseling*;
2. *training*;
3. *home training*.

Nella fase di *counseling* si spiega al paziente la complessa origine dei suoi problemi, si rivaluta la terapia farmacologica complessiva cercando di ridurre/sostituire i farmaci che possono contribuire alla sintomatologia, si propongono semplici interventi sull'ambiente domestico, come ad esempio l'installazione della maniglie per la vasca da bagno, si consigliano semplici provvedimenti personali, come ad esempio l'uso della pantofole chiuse invece che della ciabatta, e, soprattutto, si insegna al paziente come gestire alcune situazioni quotidiane che frequentemente causano vertigini, come alzarsi dal letto o raccogliere un oggetto (Tabella 19.1) (Figg. 19.1 a-e, 19.2 a-d, 19.3 a-c).

**Tabella 19.1.** Strategie per migliorare la gestione delle attività quotidiane

#### **CORREGGERE L'AMBIENTE DOMESTICO ED ALCUNE ABITUDINI**

- Eliminare i tappeti o almeno fissarli al pavimento con strisce autoadesive.
- Posizionare bande antiscivolo sui gradini delle scale.
- Posizionare una maniglia per aiutarsi a uscire dalla vasca da bagno ma comunque preferire la doccia, eventualmente da seduti.
- Utilizzare le pantofole chiuse e non le ciabatte.
- Assumere i vari farmaci un poco distanziati tra loro e alla sera quelli che possono determinare ipotensione o sonnolenza.
- Lasciare sempre una debole luce a illuminare la camera da letto di notte.
- Lasciare una debole luce che indichi chiaramente la posizione del bagno.
- Dormire mantenendo un poco il capo rialzato con un cuscino sotto il materasso, oltre al cuscino abituale.
- Non utilizzare cuscini ortopedici “per la cervicale”.
- Guardare la televisione ben eretti in poltrona o su un divano, purchè non siano troppo morbidi e posizionarsi sempre di fronte alla televisione.

#### **PER ALZARSI DAL LETTO (Fig. 19.1)**

- Mettersi su un fianco, lasciare poi scivolare le gambe dal bordo del letto e raddrizzare il busto aiutandosi con le mani.
- Restare seduti per alcuni secondi, quindi alzarsi servendosi, al bisogno, di un bastone.

*Continua* →

continua Tabella 19.1.

**PER ALZARSI DA UNA POLTRONA (Fig. 19.2)**

- Evitare movimenti bruschi. Piegarsi lentamente in avanti, appoggiarsi ai braccioli tenendo lo sguardo dritto in avanti, avvicinare i piedi alla poltrona e spingere con le braccia. Quindi alzarsi aiutandosi, al bisogno, con un bastone.

**PER RACCOGLIERE UN OGGETTO DA TERRA (Fig. 19.3)**

- Non cercare di chinarsi senza avere un appoggio. Spingere, con prudenza, l'oggetto verso un punto d'appoggio stabile; poi, tenendosi con una mano, piegarsi sulle ginocchia, prendere l'oggetto, infine raddrizzarsi lentamente guardando in avanti.

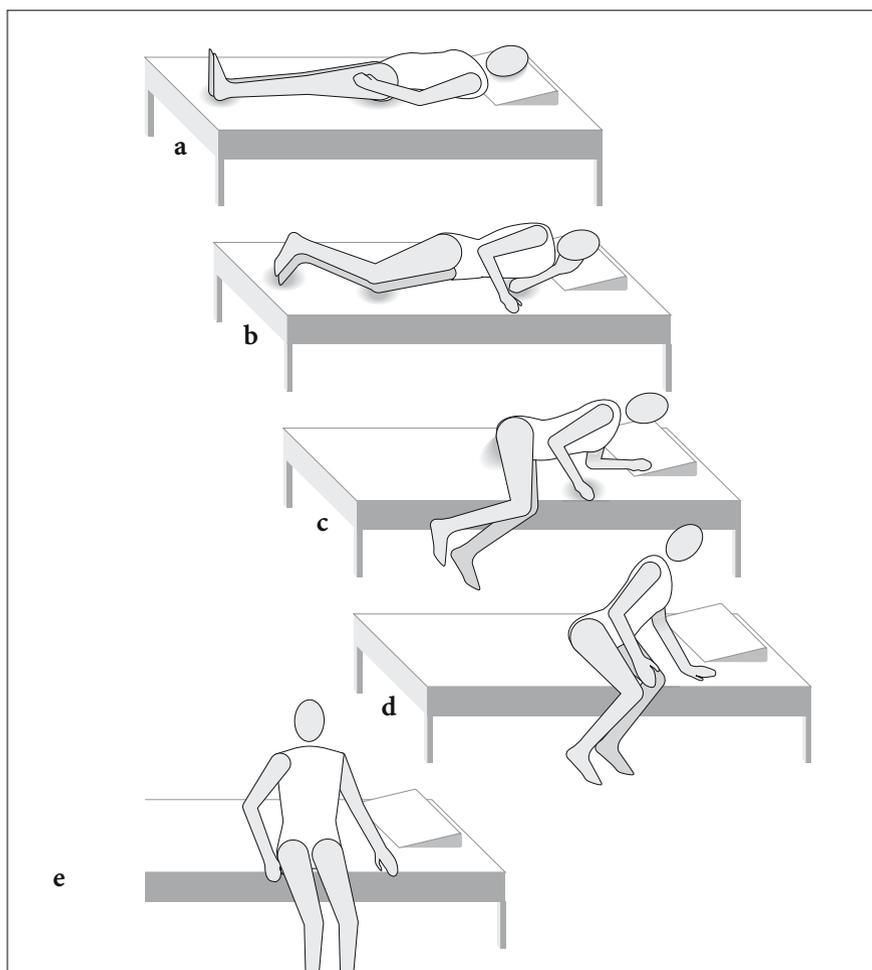


Fig. 19.1 a-e Come alzarsi dal letto

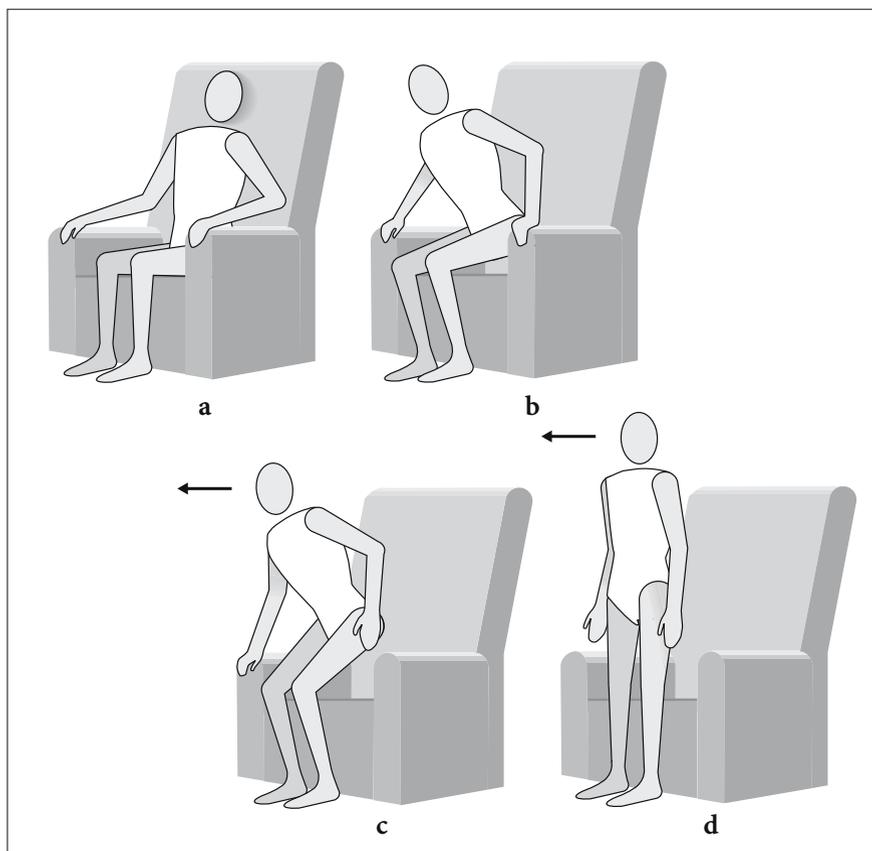
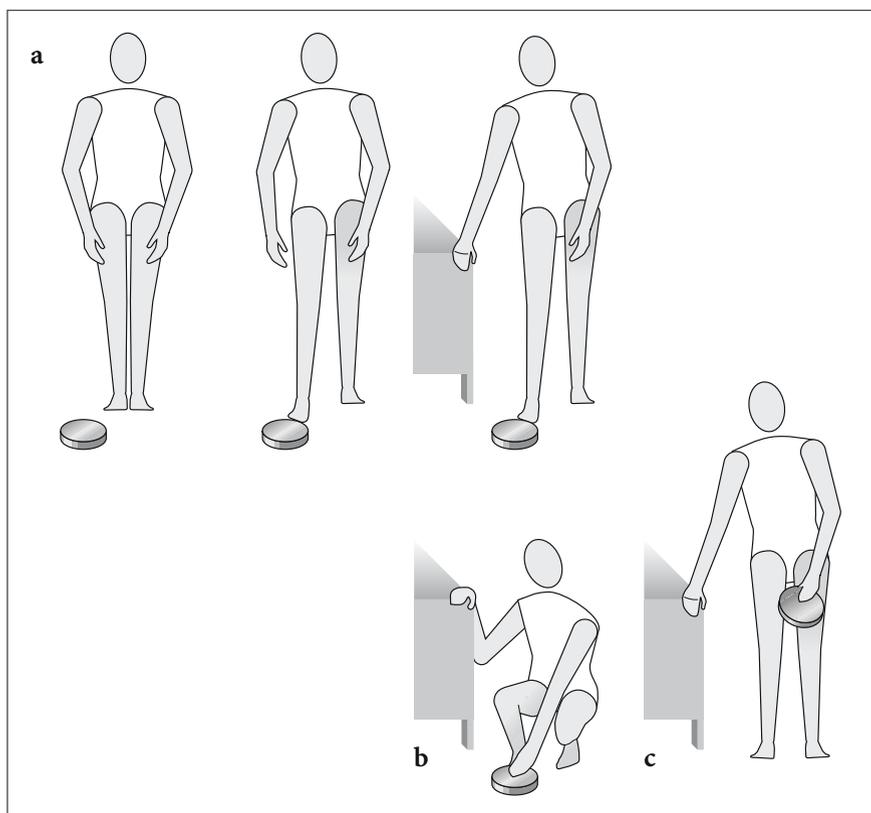


Fig. 19.2 a-d Come alzarsi dalla sedia

La fase di *training* in palestra con un terapeuta prevede un ciclo di 10 sedute: tre alla settimana per tre settimane e una finale per illustrare gli esercizi domiciliari. Gli esercizi vengono eseguiti in un piccolo gruppo, massimo quattro persone con problemi simili. La sequenza degli esercizi è standardizzata sulla base dei programmi MCS e in parte personalizzata sulla base della situazione clinica di ciascun paziente. La durata di ogni esercizio e il numero di ripetizioni sono invece stabiliti dal terapeuta in base alla risposta del paziente e alle sue condizioni giornaliere.

La fase di *training* ha anche lo scopo di far prendere confidenza al paziente con i propri disturbi di equilibrio. La struttura “a piccolo gruppo” consente da un lato di ottimizzare le risorse umane e logistiche, dall’altro permette una certa personalizzazione e, soprattutto, consente un discreto rinforzo positivo che deriva dalla condivisione delle difficoltà e delle relative ansie e paure.



**Fig. 19.3 a-c** Come raccogliere un oggetto

Nella prima settimana si privilegiano gli esercizi atti a mobilizzare le articolazioni delle caviglie e del bacino e a stimolare i riflessi posturali e oculomotori più semplici.

Nella seconda settimana si punta l'attenzione soprattutto sugli esercizi che stimolano l'interazione tra controllo posturale e controllo oculomotorio. Se nella palestra sono disponibili, in questa fase si possono utilizzare anche degli strumenti riabilitativi quali “la pedana con labirinto”, con esercizi da eseguire da seduto o tra le parallele oppure il sistema Delos o la pedana stabilometrica. In relazione alla struttura in “piccolo gruppo” gli esercizi dovranno essere necessariamente di breve durata.

Nella terza settimana gli esercizi sono finalizzati all'integrazione cognitivo-motoria. In questa fase si possono utilizzare anche esercizi strumentali e, con le adeguate cautele, la strumentazione più idonea è il sistema Delos.

Nella Tabella 19.2 è riportato il protocollo che il terapeuta poi “interpretà” sulla base della composizione del gruppo di pazienti.

La fase di *home-training* prevede che il paziente esegua a casa, generalmente due volte al giorno, esercizi semplici che hanno lo scopo di mantenere una adeguata gestione dei problemi di equilibrio.

Nella Tabella 19.3 è riportato il protocollo domiciliare usualmente proposto (Figg. 19.4, 19.11).

**Tabella 19.2.** Rieducazione vestibolare da eseguire in palestra con il terapeuta

#### IN POSIZIONE SUPINA

- Rilassamento e controllo della respirazione.
- Muovere gli occhi nelle varie direzioni.
- Muovere la testa nelle varie direzioni prima lentamente poi più rapidamente.
- Ruotare sul fianco destro e poi su quello sinistro.

#### PASSARE DA SUPINO A SEDUTO

- Fissare un punto, ritornare supino ma con il capo ruotato a destra (fissando un punto), quindi ritornare seduto, poi ancora supino con il capo ruotato a sinistra (fissando un punto) e infine ritornare seduto, poi ancora supino ma fissando il soffitto.

#### IN POSIZIONE SEDUTA

- Rilassamento e controllo della respirazione.
- Muovere il capo in rotazione, flesso-estensione, latero-flessione, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando delle mire secondo il comando del terapeuta (Fig. 19.4).

#### ESERCIZI PER IL TRONCO

- Piegarsi e portare il naso sul ginocchio destro, poi sul sinistro. Curare le fasi della respirazione (Fig. 19.5).
- Mobilizzare i cingoli scapolari, meglio se utilizzando un bastone.
- Piegarsi a raccogliere un oggetto e sollevarlo sopra la testa mantenendone la fissazione (Fig. 19.6).
- Fissare il proprio indice, avvicinandolo e allontanandolo ripetutamente ma mantenendolo sempre a fuoco, poi seguirlo mentre lo si muove lentamente continuamente da destra a sinistra.
- Alzarsi e sedersi ripetutamente dapprima senza fissare nessuna mira poi fissando la mira indicata dal terapeuta.

*Continua* →

continua Tabella 19.2.

### IN PIEDI

- In equilibrio davanti allo specchio, modificare la base di appoggio, prima con i piedi divaricati, poi con i piedi uniti, infine incrociando i piedi. Prima fissarsi nello specchio, poi ruotare la testa e fletto-estendere la testa ripetutamente, infine ruotare e flesso-estendere il capo ripetutamente fissando una mira posta sullo specchio (Fig. 19.7). Eventualmente associare tappeto propriocettivo.

### IN CAMMINO

- Camminare sul posto tranquillamente curando la respirazione (Fig. 19.8).
- Camminare sul posto controllando la posizione e la coordinazione nello specchio, prima sul pavimento, poi sulla gomma. Successivamente camminare sulla gomma con gli occhi chiusi.
- Camminare sul posto accentuando le sincinesie, prima con occhi aperti, poi con occhi chiusi, prima sul pavimento poi sulla gomma.
- Camminare avanti e indietro (ruotando al termine), prima normalmente, poi sulle punte, poi sui talloni. Iniziare con gli occhi aperti, poi con gli occhi chiusi.
- Camminare avanti e indietro (ruotando al termine), prima normalmente, poi sulle punte, poi sui talloni ruotando il capo a destra e sinistra, quindi ruotando il capo ma mantenendo la fissazione di una mira posta davanti a sé, infine ruotando il capo a guardare delle mire secondo i comandi del terapista.

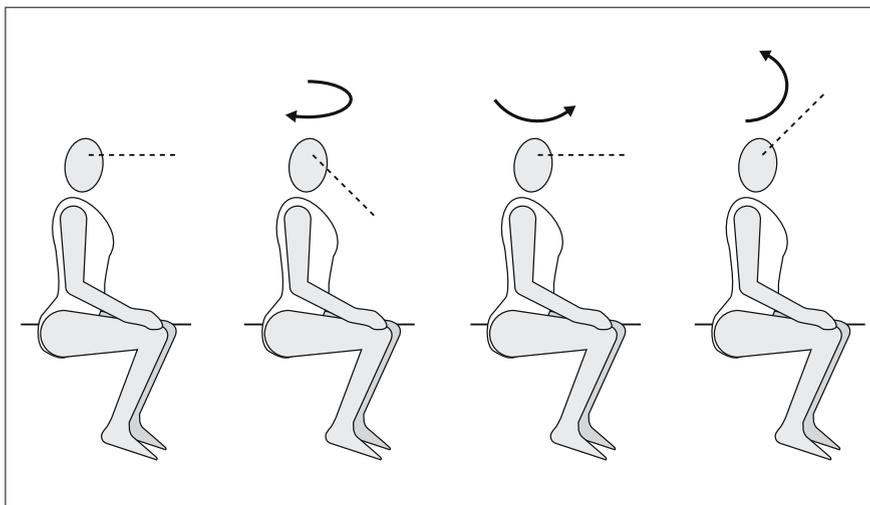


Fig. 19.4 Movimenti della testa in tutte le direzioni, fissando una mira di fronte

Tabella 19.3. Rieducazione vestibolare domiciliare

**IN POSIZIONE SEDUTA**

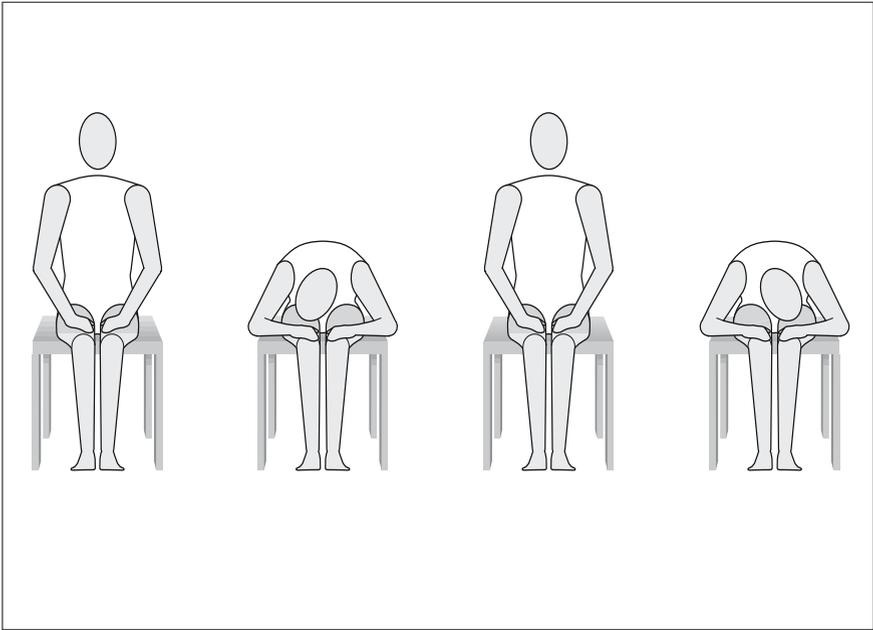
- Rilassamento e controllo della respirazione.
- Muovere il capo in rotazione, flesso-estensione, latero-flessione, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando una mira posta di fronte.
- Ruotare il tronco a destra ed a sinistra, prima senza fissare alcuna mira, poi fissando delle mire poste di lato, quindi ruotare solo il tronco mantenendo la testa ferma e fissando una mira posta di fronte.
- Fissare il proprio pollice, avvicinandolo ed allontanandolo ripetutamente ma mantenendolo sempre a fuoco. Poi seguirlo mentre lo si muove lentamente continuamente da destra a sinistra.

**IN PIEDI**

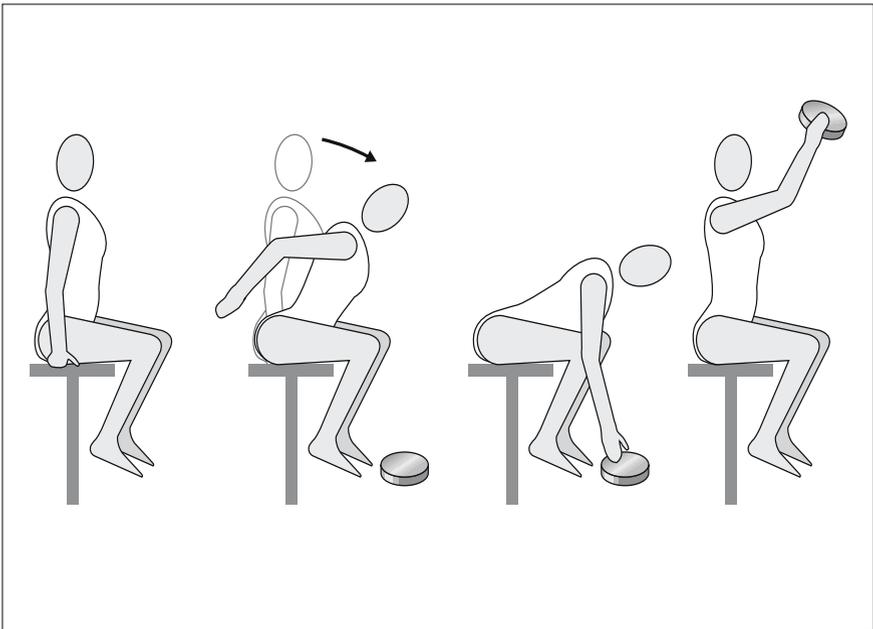
- Rilassamento e respirazione.
- In equilibrio davanti allo specchio modificare la base di appoggio, prima con i piedi divaricati, poi con i piedi uniti, infine incrociando i piedi. Prima fissarsi nello specchio, poi ruotare la testa e fletto-estendere la testa ripetutamente, infine ruotare e flesso-estendere il capo ripetutamente fissando una mira posta sullo specchio (Fig. 19.9).
- Appoggiandosi in sicurezza al bordo di un tavolo sollevarsi sulle punte per 10 sec, poi sui talloni per 10 sec, poi sulla gamba destra per 10 sec e infine sulla gamba sinistra per 10 sec. Ripetere poi con occhi chiusi (Fig. 19.10, 19.11).

**IN CAMMINO**

- Camminare tranquillamente curando la respirazione, fissando una mira posta di fronte e curando la coordinazione tra braccia e gambe.
- Camminare con la testa ferma ma ruotando gli occhi da destra a sinistra, quindi ruotando la testa a destra e a sinistra e infine ruotando il tronco a destra e a sinistra (curare la respirazione).
- Rilassamento e respirazione.



**Fig. 19.5** Piegando il tronco e portando la fronte sul ginocchio



**Fig. 19.6** Afferrare e sollevare un oggetto da terra

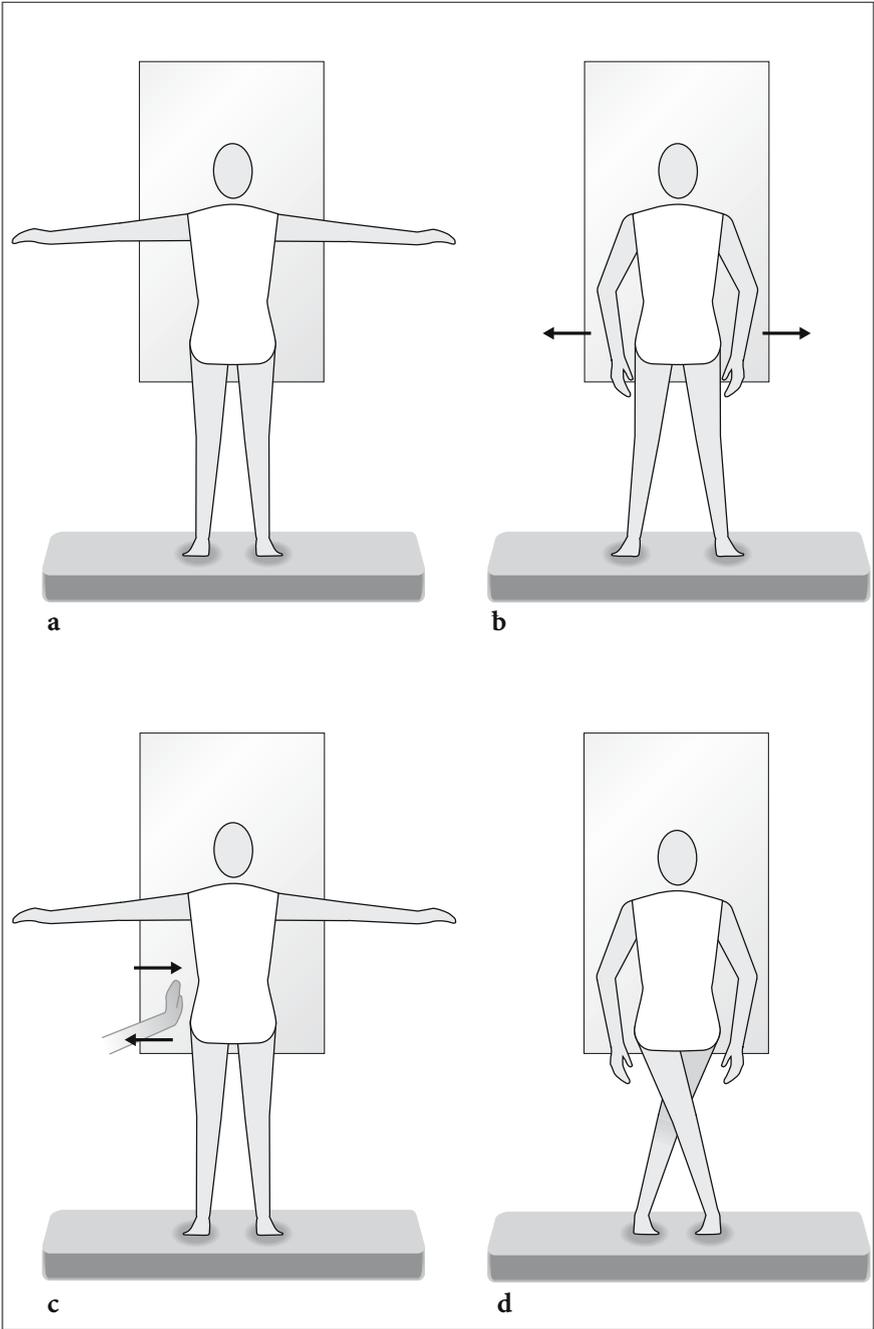
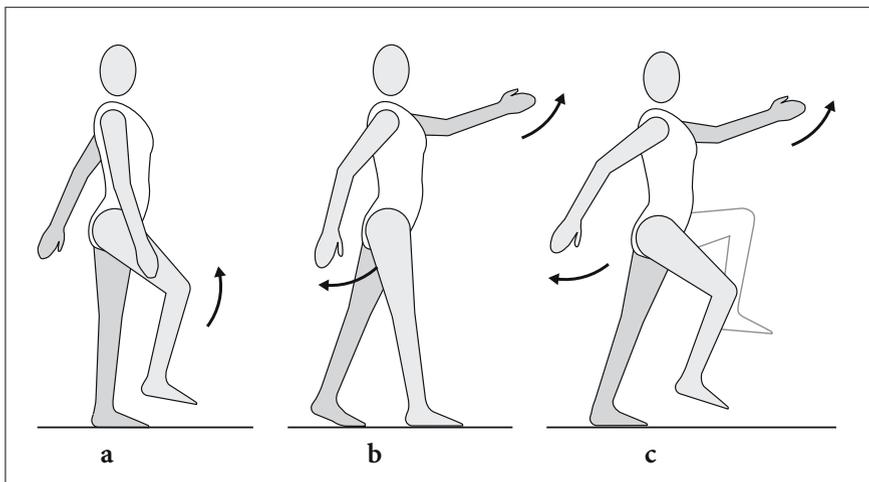
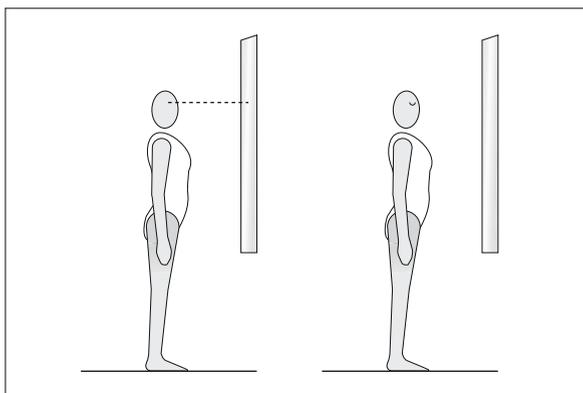


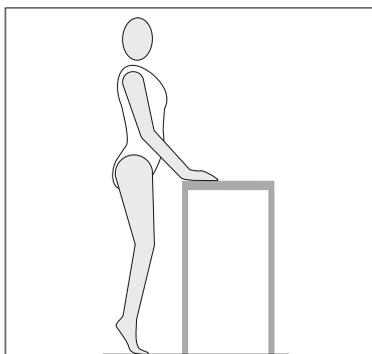
Fig. 19.7 a-d Esercizi di equilibrio da eseguirsi eventualmente anche sul tappeto propriocettivo



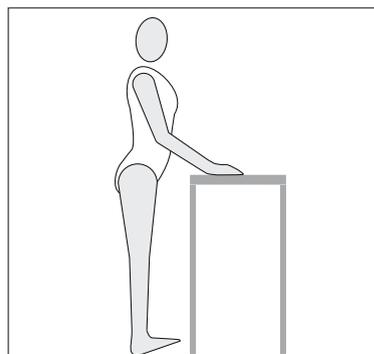
**Fig. 19.8** a-c Stepping (a), oscillazioni delle braccia (b), stepping con oscillazione simultanea delle braccia (c)



**Fig. 19.9** Riflettendosi in uno specchio, il paziente si allinea correttamente e quindi chiude gli occhi mantenendo la postura corretta



**Fig. 19.10** Il paziente si solleva sulle punte



**Fig. 19.11** Il paziente si solleva sui talloni

---

## 19.2 Vertigine nel paziente giovane

A differenza dell’anziano, in cui la genesi della sintomatologia, in generale, è sempre multifattoriale e il ruolo della patologia cervicale, in particolare, è sempre da considerarsi concausale, nel soggetto che schematicamente possiamo definire “giovane”, la multifattorialità si sfuma e la disfunzione/patologia cervicale può, almeno in alcuni casi, essere considerata un elemento causale diretto. Le afferenze propriocettive cervicali, infatti, rappresentano un servo-meccanismo nel controllo muscolare dinamico, in grado di attenuare o di amplificare i riflessi posturali conseguenti alla stimolazione labirintica. Wilmouth e Toupet descrivono la vertigine “d’origine propriocettiva” come segue: “sindrome disfunzionale complessa che perturba in modo reversibile la propriocezione e l’equilibrio, causata da multiple disfunzioni articolari e vertebrali che disturbano le catene fisiologiche statiche e cinetiche e quindi la loro gestione da parte del sistema nervoso centrale (SNC)”.

È importante in questa sede sottolineare il concetto delle “catene fisiologiche statiche e cinetiche”. Infatti Mitnitsky e coll. hanno analizzato la coordinazione tra l’angolo lombo-sacrale e l’inclinazione del tronco durante il sollevamento di differenti pesi, mostrando che è proprio il sistema nervoso a coordinare i gradi di libertà del rachide, così da correlare strettamente lordosi e inclinazione necessaria del tronco, attraverso l’attivazione di sinergie muscolari. Questa coordinazione può venire a mancare se il SNC attiva sinergie inter-articolari errate a causa di alterati *input* propriocettivi determinati da patologie muscolo-scheletriche flogistiche, degenerative, traumatiche o semplicemente disfunzionali.

Il modo esemplificativo di una situazione in cui la patologia disfunzionale del rachide può considerarsi più significativamente causale è quello dei soggetti che lavorano al computer. È comunque ovvio che altri fattori sensoriali sono coinvolti, quali ad esempio la vista con l’eteroforia, la convergenza e la fusione. Schieppati e coll. (2003) hanno dimostrato che l’affaticamento sperimentalmente indotto dei muscoli cervicali determina alterazione del controllo posturale in soggetti giovani e normali e quindi questo caso ben si presta a chiarire un approccio terapeutico specifico.

---

### 19.2.1 Quadro clinico

La modalità di manifestazione della sintomatologia è solitamente duplice, per lo più successiva. Spesso il paziente avverte una crisi acuta di vertigi-

ne, intensa ma di brevissima durata (1-2 minuti) quando si alza dalla scrivania oppure, dopo aver lavorato a lungo al computer, gira il capo, anche di poco e non necessariamente in modo brusco o rapido. Alla vertigine seguono la nausea e la polipnea reattiva, con conseguente tachicardia e sudorazione. A volte la sintomatologia iniziale e la successiva risposta emotiva sono tanto intense da richiedere l'intervento della guardia medica. Tuttavia, non si rilevano mai i segni di una lesione labirintica come nella vertigine acuta di cui al Capitolo 16. Molto spesso oltre alla manifestazione acuta, anche al posto di essa, il paziente presenta instabilità sia in stazione eretta sia nella deambulazione, fastidio nei cambiamenti posturali e nei movimenti del capo, soprattutto in flessione-estensione, senza però presentare le caratteristiche della vertigine posizionale benigna di cui al Capitolo 17. Un disturbo frequentemente lamentato è il senso di peso alla testa, difficoltà visive vaghe con fatica a mettere a fuoco soprattutto nelle situazioni di scarsa illuminazione, fastidio nei luoghi affollati, soprattutto se presenti contrasti visivi, come nei supermercati. Talora i sintomi sono così intensi da portare a veri attacchi di panico.

Il paziente non presenta nistagmo né spontaneo né posizionale ma frequentemente:

- la convergenza oculare e i movimenti di inseguimento oculare lento sono alterati;
- la coordinazione cervico-oculare, evidenziate dalla prova di inseguimento lento cefalico, è ridotta;
- la prova di Romberg e la stabilometria, soprattutto nella cosiddetta prova cervicale, sono alterate;
- lo studio del cammino evidenzia ridotta stabilità dinamica cervico-cefalica.

Dal punto di vista della semeiotica del rachide, in genere si rileva la presenza di numerosi segmenti mobili sofferenti, su base disfunzionale. Frequenti sono anche le *taut bands* nei muscoli cervicali posteriori e i fenomeni di allodinia nei territori cutanei e muscolari corrispondenti ai segmenti mobili interessati. Si ritiene avere scarsa importanza il rilievo di segni radiologici della cosiddetta "artrosi", vista la grandissima frequenza con cui compaiono dopo i 30 anni, anche perché spesso non vi è corrispondenza di livello con il reperto semeiologico clinico.

## 19.2.2 Terapia

### Farmaci

Anche se la patologia è disfunzionale, poiché sono soprattutto i mediatori della flogosi ad alterare l'attività dei propriocettori, è opportuno utilizzare FANS per un breve periodo. Talora anche gli steroidi a basso dosaggio (es. deflazacort 6 mg per 3-4 giorni), aiutano a gestire la sintomatologia.

Oltre alla vertigine e all'instabilità, un sintomo molto disturbante in questi casi è la nausea. Come sintomatico si utilizza quindi la L-sulpiride a basso dosaggio, 25 mg due volte al giorno, per circa 1 settimana.

Anche per facilitare i trattamenti manuali è utile associare miorilassanti. In questi pazienti è preferibile l'utilizzo di BDZ a basso dosaggio anche per ridurre la componente emotiva, ad esempio clormetildiazepam 0,5 mg/die o prazepam 5 mg due volte al giorno.

### Trattamenti manuali

La terapia manuale ha un posto di rilievo in questa patologia. È necessario iniziare con il trattamento delle contratture localizzate muscolari, eventualmente anche con tecniche di rilasciamento post-isometrico, mobilizzazioni passive o manovre di *joint play* e, se la situazione lo consente, con vere manipolazioni vertebrali ad “alta velocità”, ma in ogni caso valutando la funzionalità del rachide lombare e dorsale e la presenza in questi tratti di eventuali altri segmenti mobili sofferenti che vanno trattati per primi dal basso all'alto.

### Terapia riabilitativa

La terapia riabilitativa ha soprattutto lo scopo di prevenire le ricadute. In questi casi è efficace soprattutto la correzione ambientale e delle abitudini. L'attuazione delle indicazioni riportate nelle “Linee Guida d'uso dei video-terminali” (art. 56, comma 3, decreto legislativo n. 626/1994) è abitualmente sufficiente. In alcuni casi si possono consigliare anche gli esercizi fisici da “scrivania” cioè la cosiddetta *desk-gym* (vedasi Capitolo 13). Nei pazienti in cui né la correzione ambientale, né la *desk-gym* siano sufficienti, si possono proporre percorsi di riarmonizzazione posturale come la RPG o il metodo di Feldenkrais.

# Instabilità da trauma distorsivo cervicale

Il colpo di frusta può essere definito un trauma cervico-cefalico, rapido (50 msec), senza contatto, da accelerazione e decelerazione. Il colpo di frusta è un vero trauma cranico, anche se abitualmente il contatto cefalico non avviene. La sindrome da colpo di frusta insorge in seguito a un incidente, nella maggior parte dei casi del traffico, generalmente un tamponamento oppure un urto laterale o frontale, ma anche a complicare traumi cranici che comportino un brusco movimento del capo.

Le contusioni cerebrali o i sanguinamenti intracranici sono rari ma sono state descritte sia paralisi dell'abducente, mono- o bilaterale, sia paralisi laringee, da emorragia parcellare del tronco. Inoltre, proprio come nelle sindromi post-commotive, possono presentarsi anche sintomi neurovegetativi, affettivi, cognitivi, che si concretizzano in sindromi neuro-astenica e iperestesico-emozionale.

A dimostrazione della complessità/gravità delle complicanze da "colpo di frusta" ricordiamo che Johnsson e coll. hanno dimostrato che spesso l'esame radiologico non riesce ad evidenziare le lesioni che si possono riscontrare in sede anatomo-patologica quali fratture dei corpi vertebrali o delle articolazioni uncovertebrali e intervertebrali, avulsioni delle cartilagini o delle apofisi traverse, lesioni dei tessuti molli paravertebrali, dell'annulus e del disco.

Pertanto numerosi elementi sintomatologici variamente combinati possono costituire differenti quadri sindromici:

- ortopedici, con cervicalgia e limitazione funzionale dei movimenti del collo;
- neurologici, con parestesie, disestesie o radicolopatie con segni sensitivi, motori e riflessi;
- audiologici, con acufeni e talora ipoacusia, vertigini e instabilità;
- otorinolaringoiatrici, con disfagia e disfonia;
- odontoiatrici, con disturbi dell'occlusione o dolori temporo-mandibolari;

- reumatologici, con una vera sindrome fibromialgica;
- psicopatologici, con quadri depressivi o ansiosi.

Gli studi cinematici hanno evidenziato che con il tamponamento si ha dapprima una sollecitazione brusca del rachide lombare, quindi l'ipereensione del capo e successivamente la sua iperflessione. Queste tre fasi traumatiche portano alla stimolazione patologica di tre distretti importanti per il controllo dell'equilibrio:

- la sollecitazione patologica del rachide lombare determina la disfunzione dello *spinal engine* descritto da Gracovetsky e innesca le alterazioni della distribuzione delle forze prodotte dal cammino dal basso verso l'alto;
- la sollecitazione patologica del collo determina la disfunzione delle strutture biomeccaniche e propriocettive deputate alla stabilizzazione dinamica del capo durante il cammino, nonché la iperstimolazione delle arterie vertebrali;
- la sollecitazione del capo determina concussione delle strutture dell'orecchio interno con possibili danni diretti della coclea, delle ampolle dei canali semicircolari o delle macule otolitiche, con distacco di otoliti.

Come conseguenza dei meccanismi sopra descritti, dopo un colpo di frusta, il sincronismo testa/tronco durante i movimenti del corpo, in particolare nei cambi posturali e nel cammino, si altera e il corpo oscilla come un multipendolo interconnesso ma con velocità differenti dei vari segmenti corporei. In tale situazione, la stabilizzazione del campo visivo richiede l'attivazione dei riflessi vestibolo-oculomotori che, come è noto, compensano i movimenti del capo. Se, per varie motivazioni, nello specifico paziente, l'efficacia del riflesso vestibolo-oculomotore non è ottimale, il ritardo si traduce in una oscillopsia, talora conclamata e talora subliminale, che il paziente avverte come vertigine o disequilibrio.

---

## 20.1 Quadro clinico

Il colpo di frusta può variare da forme minori a casi molto severi, ma generalmente l'evoluzione della lesione si divide in tre fasi:

- la fase di esordio, che coinvolge reazioni locali con il rilascio di neuro-mediatori come la serotonina, l'istamina, la bradichinina e le classiche sostanze della flogosi;
- la fase di recupero, caratterizzata localmente dalla sintesi di nuove fibre collagene;
- la fase di rimodellamento, in cui il collo e il corpo modificano la loro

posizione e le loro strategie di movimento in modo da ripristinare le normali attività quotidiane.

Secondo la classificazione della *Quebec Task Force* (QTF), si devono inoltre distinguere differenti gradi di compromissione anatomico-funzionale:

- stadio 0: nessun disturbo riferito e nessun segno clinico.
- stadio 1: dolore e rigidità del collo; nessun segno clinico.
- stadio 2: dolore cervicale; segni clinici muscolo-scheletrici.
- stadio 3: dolore cervicale; segni clinici neurologici.
- stadio 4: dolore cervicale; frattura, lussazione o lesione midollare.

Per la QTF i segni muscolo-scheletrici che definiscono lo stadio sono la riduzione di ampiezza dei movimenti e la sensibilità alla palpazione del collo; i segni neurologici comprendono diminuzione o assenza dei riflessi, della motricità e della sensibilità.

La semeiotica propria della medicina manuale, descritta nel Capitolo 8, consente di meglio delineare lo stadio poiché include anche la ricerca dei movimenti dolorosi del capo, il dolore ricercato palpatariamente a livello delle articolazioni vertebrali segmento per segmento (DDIM) e a livello della cute, del sottocute e dei muscoli cervicali e lombari.

La semeiotica propria vestibolare comprende la valutazione clinica e la documentazione strumentale del controllo statico e dinamico dell'equilibrio, con particolare attenzione ai fenomeni di stabilizzazione dinamica del capo durante il cammino.

A nostro parere, quando sono presenti vertigine o disturbi dell'equilibrio, la rigorosa applicazione della semeiotica manuale e vestibolare guiderà la terapia, che dovrà necessariamente essere modulata anche in relazione alle caratteristiche del trauma, al tempo decorso e allo stadio clinico.

---

## 20.2 Terapia

A scopo esemplificativo riporteremo alcune indicazioni generali di terapia.

---

### 20.2.1 Fase di esordio (abituamente sino a 1 mese dal trauma)

#### *Stadi I-II*

Vertigini e disequilibrio sono frequenti e talora sono più disturbanti dei sintomi algici. La terapia deve iniziare già nella fase di valutazione in

Pronto Soccorso. L'applicazione del collare non è ampiamente condivisa, soprattutto per quanto riguarda la durata: secondo alcuni non deve superare i 10 giorni, secondo altri i 3 giorni. Può essere necessario utilizzare un collare morbido sagomato solo per la notte, qualora il paziente avverta dolore notturno o al risveglio, per aver inconsciamente mantenuto posizioni algiche durante il sonno. È bene ricordare che maggiore è il tempo di applicazione del collare, più frequenti sono i disturbi di equilibrio alla rimozione, talora anche con franche vertigini rotatorie.

Dal punto di vista farmacologico si utilizzano:

- FANS;
- miorilassanti quali tiocolcoside i.m o BDZ a basso dosaggio, soprattutto quelle a maggior legame muscolare quale il prazepam. La tizamidina ha una potente azione miorilassante, ma in alcuni pazienti può peggiorare i disturbi di equilibrio a causa dell'azione centrale;
- L-sulpiride per nausea e vertigini.

Dal punto di vista della fisioterapia strumentale:

- laser applicato al rachide cervicale e cervico-dorsale;
- TENS soprattutto a scopo antalgico, ma l'applicazione degli elettrodi a livello cervicale deve tenere conto delle asimmetrie posturali o vestibolari rilevabili all'esame clinico e strumentale.

Dal punto di vista della medicina manuale:

- non sono indicate le manipolazioni cervicali;
- possono essere indicate le manipolazioni dorsali o lombari;
- sono indicate e prive di rischi, purché dolci e progressive, le manovre sui tessuti molli come stiramenti trasversali dei vari strati muscolari, trattamento della cute e del sottocute, mobilizzazioni passive e caute soprattutto secondo i criteri del *joint play* di Mennel e messe in posizione indolori;
- infiltrazione con cortisonici solubili e/o anestetici o “*dry needling*” dei *trigger-points* e delle *taut bands* cervico-dorsali;
- infiltrazione delle articolazioni posteriori cervicali con cortisonici solubili, senza anestetico, sotto controllo radiologico e in ambiente ospedaliero. Ricordiamo infatti che, anche se eseguite in modo tecnicamente corretto, queste infiltrazioni possono dare origine ad importanti disturbi riflessi cardio-circolatori.

### **Stadio III**

I disturbi vertiginosi sono spesso meno significativi e minoritari rispetto

ai danni neurologici, che richiedono l'impiego dal punto di vista farmacologico dei cortisonici per via generale, più prolungato uso del collare ed astensione dalle attività abituali, nonché una stretta sorveglianza clinica e un più ampio ventaglio di accertamenti strumentali come la risonanza magnetica, l'elettromiografia, i potenziali evocati.

Si devono comunque utilizzare i trattamenti proposti per gli stadi I e II.

#### **Stadio IV**

Data la gravità delle lesioni osteo-muscolari ed eventualmente neurologiche, sono ovviamente indicate, in questa fase, prolungate immobilizzazioni cervico-toraciche ed eventuali interventi chirurgici. I disturbi di equilibrio verranno quindi trattati solo dal punto di vista sintomatologico e verranno più completamente affrontati successivamente alla risoluzione dei principali problemi ortopedici e neurologici.

---

#### **20.2.2 Fase di recupero (1-6 mesi)**

In questa fase è possibile riprendere le attività quotidiane abituali, seppure con attenzione ai carichi funzionali.

Dal punto di vista farmacologico si utilizzano:

- FANS in caso di riacutizzazione algica o di episodi acuti di vertigine rotatoria;
- BDZ a basso dosaggio, preferendo quelle con maggior attività stabilizzante di membrana quali il clonazepam;
- L-sulpiride, in caso di episodi acuti di vertigine rotatoria;
- si dovranno comunque stimolare i fenomeni di recupero vestibolare limitando l'uso dei farmaci vestiboloplegici alle fasi di riacutizzazione, preferendo quindi vestibolo-stimolanti quali amantadina o idebenone.

Dal punto di vista della medicina manuale:

- possono essere indicate le manipolazioni cervicali secondo le regole già indicate nel Capitolo 12;
- manipolazioni dorsali o lombari;
- manovre sui tessuti molli;
- infiltrazione con cortisonici solubili e/o anestetici o "dry needling" dei *trigger-points* e delle *taut bands* cervico-dorsali;
- infiltrazione delle articolazioni posteriori cervicali con cortisonici solubili, senza anestetico, sotto controllo radiologico e in ambiente ospedaliero, qualora persistano fenomeni dolorosi importanti.

Dal punto di vista della rieducazione:

- cura dell'igiene di vita;
- rieducazione posturale;
- stabilometria con *feedback*: si inizierà chiedendo al paziente di controllare la posizione "statica" del centro di pressione. Successivamente, si procederà con bersagli più ravvicinati chiedendo al paziente di spostare il centro di pressione curando la precisione. Infine si utilizzeranno bersagli più distanziati chiedendo al paziente di curare la velocità di spostamento;
- sistema Delos: si inizierà con il paziente seduto sulla pedana, chiedendo di controllare la stabilità del tronco, inizialmente, della testa, successivamente (Fig. 20.1). Quindi, si procederà con esercizi in piedi. Inizialmente si chiederà al paziente, in appoggio bipodalico sul pavimento, di eseguire dei percorsi utilizzando come *feedback* il sensore del tronco. Nelle sedute successive si chiederà dapprima, in appoggio bipodalico sul pavimento, di eseguire dei percorsi utilizzando come *feedback* il sensore della testa, poi di mantenere la stabilità del capo ma in appoggio bipodalico sulla tavola. Secondo i casi si può limitare l'escursione della tavola con dei limitatori di gomma rigida;
- pedana con labirinto: si inizierà da seduto, con la schiena appoggiata, poi senza appoggio e solo nelle ultime sedute si eseguiranno gli esercizi in piedi.



Fig. 20.1 Esercizi di controllo delle stabilità del tronco e/o della testa in posizione seduta su tavola di Friedman

### 20.2.3 Fase di rimodellamento o cronica (> 6 mesi)

Dal punto di vista farmacologico si utilizzano:

- FANS in caso di riacutizzazione algica o di episodi acuti di vertigine rotatoria;
- benzodiazepine (BDZ) a basso dosaggio quali il clonazepam o delorazepam.
- per l'aspetto psicologico, che si manifesta spesso con fobie ed attacchi di panico: citalopram, amitriptilina, che agisce anche sui disturbi del sonno e sul dolore, alprazolam, anafranil;
- nei casi che sviluppano fibromialgia, adenometionina ad alte dosi, amitriptilina a basso dosaggio, ciclobenzaprina o clomipramina o duloxetine, vitamina D e magnesio;
- L-sulpiride in caso di episodi acuti di vertigine rotatoria;
- si dovranno comunque stimolare i fenomeni di recupero vestibolare, limitando l'uso dei farmaci vestiboloplegici alle fasi di riacutizzazione, preferendo quindi i vestibolo-stimolanti quali amantadina o idebenone.

Dal punto di vista della medicina manuale, ci si basa principalmente sul modello neurofisiologico del cammino proposto da Gracovetsky. Pertanto è necessario ripristinare la sequenzialità fisiologica delle rotazioni reciproche dei segmenti corporei dalla cerniera lombo-sacrale alla cerniera atlo-occipitale. L'attenzione verrà quindi rivolta ai segmenti mobili funzionalmente compromessi, procedendo in senso caudo-craniale con le tecniche manipolative più adatte al singolo paziente. Pertanto si propongono:

- manipolazioni prima lombari, poi dorsali e infine manipolazioni cervicali;
- manovre sui tessuti molli;
- infiltrazione con cortisonici solubili e/o anestetici dei *trigger-points* e delle *taut bands* cervico-dorsali;
- infiltrazione delle articolazioni posteriori cervicali con cortisonici solubili, senza anestetico, sotto controllo radiologico e in ambiente ospedaliero qualora persistano fenomeni dolorosi importanti.

Dal punto di vista della riabilitazione:

- riprendere le attività quotidiane abituali con attenzione ai carichi funzionali;
- curare l'igiene di vita, con particolare riguardo ai ritmi sonno/veglia;
- tecniche di rilasciamento e di controllo della respirazione (anche per limitare gli effetti vestibolari degli attacchi di panico, cioè la cosiddetta vertigine da iperventilazione);

- rieducazione posturale con particolare attenzione agli esercizi propriocettivi. In questo ambito trovano indicazione tecniche particolari come il metodo McKenzie e il Kinesio-Taping, soprattutto per ridurre la sintomatologia dolorosa cervico-dorsale, e le superfici percettive, per migliorare il controllo del tronco;
- stabilometria con *feedback*: si inizierà chiedendo al paziente di controllare la posizione “statica” del centro di pressione. Successivamente si procederà con bersagli di minor dimensione e ravvicinati chiedendo al paziente di spostare il centro di pressione curando la precisione. Infine si utilizzeranno bersagli di maggior dimensione e distanziati chiedendo al paziente di curare la velocità di spostamento;
- sistema Delos: si inizierà come nella fase di recupero. Nelle fasi più avanzate della riabilitazione si eseguiranno esercizi monopodalici in appoggio sul terreno o sulla tavola. Anche in questo caso, in appoggio sul terreno si utilizzerà come *feedback* il rilevatore del tronco, in appoggio sulla tavola si utilizzerà il rilevatore della testa;
- pedana con labirinto: si inizierà da seduto, con la schiena appoggiata, poi senza appoggio e solo nelle ultime sedute si eseguiranno gli esercizi in piedi, tra le parallele;
- autotrazioni per le cerniere inferiori se fossero controindicate le manipolazioni;
- *biofeedback* attivo e passivo.

Nella Tabella 20.1 è riportato un esempio di programma riabilitativo del paziente con disequilibrio da esiti di colpo di frusta.

**Tabella 20.1.** Esempio di programma riabilitativo del paziente con disequilibrio da esiti di colpo di frusta, da eseguirsi in palestra con terapista tre volte alla settimana. Il Terapista consiglierà al paziente gli esercizi più significativi da eseguire a domicilio (dalla II settimana) (Figg. 20.2, 20.16)

#### I SETTIMANA

- Portare le due ginocchia contro il torace aiutandosi, contemporaneamente, con una dolce trazione delle mani (Fig. 20.2).
- Con le gambe flesse e i piedi sul letto, ruotare il bacino a destra e sinistra tenendo le ginocchia flesse e le gambe unite (Fig. 20.3).
- Sollevare il bacino portando contemporaneamente le braccia estese sopra la testa. Poi riportare le braccia lungo il corpo, abbassando il bacino (Fig. 20.4).
- In posizione quadrupedale, estendere contemporaneamente il braccio destro e la gamba sinistra. Quindi ripetere con il braccio sinistro e la gamba destra (Fig. 20.5). Eventualmente anche con tappeto propriocettivo.

Continua →

*continua* **Tabella 20.1.**

- In posizione prona, sollevare il braccio sinistro e la gamba destra mantenendo la fronte sul letto. Quindi ripetere con il braccio destra e la gamba sinistra.
- Ripetere come sopra ma contemporaneamente sollevare anche il capo (Fig. 20.6).
- Inspirare. Espirando piegarsi in avanti portando la testa sul ginocchio destro. Aspettare 10 secondi. Inspirando ritornare in posizione seduta. Espirando piegarsi in avanti portando la testa sul ginocchio sinistro. Aspettare 10 secondi e quindi inspirando ritornare seduto (Fig. 20.7).
- Con la **tavola con labirinto**: in posizione prona con le mani sulla tavola, cercare inizialmente di mantenere l'equilibrio delle braccia, quindi provare a percorrere il labirinto con la pallina, aiutandosi con le braccia e le spalle (Fig. 20.8).

**II SETTIMANA**

- Fissare una mira sul soffitto e lentamente muovere la testa a destra e sinistra
- Guardare due mire equidistanti sul soffitto e fissarle alternativamente, prima muovendo solo gli occhi poi solo la testa.
- Passare dalla posizione supina a quella seduta fissando un punto di fronte.
- Passare dalla posizione supina a quella seduta fissando un punto a destra.
- Passare dalla posizione supina a quella seduta fissando un punto a sinistra.
- In piedi con il **tappeto propriocettivo**:
  - muovere la testa lentamente e poi più velocemente in tutte le direzioni fissando una mira di fronte;
  - fissarsi in uno specchio allineandosi correttamente. Quindi mantenere l'equilibrio per 1 minuto. Poi chiudere gli occhi immaginando il corretto allineamento e rimanendo immobile per almeno un minuto;
  - fissarsi in uno specchio. Quindi oscillare avanti e indietro e da destra a sinistra, facendo perno sulle caviglie, mantenendo fermo il bacino (Fig. 20.9);
  - fissarsi in uno specchio. Mantenendo i piedi fermi piegare il tronco avanti e indietro a destra e a sinistra, mantenendo ferme le caviglie (Fig. 20.10);
  - prendere in mano un piccolo oggetto e sollevarlo sopra la testa fissandolo. Quindi mantenendolo sopra la testa con le braccia estese, muoverlo in cerchi sempre più ampi; infine, compiendo dei cerchi con tutto il corpo, piegare in avanti tronco e ginocchia sino a portare lentamente l'oggetto a terra (Fig. 20.11);
  - camminare sul posto fissando una mira di fronte (Fig. 20.12).
- Con la **stabilometria**:
  - mantenere il corretto allineamento del centro di pressione per almeno 1 minuto;
  - portare il centro di pressione prima lentamente ma con accuratezza su bersagli di piccola dimensione (strategia di precisione, Fig. 20.13), poi il più rapidamente possibile su bersagli di maggior diametro (strategia di velocità, Fig. 20.14), infine il più rapidamente possibile su bersagli di media dimensione.

*continua* **Tabella 20.1.**

- Con il sistema **Delos**:
  - mantenere il corretto allineamento del tronco seduti sulla pedana, prima in senso antero-posteriore, poi latero-laterale;
  - mantenere il corretto allineamento della testa seduti sulla pedana, prima in senso antero-posteriore, poi latero-laterale;
  - mantenere il corretto allineamento del tronco in piedi sul pavimento prima con piedi divaricati, poi con piedi uniti, infine in appoggio monopodalico;
  - mantenere il corretto allineamento del tronco in piedi sul tappeto di gomma prima con piedi divaricati, poi con piedi uniti, infine in appoggio monopodalico.

**III SETTIMANA**

- Seduto, estendere il braccio destro e sollevare il pollice. Quindi muovere lentamente il braccio avanti e indietro prima in senso orizzontale, poi verticale. Dapprima seguire il pollice solo con gli occhi, lentamente e poi aumentando progressivamente la velocità di spostamento del pollice. Poi ripetere ma muovendo anche la testa e cercando di mantenere gli occhi fermi sul pollice;
- aprire un libro ed allontanarlo estendendo le braccia leggendolo a voce alta. Quindi avvicinarlo lentamente, continuando a leggere. Poi ripetere i movimenti di avvicinamento e allontanamento, dapprima da seduto poi in piedi. Inizialmente in piedi sul pavimento poi in piedi sulla gomma;
- con la **tavola con labirinto**, in piedi (eventualmente in posizione di sicurezza tra le parallele, Fig. 20.15) cercare di mandare la pallina al centro del labirinto. Inizialmente con le braccia libere poi vincolate ai bastoncini posizionati nei buchi posteriori (Fig. 20.16);
- con il sistema **Delos**
  - mantenere il corretto allineamento della testa in piedi sulla pedana, inizialmente in senso antero-posteriore poi latero-laterale;
  - compiere percorsi guidati dapprima con il tronco poi con la testa in piedi sulla tavoletta;
- marciare sul posto sul pavimento con gli occhi chiusi muovendo la testa avanti e indietro;
- marciare sul posto leggendo un libro, dapprima sul pavimento poi sul **tappeto propriocettivo**.

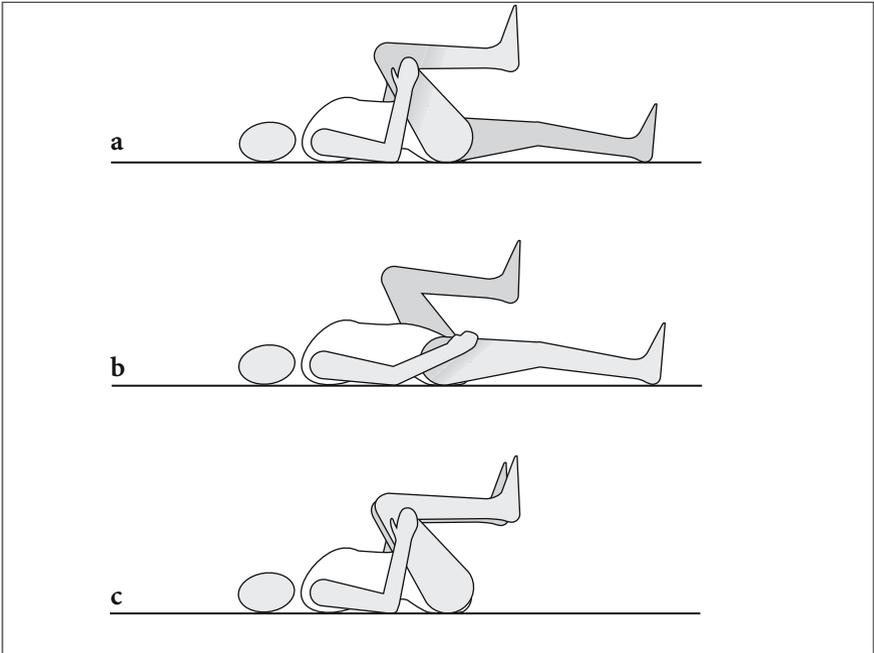


Fig. 20.2 a-c Esercizi portando le ginocchia al torace

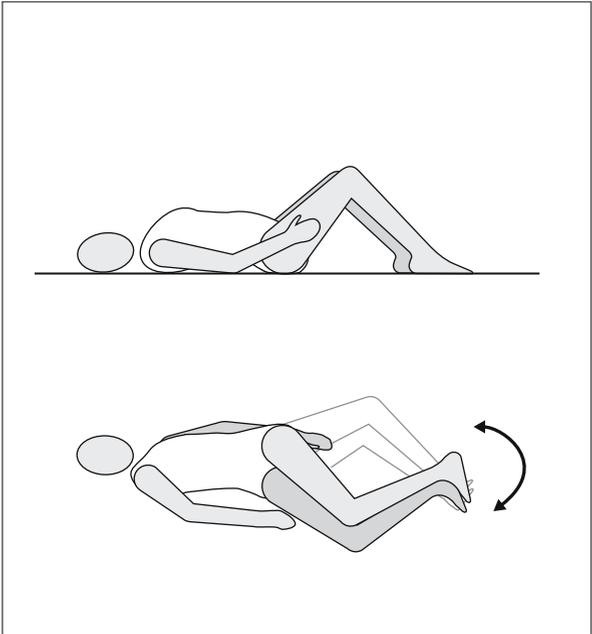


Fig. 20.3 Rotazione del bacino

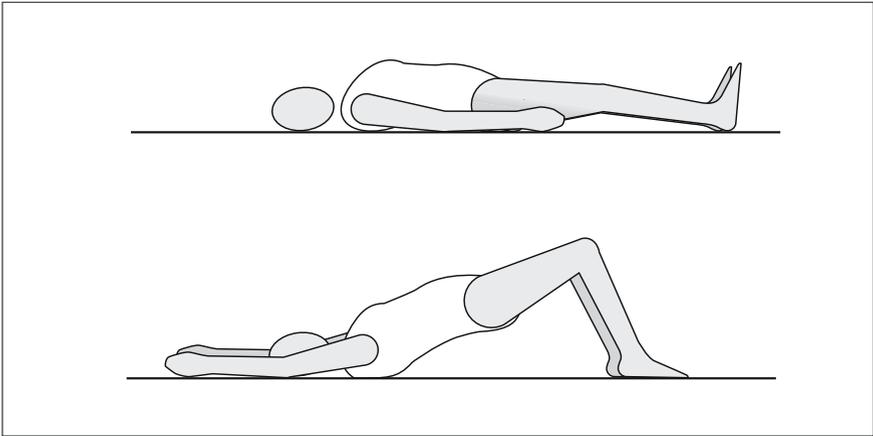


Fig. 20.4 Il paziente estende le braccia sollevando il bacino

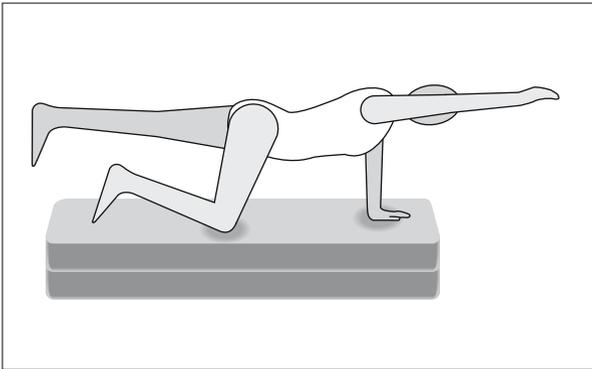


Fig. 20.5 In posizione quadrupedale su un materasso doppio: esercizi di sincronizzazione

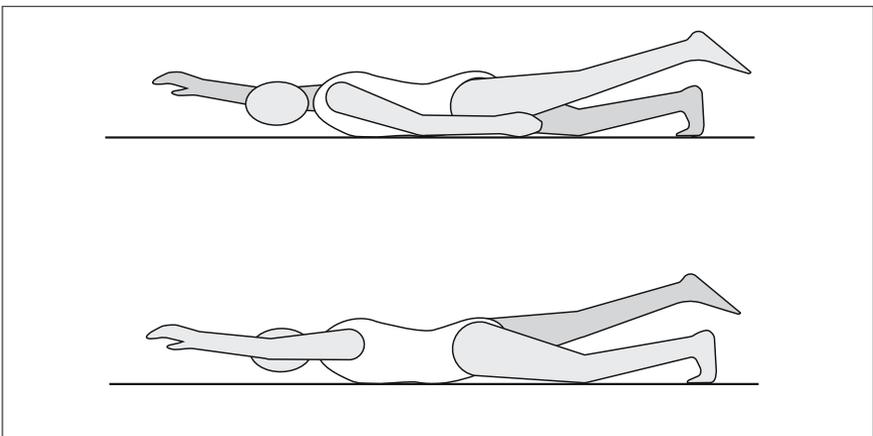


Fig. 20.6 In posizione prona, estensione simultanea di un braccio e della gamba opposta

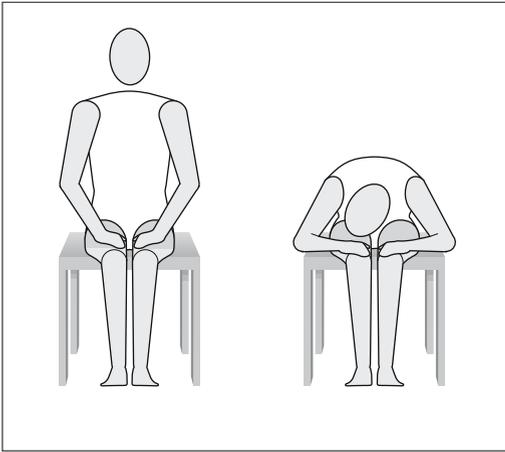


Fig. 20.7 Piegamento in avanti del tronco

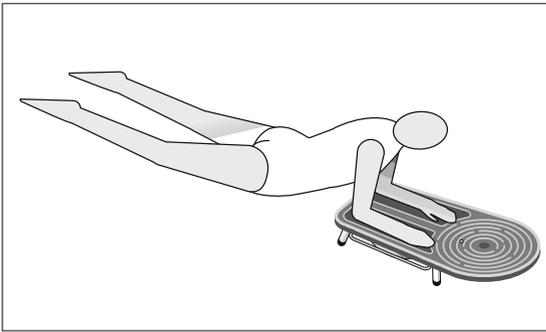


Fig. 20.8 Esercizi con tavola con labirinto in posizione prona

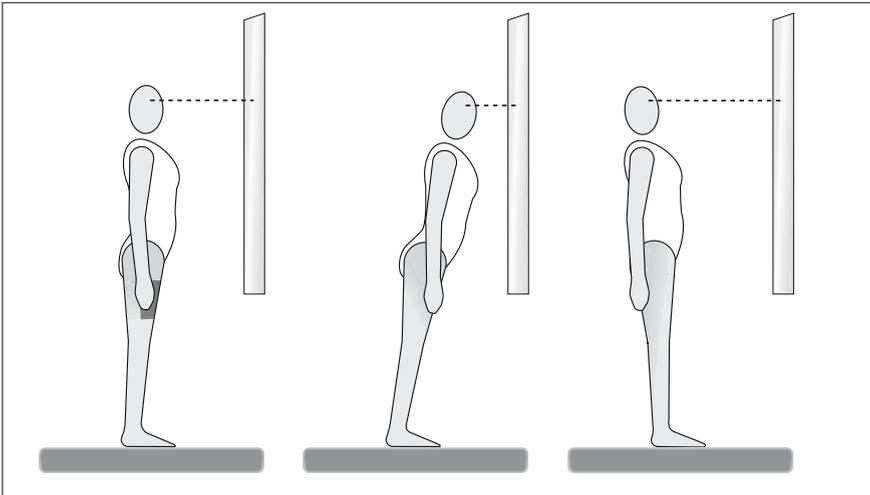
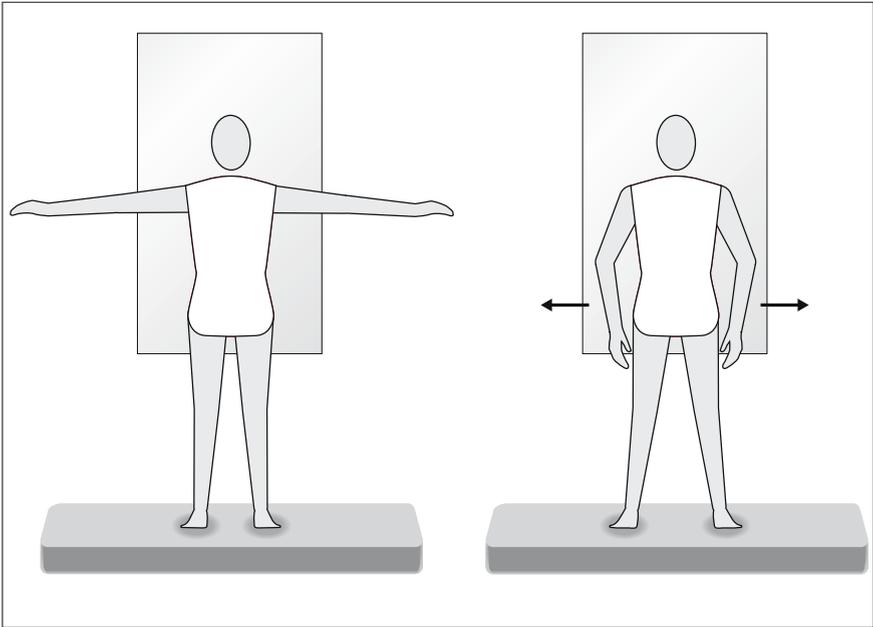
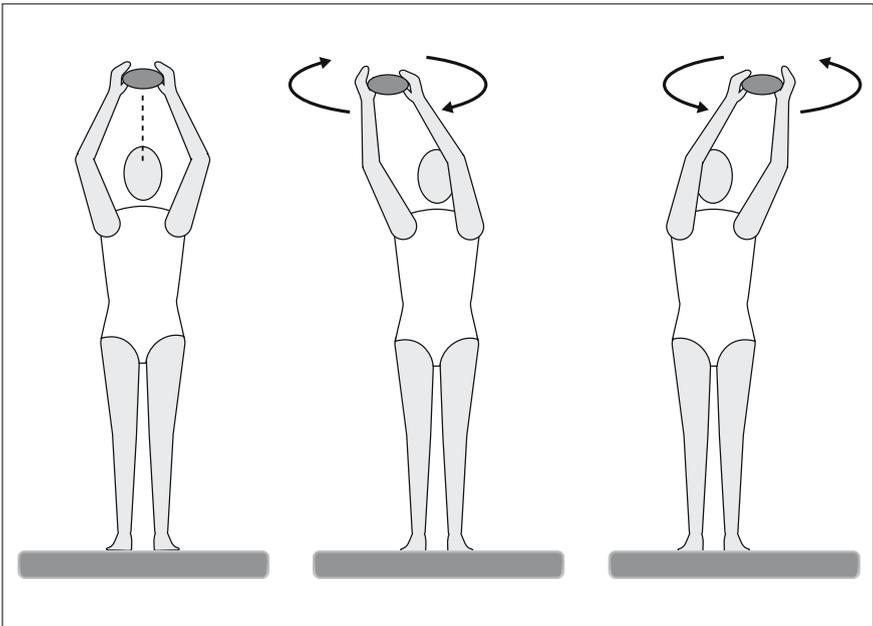


Fig. 20.9 Il paziente oscilla sulle caviglie mantenendo il bacino fermo. Si può associare (come in figura) tappeto propriocettivo



**Fig. 20.10** Il paziente si allinea correttamente di fronte a uno specchio e oscilla. Si può associare (come in figura) tappeto propriocettivo



**Fig. 20.11** Movimenti circolari di un piccolo oggetto sopra la testa. Si può associare tappeto propriocettivo

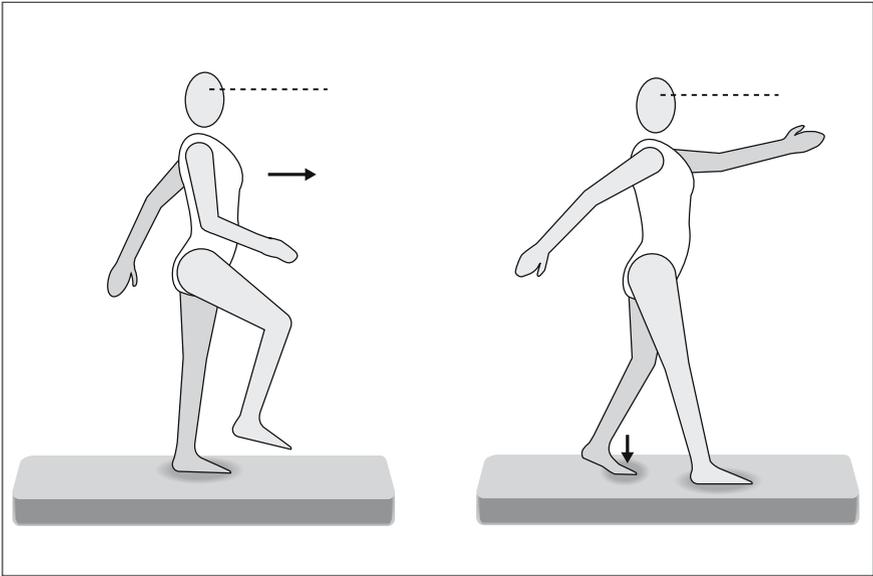


Fig. 20.12 Stepping sul materasso senza e con oscillazioni simultanee delle braccia, fissando una mira

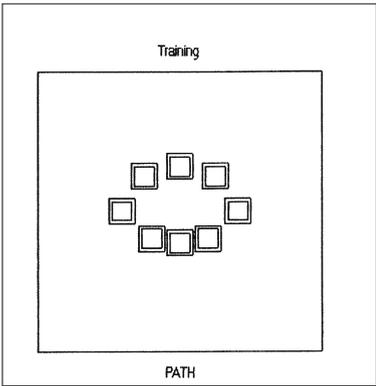


Fig. 20.13 Esempio della posizione delle mire per aumentare la strategia di caviglia (per gentile concessione di Neurocom, Clackamas, Oregon)

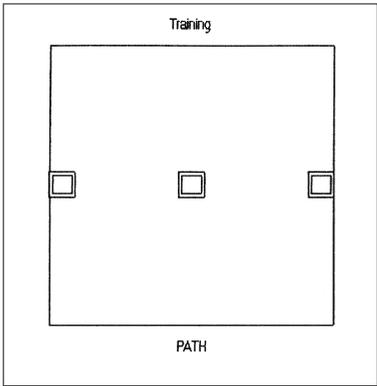


Fig. 20.14 Esempio della posizione delle mire per aumentare le oscillazioni laterali (per gentile concessione di Neurocom, Clackamas, Oregon)



**Fig. 20.15** Il paziente sposta la palla nel labirinto



**Fig. 20.16** Il paziente muove la palla nel labirinto impugnando i bastoncini posizionati nei fori posteriori

---

# Lecture consigliate

## Capitolo 1

- Bronstein AM, Brandt T, Woollacott MH (eds) (1996) Clinical disorders of balance, posture and gait. Arnold Ed, London Howard I.P.
- Endsley MR, Rosiles SA (1995) Auditory localization for spatial orientation. *J Vest Res* 6:473-485
- Harada Y (ed) (1988) The vestibular organs. Kugler and Ghedini Pub, Amsterdam
- Leigh JR, Zee DS (1999) The neurology of eye movements. *Exp Brain Res* 126:410-416
- Suarez H, Rosales B, Claussen CF (1992) Plastic properties of the vestibulo-ocular reflex in olivo-ponto-cerebellar atrophy. *Acta Otolaryngol* 112:589-594

## Capitolo 2

- Adams M, Bogduk N, Burton K, Dolan P (eds) (1997) The biomechanics of back pain. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Bogduk N (Ed) (1997) Clinical anatomy of the lumbar spine, 3rd edn. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Brugnoni G (1998) La sindrome delle zone transizionali di Maigne: una nuova ipotesi patogenetica. *La Riabilitazione* 31:61-64
- Franz B, Altidis P, Altidis B, Collis-Brown G (1999) The cervicogenic otoocular syndrome: a suspected forerunner of Meniere's disease. *Int Tinnitus J* 5(2):125-130
- Gillot C (1966) *Eléments d'anatomie*. Flammarion et Cie ed. Paris
- Gracovetsky S (ed) (1988) The spinal engine. Springer-Verlag, New York
- Gracovetsky S (2002) Le role des membres superieurs dans le control du pelvis et ducou durant la marche. *Revue de medicine vertebrale* 8:4-8
- Kapandji IA (ed) (1974) *Fisiologia articolare*, vol 3°. Demi, Roma
- Maigne R (ed) (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris
- Martini D (ed) (2005) *Fondamenti di anatomia e fisiologia*. Edises, Napoli
- Panjabi MM (1992) The stabilising system of the spine. Part 1. Function, dysfunction, adaption, and enhancement. *J Spinal Disord* 5:383-389
- Panjabi MM (1992) The stabilising system of the spine. Part 2 Neutral zone and stability hypothesis. *J Spinal Disord* 5:390-397
- Schmorl G, Junghanns H (eds) (1956) *Clinique et radiologie de la colonne veretebrale normale et pathologique*. G.Doin & C.ie Editeurs, Paris
- White AA, Panjabi MM (ed) (1990) *Clinical biomechanics of the spine*, 2nd edn. J B Lippincott, Philadelphia

### Capitolo 3

- Allum JHJ, Adkin AL, Carpenter MG (2001) Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of a unilateral vestibular deficit. *Gait and posture* 14:227-237
- Amblard B, Berthoz A, Clarac F (eds) (1988) *Posture and gait. Development, adaptation and modulation.* Elsevier Science Publishers, Amsterdam pp 155-166
- Biguer B, Donaldson IML, Hein A, Jannerod M (1988) Neck muscle vibration modifies the representation of visual motion and direction in man. *Brain* 111:1405-1424
- Buschbacher RM (2002) *Practical guide to musculoskeletal disorders.* Butterworth-Heinemann, Boston
- Cromwell RL, Newton RA, Carlton LG (2001) Horizontal plane head stabilization during locomotor tasks. *J Mot Behav* 33:49-58
- Deriu F, Milia M, Sau G et al (2002) Non nociceptive upper limb afferents modulate masseter muscle EMG activity in man. *Exp Brain Res* 143:286-294
- Deriu F, Podda MV, Milia M et al (2000) Masseter muscle activity during vestibular simulation in man. *Arch Ital Biol* 138: 205-215
- Deriu F, Tolu E, Rothwell JC (2003) A short latency vestibulo masseteric reflex evoked by electrical stimulation over the mastoid in healthy humans. *J Physiol* 553:267-279
- Deriu F, Tolu E, Rothwell JC (2005) A sound-evoked vestibulomasseteric reflex in healthy humans. *J Neurophysiol* 93:2739-2751
- Ferrario VF, Sforza C (1996) Coordinated electromyographic activity of the human masseter and temporalis anterior muscles during mastication. *Eur J Oral Sci* 104:511-517
- Ferrario VF, Sforza C (1997) EMG assessment of chewing in adolescents with unilateral posterior cross bite. *AIOP Int Congress.* Bologna
- Ferrario VF, Sforza C (1999) The effects of a single intercuspal interference on electromyographic characteristics of human masticatory muscles during maximal voluntary teeth clenching. *J Craniomandib Pract* 17:184-188
- Ferrario VF, Sforza C, Serrao G (2001) The influence of different jaw position on the endurance and electromyographic pattern of the biceps brachii muscle in young adults with different occlusal characteristic. *J Oral Rehabil* 28:732-739
- Ferrario VF, Sforza C (2000) An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehabil* 27:33-40
- Frederickson JM, Schwarz D, Kornhuber HH (1966) Convergence and interaction of vestibular and deep somatic afferents upon neurons in the vestibular nuclei of the cat. *Acta Otolaryngol* 61:168-188
- Gagey PM, Weber B (eds) (2004) *Posturologie.* Masson, Paris
- Ghez C (1991) Posture. In Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM (eds) *Principles of neural science.* Elsevier, New York, Amsterdam, London, Tokyo, pp 596-607
- Goodwin GM, Mc Closely DI, Matthews PBC (1972) The contribution of muscles afferent to kinaesthesia shown by vibration induced illusions of movements and by the effects of paralysing joint afferents. *Brain* 95:705-707
- Hadani I (1995) The spin theory. A navigational approach to space perception. *J Vest Res* 6:443-454
- Hagbart KE (1973) The effect of muscle vibration in normal man and in patients with motor disorders. In Desmedt JE (ed) *New developments in electromyography and clinical neurophysiology.* Karger Ag, Basel, pp 428-443

- Hansson TH, Cristensen Minor CA, Wagon Taylor DL (eds) (1995) *La fisioterapia nelle disfunzioni cranio-mandibolari*. Scienza e Tecnica Dent Ed, Milano
- Hinoki M, Hine S, Okada S et al (1975) Optic organ and cervical proprioceptors in maintenance of body equilibrium. *Acta Otolaryngol Suppl* 330:169-184
- Hinoki M, Ushio N (1975) Lumbomuscular proprioceptive reflexes in body equilibrium. *Acta Otolaryngol Suppl* 330:197-210
- Kiliaridis S, Katsaros C, Karlsson S (1995) Effect of masticatory muscle fatigue on cranio-vertical head posture and rest position of the mandible. *Eur J Oral Sci* 103:127-132
- Lackner JR (1992) Multimodal and motor influences on orientation: implications for adapting to weightless and virtual environments. *J Vest Res* 2:307-322
- Lackner JR (1992) Spatial orientation in weightlessness environments. *Perception* 21:803-812
- Lackner JR (1993) Spatial stability, voluntary action and causal attribution during self-locomotion. *J Vest Res* 3:15-23
- Lackner JR (1992) Sense of body position in parabolic flight. *Ann NY Acad Sci* 65:329-339
- Lackner JR, Levine MS (1979) Changes in apparent body orientation and sensory localization induced by vibration of postural muscles: vibratory myoesthetic illusions. *Aviation, Space And Envir Med* 50:346-354
- Lackner JR (1988) Some proprioceptive influences on the perceptual representation of body shape and orientation. *Brain* 111:281-297
- Latash ML (1993) *Control of human movement*. Human Kinetics Publishers, Champaign, Usa
- Lee DN, Lishman JR (1975) Visual Proprioceptive control of stance. *J Hum Mov Stud* 1:87-89
- Manzoni D, Pompeiano O, Stampacchia G (1979) Tonic cervical influences on posture and reflex movements. *Arch Ital Biol* 117:81-110
- Massion J, Woollacott T (1996) posture and equilibrium. In: Bronstein AM, Brandt T, Woollacott MH (eds) *Clinical disorders of balance, posture and gait*. Arnold Ed, London, pp 1-63
- Mongini F (ed) (1996) *ATM e muscolatura cranio-cervico-facciale. Fisiopatologia e terapia*. UTET, Torino
- Nashner L (1994) Evaluation of postural stability, movement, and control. In: Hasson SM (ed) *Clinical exercise physiology*. Mosby, St. Louis, pp 67-85
- Netter FH (1972) *Ciba collection of medical illustrations*. Nervous System 1:67
- Norrè ME (1990) Posture in otoneurology. *Acta Oto-Rhino-Laryngol Belgica*, Vol. 44, N. 2-3:55-364
- Okeson JP (ed) (1996) *Orofacial pain*. Quintessence Publishing Co Inc, Chicago
- Okeson JP (ed) (2003) *Temporomandibular disorders and occlusion*. Mosby Ed, St. Louis
- Rocabado M (1983) Biomechanical relationship of the cranial, cervical and hyoid regions. *J Craniomandibular Pract* 1:61-66
- Roll JP, Roll R (1988) From eye to foot: a proprioceptive chain involved in postural control. In: Amblard B, Berthoz A, Clarac F (eds) (1988) *Posture and gait. Development, adaptation and modulation*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam pp 155-166

- Rosenbaum DA (ed) (1991) Human motor control. Academic Press, San Diego
- Svensson P, Mcmillian AS, Graven-Nielsen T et al (1999) Modulation of an inhibitory reflex in single motor units in human masseter by tonic painful stimulation. *Pain* 83:441-446
- Tolu E, Chessa G, Simula ME (1993) Masseter muscle responses to forelimb nerve stimulation in the guinea pig. *Boll Soc Ital Biol Sper* 69: 761-765
- Tolu E, Pugliatti M (1993) The vestibular system modulates masseter muscle activity. *J Vestib Res* 3:163-171
- Tolu E, Pugliatti M, Lacana P et al (1994) Vestibular and somatosensory afferents modulate masseter muscle activity. *J Vestib Res* 4:303-311
- Zennou-Azogui Y, Borel L, Lacour M, Ez-Zaher L (1993) Recovery of head postural control following unilateral vestibular neurectomy in the cat: neck muscle activity and neuronal correlates in Deiters' nuclei. *Acta Otolaryngol Suppl* 509:19-23

## Capitolo 4

- Biaggioni I, Costa F, Kaufmann H (1998) Vestibular influences on autonomic cardiovascular control in humans. *J Vestib Res* 8:35-41
- Convertino VA (1998) Interaction of semicircular canal stimulation with carotid baroreceptor reflex control of heart rate. *J Vestib Res* 8:43-49
- Convertino VA, Previc FH, Ludwig DA, Engelken EJ (1997) Effects of vestibular and oculomotor stimulation on responsiveness of the carotid-cardiac baroreflex. *Am J Physiol* 273:R615-622
- Doba N, Reis D (1974) Role of the cerebellum and the vestibular apparatus in regulation of orthostatic reflexes in the cat. *Circ Res* 40:9-18
- Holmes MJ, Cotter LA, Arendt HE et al (2002) Effects of lesions of the caudal cerebellar vermis on cardiovascular regulation in awake cats. *Brain Res* 938:62-72
- Kaufmann H, Biaggioni I, Voustianouk A et al (2002) Vestibular control of sympathetic activity. An otolith-sympathetic reflex in humans. *Exp Brain Res* 143:463-469
- Mathias CJ, Kimber JR (1998) Treatment of postural hypotension. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 65:285-289
- Nisimaru N (2004) Cardiovascular modules in the cerebellum. *Jpn J Physiol* 54:431-448
- Pappas DG Jr (2003) Autonomic related vertigo. *Laryngoscope* 113:1658-1671
- Ray CA, Hume KM (1998) Neck afferents and muscle sympathetic activity in humans: implications for the vestibulosympathetic reflex. *J Appl Physiol* 450-452
- Ray CA (2000) Interaction of the vestibular system and baroreflexes on sympathetic nerve activity in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 279:H2399-2404
- Ray CA, Monahan KD (2002) The vestibulosympathetic reflex in humans: neural interactions between cardiovascular reflexes. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 29:98-102
- Ray CA, Monahan KD (2002) Aging attenuates the vestibulo-sympathetic reflex in humans. *Circulation* 105:956-961
- Radtke A, Popov K, Bronstein AM, Gresty MA (2003) Vestibulo-autonomic control in man: short and long latency vestibular effects on cardiovascular function. *J Vest Res* 13:25-37

- Thurrell A, Jaruregui-Renaud K, Gresty MA, Bronstein AM (2003) Vestibular influence on the cardiorespiratory responses to whole-body oscillations after standing. *Exp Brain Res* 150:325-331
- Watenpaugh DE, Cothron AV, Wasmund SL et al (2002) Do vestibular otolith organs participate in human orthostatic blood pressure control? *Auton Neurosc: Basic and Clinical* 100:77-83
- Wilson TD, Serrador JM, Shoemaker JK (2003) Head position modifies cerebrovascular response to orthostatic stress. *Brain Res* 961:261-268

## Capitolo 5

- Bertalanffy von L (1962) *General System Theory - A Critical Review*. General System Yearbook
- Cesarani A, Alpini D (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS*. Springer-Verlag Italia
- Dilts R, Grinder J, Bandler R et al (eds) (1980) *Neurolinguistic programming*. Meta Publication, Cupertino, California
- Haken H (ed) (1983) *Synergetics. An introduction*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Gluck MA, Rumelhart DE (eds) (1990) *Neuroscience and connectionist theory*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale New Jersey
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM (eds) (1991) *Principles of neural science*. Elsevier, New York, Amsterdam, London, Tokyo
- Watzlawick P, Beavin JH, Jackson DD (eds) (1967) *Pragmatic of human communication*. Norton & Co, New York

## Capitolo 6

- Pappas DG Jr (2003) Autonomic related vertigo. *Laryngoscope* 113:1658-1671
- Yunus MB, Masi AT, Calabro JJ et al (1981) Primary fibromyalgia (fibrositis): Clinical study of 50 patients with matched normal controls. *Semin Arthritis Reum* 11:151-171
- Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB et al (1990) The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Reum* 33:160-172

## Capitolo 7

- Berg KO, Maki BE, Willimas JI et al (1992) Clinical and laboratory measures of balance in an elderly population. *Arc Phys Med Rehabil* 73:1073-1080
- Brandt T, Strupp M (2005) General vestibular testing. *Clin Neurophysiol* 116:406-426
- Fukuda T (1961) Studies on human dynamic postures from the viewpoint of postural reflexes. *Acta Otolaryngol Suppl* 161:1-52
- Halmagyi GM (1992) Vertigo and vestibular disorders. In: Eadie JM (Ed) *Drug thera-*

- py in neurology. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Horstmann GA, Dietz V (1990) A basic control mechanism: the stabilization of the center of gravity. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 76:165-176
- Jacobson P, Craig W, Newman C (1990) The Development of the dizziness handicap inventory. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 116:425-427
- Schieppati M, Tacchini E, Nardone A et al (1999) Subjective perception of body sway. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 66:313-322
- Shumway-Cook A, McCollum G (1991) Assessment and treatment of balance deficits in the neurologic patients. In: Montgomery P, Connelly B (eds) *Motor control. Theoretical framework and practical application to physical therapy*. Chattanooga, Tn, Chattanooga Corp. pp 123-138
- Tseng HZ, Chao WY (1997) Head-shaking nystagmus: a sensitive indicator of vestibular dysfunction. *Clin Otolaryngol* 22:549-552
- Ulmer E, Chays A, Bremond G (2004) Vibration induced nystagmus: mechanism and clinical interest. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 12:95-103

## Capitolo 8

- Borenstein DG, Wiesel SW, Boden SD (2004) *Low back and neck pain*, 3rd edn. Saunders, Philadelphia
- Brugnoni G (1998) La semeiotica di medicina manuale nell'ernia discale lombare. *La Riabilitazione* 31:163-172
- Brugnoni G, Groppi M (2000) Proposta di cartella clinica standardizzata di medicina manuale. *La Riabilitazione* 33:27-32
- Brugnoni G, Martini S et al (2006) Riproducibilità interoperatore di test clinici di medicina manuale nella cervicologia. *Atti XXXIV Congresso SIMFER*, Firenze 4-8 giugno 2006
- Hoppenfeld S (ed) (1985) *L'esame obiettivo in ortopedia*. Aulo Gaggi Ed, Bologna
- McRae R (ed) (1989) *L'esame clinico in ortopedia*. Ghedini Ed, Milano
- Magee JD (ed) (1987) *Orthopedic physical assessment*. Saunders, Philadelphia
- Maigne R (ed) (1989) *Diagnostic et traitement de douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris

## Capitolo 9

- Argentero A, Branchereau A (ed) (1986) *L'insufficienza vertebrobasilare emodinamica. Un frequente problema diagnostico*. Cortina Ed, Milano
- Bonadeo P, Ottavini F, Vitello R, Domanin M (1988) Doppler ultrasound of the vertebral artery and pathology of the cervical column. In: Montorsi M, Granelli P (1988) *Free papers printed in full of the XXVI World Congress of the International College of Surgeons*. Milan, July 3-9, 1988, Monduzzi Ed, Bologna
- Claussen CF, Claussen E (1988) Objective and quantitative vestibular spinal testing by means of computer-video-cranio-corpography. *Adv Otolaryngol* 42:43-49
- Eickelbloom BC, Ackerstaff RGA (1988) Vertebrobasilar insufficiency. In: Greenhalgh RM (ed) *Indications in vascular surgery*. Saunders, Philadelphia

- Sakai F et al (1988) Regional cerebral blood flow during an attack of vertebrobasilar insufficiency. *Stroke* 19:1426
- Schneider D, Hahan A, Claussen CF (1991) Cranio-corpography. A neurootological screening test. *Acta Oto-Rhino-Laryngol* 45:393-397
- Stockwell CW (1997) Vestibular testing: past, present, future. *Br J Audiol* 31:387-398
- Vitte E, Rancurel G, Kieffer E, Freyess G (1986) Insuffisance vertebro-basilaire. *Encycl Med Chir, Oto-rhino-laryngologie* 20210 C10
- Wilson TD, Serrador JM, Shoemaker JK (2003) Head position modifies cerebrovascular response to orthostatic stress. *Brain Res* 961:261-268

## Capitolo 10

- Tesio L, Alpini D, Cesarani A et al (1999) Short form of the dizziness handicap inventory: construction and validation through Rasch analysis. *Am J Phys Med Rehab* 78:233-241
- Tesio L, Perucca L, Franchignoni FP, Battaglia MA (1997) A short measure of balance in multiple sclerosis: validation through Rasch analysis. *Funct Neurol* 12:255-265

## Capitolo 11

- Alpini D (1994) The italian vestibular rehabilitation protocols. *Neurology Newsletter* 1:54-66
- Asai M, Watanabe Y, Shimizu K (1997) Effects Of Vestibular Rehabilitation On Postural Control. *Acta Otolaryngol Suppl* 528:116-120
- Brandt T, Daarof RB (1980) Physical therapy for benign paroxysmal positional vertigo. *Arch Otolaryngol* 106:484-486
- Cesarani A, Alpini D (eds) (2000) *Terapia delle vertigini e del disequilibrio. Il metodo MCS* Springer, Milano
- Claussen CF (1994) Vestibular compensation. *Acta Otolaryngol Suppl* 513:33-36
- Cohen H (1992) Vestibular rehabilitation reduces functional disability. *Otolaryngol Head Neck Surg* 107:638-643
- Cohen H (1994) Vestibular rehabilitation improves daily life function. *Am J Occup Ther* 48:919-925
- Cohen H, Kanewineland M, Miller LV, Hatfield CI (1995) Occupation and visual vestibular interaction. In: *Vestibular Rehabilitation*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 112:526-532
- Cohen H, Miller LV, Kanewineland M, Hatfield CI (1995) Vestibular rehabilitation with graded occupations. *Am J Occup Ther* 49:362-367
- Corna S, Nardone A et al (2003) Comparison of Cawthorne-Cooksey exercises and sinusoidal support surface translations to improve balance in patients with unilateral vestibular deficit. *Arch Phys Med Rehabil* 84:1173-1184
- Cowand JL, Wrisley DM, Walker M et al (1998) Efficacy of vestibular rehabilitation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 118:49-54
- Curthoys IS, Halmagy GM (1995) Vestibular compensation: a review of the oculomotor, neural, and clinical consequences of unilateral vestibular loss. *J Vest Res* 5:67-107

- Dix MR, Hallpike CS (1952) The pathology symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. *Ann Otol Rhinal Laryngol* 61:987-1016
- Dix DR (1974) Treatment of vertigo. *Physiotherapy* 60:380-386
- Foster CA (1994) Vestibular rehabilitation. *Baillieres Clin Neurol* 3:577-592
- Hamid MA (1994) Chronic dizziness - Vestibular evaluation and rehabilitation. *Cleve Clin J Med* 61:247-249
- Herdman SJ (1994) Vestibular rehabilitation. F.A. Davis Co, Philadelphia
- Horak FB, Jonesrycewicz C, Black FO, Shumway-Cook A (1992) Effects of vestibular rehabilitation on dizziness and imbalance. *Otolaryngol Head Neck Surg* 106:175-180
- Krebs DE, Gillbody KM, Riley PO, Parker SW (1993) Double-blind, placebo-controlled trial of rehabilitation for lateral vestibular hypofunction - Preliminary report. *Otolaryngol Head Neck Surg* 109:735-741
- Luxon LM, Davies RA (eds) (1997) Handbook of vestibular rehabilitation. Singular Pub Group, San Diego
- Macias JD, Massingale S, Gerkin RD (2005) Efficacy of vestibular rehabilitation therapy in reducing falls. *Otolaryngol Head Neck Surg* 133:323-325
- Mruzek M, Barin K, Nichols DS et al (1995) Effects of vestibular rehabilitation and social reinforcement on recovery following ablative vestibular surgery. *Laryngoscope* 105:686-692
- Shepard NT, Smithwheelock M, Telian SA, Raj A (1993) Vestibular and balance rehabilitation therapy. *Ann Otorhinolaryngol* 102:198-205
- Shepard NT, Telian SA (1995) Programmatic vestibular rehabilitation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 112:173-182
- Smithwheelock M, Shepard NT, Telian SA (1991) Physical therapy program for vestibular rehabilitation. *Am J Otol* 12:218-225
- Sterkers JM (ed) (1977) La methode du point de mire pour la reeducation anti-vertigineuse. *Rev Laryngol* 535-538
- Telian SA, Shepard NT (1996) Update on vestibular rehabilitation therapy. *Otolaryngol Clin North Am* 29:359-365
- Yardley L, Luxon L (1994) Treating dizziness with vestibular rehabilitation. *BMJ* 308:1252-1253

## Capitolo 12

- Astegiano PA (2003) Le manipolazioni vertebrali. In: Maritano M (ed) *Dolore e dolori*. C.G. Ed Medico Scientifiche, Torino
- Grieve GP (ed) (1991) *Mobilisation of the spine*, 5th edn. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Maigne JY, Guillon F (2000) Highlighting of intervertebral movements and variation of intradiscal pressure during lumbar spine manipulation: a feasibility study. *J Manipulative Physiol Ther* 23(8) 531-35
- Maigne R (ed) (1989) *Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne*. Expansion Scientifique, Paris
- Mitchell FL, Mitchell PKG (eds) (2002) *The muscle energy manual*, vol 2, 2nd edn. MET Press, East Lansing
- Mennel J B (ed) (1952) *The science and art of manipulation*, vol 2. Churchill, London

### Capitolo 13

- Enjalbert M, Tintrelin I, Romain N, Garros JC (1997) Reprogrammation sensori-motrice. *Encycl Med Chir, Kinesitherapie-medecine physique-readaptation*, 26-060-a-10, 14 p. Elsevier, France
- Feldenkrais M (ed) (1990) *La puissance du Moi*. Robert Laffont, Paris
- Feldenkrais M (ed) (1993) *Energie et bien-etre par le mouvement*. Editions Dangles, Paris
- Gagey PM, Weber B (eds) (1997) *Posturologia*. Marrapese Ed., Roma
- Mancia M (ed) (1993) *Neurofisiologia*. Raffaello Cortina Ed, Milano
- McKenzie RA (ed) (1998) *La colonna cervicale e toracica*. Spinal Publication Italia Srl, Milano
- McKenzie RA (ed) (1998) *La colonna lombare*. Spinal Pubblicazione Italia Srl, Milano
- Revel M, Morin C (1997) *La reprogrammation sensori-motrice*. *Encycl Med Chir, Kinesitherapie-Reeducation fonctionnelle*, 26-060-A-10,4.11.04,23 p. Elsevier, Paris
- Souchard PhE (ed) (1994) *Basi del metodo di rieducazione posturale globale - Il campo chiuso*. Marrapese, Roma
- Spadini E, Rulli M, Mencarini M (1998) *Le superfici percettive*. Atti XXVI Congresso SIMFER, 14-18 giugno 1998. Promordes Italia Ed, Brescia
- Van Gunsteren W, de Richemont O, van Wermeskerken L (eds) (1968) *Reeducation musculaire a base de reflexes posturaux*. Masson, Paris

### Capitolo 14

- Basaglia N (ed) (1992) *Il biofeedback in clinica della riabilitazione*. Liviana Medicina, Padova
- Basmajian JV (ed) (1989) *Biofeedback principles and practice for clinicians*, 3rd edn. Lippincott, Philadelphia
- Brugnoni G (2002) *Autotracting treatment for low back pain and sciatica*. Atti 4° Mediterranean Congress of Physical and Rehabilitation Medicine, Siracusa 25-28 giugno
- Brugnoni G (2004) *Lombosciatalgia da patologia disco-articolare: trattamento con autotracting*. Atti Congresso "Linee Guida ed EBM in Riabilitazione", Roma 4-5 dicembre
- Cesarani A, Alpini D, Barozzi S (1990) *Neck electrical stimulation in the treatment of labyrinth acute vertigo*. *Riv It EEG Neurof Cl* 13:55-61
- Cesarani A (1994) *The cervical electrostimulation neurotology newsletter* 1:67-72
- Cram JR, Kasman GS (eds) (1998) *Introduction to surface electromyography*. Aspen Publishers, New York
- Di Fabio RP, Andersen JH (1993) *Effect of sway-referenced visual and somatosensory inputs on human head movement and postural patterns during stance*. *J Vest Res* 3:409-417
- Di Fabio R (1995) *Sensitivity and specificity of platform posturography for identifying patients with vestibular dysfunction*. *Phys Ther Vol* 75 4:290-304
- Hirvonen TP, Aalto H, Pyykko I (1997) *Stability limits for visual feedback posturography in vestibular rehabilitation*. *Acta Otolaryngol Suppl* 529:104-107

- Lind G (1974) Treatment of low-back pain and sciatica: thesis. University of Linköping, Sweden
- Natchev E (ed) (1984) A manual on auto-traction treatment for low back pain. Tryckeribolaget Sundsvall AB, Stockholm
- Moore S, Wollacott MH (1993) The use of biofeedback devices to improve postural stability. *Phys Ther Pract* 2:1-19
- Tesio L, Bassi L, Luccarelli G (1989) Compressione nervosa e flogosi nella patogenesi delle lombosciatalgie: nuove ipotesi per un meccanismo unitario. *Atti VIII Congresso Nazionale Associazione Italiana di Neuroradiologia* 53-60
- Tesio L, Luccarelli G, Fornari M (1989) L'autotrazione vertebrale Lind-Natchev per le lombosciatalgie nell'ernia del disco lombare. *Rivista di Neuroradiologia* 2(Suppl 1):79-84
- Tesio L, Merlo A (1993) Autotraction versus passive traction: an open controlled study in lumbar disc herniation. *Arch Phys Med Rehabil* 74:831-836

## Capitolo 15

- Guidetti G (ed) (1997) Diagnosi e terapia dei disturbi dell'equilibrio. Marrapese Ed, Roma
- Petrosini L, Dell'Anna ME (1993) Vestibular compensation is affected by treatment with dopamine active agents. *Archives Italiennes de Biologie* 131:159-171
- Pizzi M, Ribola M, Valerio A et al (1991) Various Ca<sup>2+</sup> entry blockers prevent glutamate-induced neurotoxicity. *Eur J Pharm* 209:169-173
- Rascol O, Clanet M, Montastruc JL (1989) Calcium antagonists and the vestibular system: a critical review of flunarizine as an antivertigo drug. *Fundam Clin Pharmacol* 3:79s-87s
- Rascol O, Hain TC, Brefel C et al (1995) Antivertigo medications and drug-induced vertigo. A pharmacological review. *Drug* 50:777-791
- Smith PF, Darlington CL (1992) Can vestibular compensation be enhanced by drug treatment? A review of recent evidence. *J Vest Res* 4:169-179
- Spencer RF, Wang SF, Baker R (1992) The pathways and functions of GABA in the oculomotor system. *Progress in Brain Res* 90:307-331
- Stott JRR, Barnes GR, Wright RJ, Ruddock JS (1989) The effect on motion sickness and oculomotor function of GR 38032F, a 5-HT<sub>3</sub> antagonist with anti-emetic properties. *Br J Clin Pharmacol* 27:147-157
- Takeda N, Mashahiro M, Hasegawa S et al (1989) Neurochemical mechanisms of motion sickness. *Am J Otolaryngol* 10:351-359

## Capitolo 16

- Allum JH, Adkin AL (2003) Improvements in trunk sway observed for stance and gait tasks during recovery from an acute unilateral peripheral vestibular deficit. *Audiol Neurootol* 8:286-302
- Baloh RW, Honrubia V (eds) (1990) Clinical neurophysiology of the vestibular system. Davis Co, Philadelphia

- Baloh RW, Halmagyi GM (eds) (1996) Disorders of the vestibular system. Oxford University Press
- Barber HO, Sharpe JA (eds) Vestibular disorders. Yearbook Med Pub, Chicago, 254-274
- Cesarani A, Alpini D (eds) (1994) Equilibrium disorders. Brainstem and cerebellar pathology. Springer-Verlag, Milano
- Lopez C, Lacour M, Magnan J, Borel L (2006) Visual field dependence-independence before and after unilateral vestibular loss. Neuroreport 17:797-803

### Capitolo 17

- Epley J (1992) The canalith repositioning procedure: for the treatment of benign paroxysmal vertigo. Otolaryngol Head Neck Surg 107:399-404
- Epley J (1996) Particle repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. Otolaryngol Clin N Am 29:323-331
- Lempert T, Wolsey C, Davies R et al (1997) Three hundred sixty degree rotation of the posterior semicircular canal for the treatment of benign positional vertigo: a placebo-controlled trial. Neurology 49:729-733
- Modugno GC, Pirodda A, Ferri GG et al (2000) A relationship between autoimmune thyroiditis and benign paroxysmal positional vertigo? Med Hypotheses 54:614-615
- Oliveira MW, Bassanesi HJ, D'Avila C, Lavinsky M (2004) Hyperinsulinemia and tinnitus: a historical cohort. Int Tinnitus J 10:24-30
- Semont A, Sterkers JM (1980) Reeducation vestibulaires. Les Cahiers D'Orl 15:305-376
- Schuknecht HF (1969) Cupulolithiasis. Arc Otolaryngol 90:765-768
- Vibert D, Kompis M, Hausler R (2003) Benign paroxysmal positional vertigo in older women may be related to osteoporosis and osteopenia. Ann Oto Rhino Laryngol 112:885-889

### Capitolo 18

- American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery: [www.entnet.org](http://www.entnet.org)
- Cesarani A, Brugnoli G, Barozzi S (1999) Vertige de la maladie de Menière. Traitement par manipulation vertebrales. Revue de Medicine Orthopedique 59:17-19

### Capitolo 19

- Brugnoli G (2001) Disturbi di equilibrio di origine vertebrale: trattamento con manipolazioni vertebrali. Atti XXIX Congresso Nazionale SIMFER, Roma, 4-8 dicembre 2001. Eura Medicophys 373(Suppl 1):488-489
- Cesarani A, Alpini D (Eds) (1994) Equilibrium disorders. Brainstem and cerebellar pathology. Springer-Verlag, Milano
- Prasansuk S et al (2004) Balance disorders in the elderly and the benefit of balance exercise. J Med Assoc Thai 87:1225-1233
- Reid SA, Rivett DA (2005) Manual therapy treatment of cervicogenic dizziness: a systematic review. Man Ther 10:4-13

- Revel M, Morin C (2001) La reprogrammation sensorimotrice. *J Vestib Res* 9:9-15
- Wilmouth G, Toupet M (1999) Le "vertige - instabilité" d'origine proprioceptif. *La Revue de Médecine Orthopédique* 56:10-13
- Wrisley DM, Sparto PJ, Whitney SL, Furman JM (2000) Cervicogenic dizziness: a review of diagnosis and treatment. *J Orthop Sports Phys Ther* 30:755-766

## Capitolo 20

- Brugnoni G, Groppi M (1998) Sequele di whiplash injury: ruolo della medicina manuale. *La Riabilitazione* 31:173-176
- Cesarani A, Alpini D, Boniver R et al (1996) Whiplash Injuries. Springer-Verlag, Milano
- Gracovetsky S (1989) Biomechanical model of lifting. *Spine* 14:412-416
- Gracovetsky S, Kary M, Pitchen I et al (1988) The importance of pelvic tilt in reducing compressive stress in the spine during flexion-extension exercises. Department of Electrical Engineering, Concordia University, Montreal, Canada. *J Biomed Eng* 10:312-318
- Gracovetsky S (1988) Potential of lumbodorsal fascia forces to generate back extension moments during squat lifts. Department of Electrical Engineering, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada. *J Biomed Eng* 10:312-318
- Mitnitski A, Yahia L, Newman N et al (1998) Coordination between the lumbar spine lordosis and trunk angle during weight lifting. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 13:121-127

Finito di stampare nel mese di marzo 2007