

otoneurologia 2000

Settembre/Dicembre 2003 | n. 15

Attuali acquisizioni sulla sindrome da compressione del nervo cocleovestibolare

Davide Antonio Giuliano

La deiscenza del canale semicircolare superiore: una nuova entità clinica

Nicola Civiero

La "fisiologia" dell'acufene

Leonardo Manzari

Posturologia: dalla dinamica non lineare alla transdisciplinarieta

Fabio Scoppa

ALFA **W**ASSERMANN

otoneurologia 2000

Serie editoriale:
**CLINICAL CASE
MANAGEMENT**

Aggiornamento periodico:
OTONEUROLOGIA 2000
Settembre-Dicembre 2003 / n.15

Coordinamento Scientifico:
Dr. Giorgio Guidetti

Dipartimento di Patologia
Neuropsicosensoriale
dell'Università di Modena
e Reggio Emilia
Sezione di Clinica
Otorinolaringoiatrica
Modulo di Vestibologia
e Rieducazione vestibolare
Policlinico di Modena
e-mail: guidetti.g@policlinico.mo.it

Coordinamento editoriale:
Mediserve

© 2003 **MEDISERVE S.r.l**
Milano - Firenze - Napoli



MEDISERVE

otoneurologia 2000

Settembre-Dicembre 2003 / n.15

SOMMARIO

1. **Attuali acquisizioni sulla sindrome da compressione del nervo cocleovestibolare** ... 1
D.A. Giuliano
2. **La deiscenza del canale semicircolare superiore: una nuova entità clinica** 12
N. Civiero
3. **La "fisiologia" dell'acufene** 20
L. Manzari
4. **Posturologia: dalla dinamica non lineare alla transdisciplinarietà** 28
F. Scoppa

OTONEUROLOGIA



ALFA WASSERMANN

POSTUROLOGIA: DALLA DINAMICA NON LINEARE ALLA TRANSDISCIPLINARIETÀ

Fabio Scoppa

Docente di Riabilitazione post-chirurgica, Corso di Laurea in Fisioterapia

Coordinatore Scientifico e Didattico, Master in Posturologia

I Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università "La Sapienza" di Roma

www.chinesis.org

Introduzione

La posturologia, le cui origini vengono fatte risalire da Gagey al 1865 con "L'introduction à l'Etude de la Médecine Expérimentale" di Claude Bernard, vanta ormai una rimarcabile operatività clinica (1). Lungi dall'aver raggiunto una reale maturità scientifica, la posturologia ha comunque messo a frutto anni di esperienze cliniche e sperimentali, ricavando uno spazio significativo nella medicina attuale. Durante questo percorso evolutivo la posturologia è incorsa in errori epistemologici, concettuali, metodologici. Allo stato attuale della conoscenze è ormai possibile rilevare tali errori, che potranno da noi essere utilizzati come spunti di riflessione.

Cos'è la postura

Per postura possiamo intendere la posizione del corpo nello spazio e la relazione spaziale tra i segmenti scheletrici, il cui fine è il mantenimento dell'equilibrio (*funzione antigravitaria*), sia in condizioni statiche che dinamiche, cui concorrono *fattori neurofisiologici, biomeccanici, psicoemotivi e relazionali*, legati anche all'evoluzione della specie (2).

Cos'è la posturologia

La disciplina che si occupa dello studio scientifico e clinico della postura è la posturologia.

La posturologia può essere intesa come lo studio di un sistema dinamico non lineare effettuato in modo transdisciplinare.

Il sistema tonico posturale

Il controllo posturale è regolato da un sistema complesso paragonabile ad una scatola nera (*black box*), in quanto le funzioni di ingresso e di uscita sono note ma non ci è dato di conoscere con precisione i processi e le strutture neuroanatomiche che determinano la relazione input-output. Il sistema tonico posturale può essere inteso come un sistema cibernetico che rappresenti la funzione di questa scatola nera, non potendone conoscere le operazioni e le strutture al suo interno.

Il funzionamento di sistemi complessi di questo genere è determinato in generale da:

- a. Caratteristiche dei componenti e dei sottosistemi (es. la soglia di stimolazione dei fusi neuromuscolari, la gamma di sensibilità dei recettori articolari, le caratteristiche del vestibolo).
- b. Modalità di interazione tra i componenti e quindi struttura delle connessioni (Figura 1) (3,4).
- c. Segnali di ingresso a livello delle entrate del sistema (piede, occhio, apparato muscolo-scheletrico...).

Il sistema che sottende i meccanismi di controllo della postura e dell'equilibrio presenta alcune caratteristiche e alcune leggi (5,6,7,8).

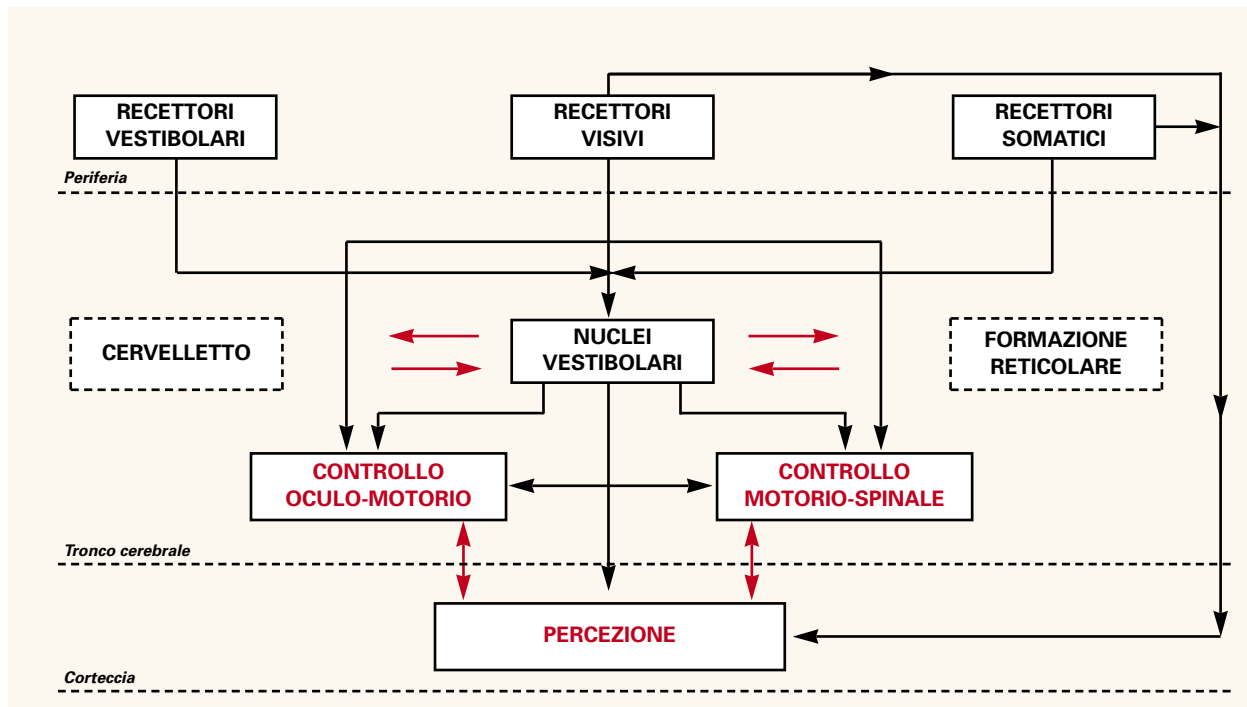


Figura 1. Connessioni a feed-back nel tronco cerebrale e nella corteccia (Scoppa, 1998, mod. da Herman et al., 1985).

Esso è:

- **complesso e circolare**, in quanto formato da differenti sottosistemi non indipendenti ma interconnessi;
- **aperto**, in quanto interagisce con l'ambiente;
- **causale**, cioè necessita di un input per fornire un output;
- **tempo variante**, in quanto le sue componenti cambiano valore nel tempo.

Inoltre, i sistemi di questo tipo rispondono alle leggi che regolano i sistemi complessi:

- **Totalità**: ogni componente il sistema è in stretta interconnessione con gli altri componenti; pertanto una modificazione di uno dei componenti, o sottosistema, comporta una modificazione di tutto il sistema. Ad esempio, una modificazione dell'ingresso propriocettivo podalico è in grado di modificare le forie oculari e l'equilibrio

occlusale, l'attività delle catene muscolari antigravitarie, le coordinate del centro di gravità, nonché la precisione e l'economia del sistema. A questa legge della totalità consegue la **non sommatività** (semplice somma delle attività dei singoli sottosistemi): la funzionalità del sistema tonico posturale è altro e di più della semplice somma delle funzioni dei singoli sottosistemi, per cui non è possibile ricavare informazioni sul tutto analizzando soltanto una singola funzione.

- **Equifinalità**: in un sistema circolare e interconnesso, ciò che importa non è lo stato dei singoli sottosistemi, ma la modalità di comunicazione e di interazione tra gli stessi. Lo stesso risultato funzionale può essere ottenuto per mezzo di differenti modalità di interazione e di stato dei singoli sottosistemi. L'equilibrio posturale viene mantenuto usando differenti strategie sensoriali e motorie in differenti situazioni ambientali e in differenti soggetti.

- **Retroazione:** per poter funzionare in modo efficiente, il sistema deve essere costantemente informato sul valore dei suoi output e dei suoi sottosistemi. In altri termini le stesse uscite del sistema ne rappresentano anche delle entrate. Gli effettori del sistema posturale, i muscoli antigravitari, sono al tempo stesso recettori che producono un input propriocettivo per controllarne l'adeguatezza e l'efficienza, mediante un processo di refferentazione (vedi oltre).
- **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. È la calibrazione che ci spiega la variazione sintomatologica intra e interindividuale che spesso si osserva ad apparente parità di situazione fisiopatologica.
- **Ridondanza:** il sistema tonico posturale è un sistema **polisensoriale (visivo, propriocettivo, esteroceettivo...)**, in cui le informazioni sensoriali hanno frequentemente lo stesso significato informativo. Il sistema è **efficiente** quando è in grado di **selezionare**, in ogni situazione, **la/le informazione/i sensoriali più idonee** a mantenere l'equilibrio posturale nel modo più corretto ed ergonomico.
- **Preferenzialità:** il sistema tonico posturale è un sistema polisensoriale che integra informazioni visive, propriocettive, labirintiche: in ogni individuo, e ancora più specificatamente in ogni età dell'individuo, esiste una **strategia sensoriale preferenziale**. Ciascun individuo, in situazioni analoghe, utilizza questi canali sensoriali in modo differente. Avremo così individui che utilizzano soprattutto le informazioni visive, altri quello propriocettive, altri quelle labirintiche. È la preferenzialità che ci consente di capire la nota variazione sintomatologica interindividuale in rapporto con simili condizioni fisiopatologiche.

Il controllo posturale si compenetra in alcuni suoi aspetti al controllo motorio, nel senso che le reazioni statiche antigravitarie sono comunque una forma di comportamento motorio.

D'altronde, l'intimo rapporto tra tono posturale e movimento è documentato dal fatto che non c'è alcun caso di coordinazione motoria patologica nel quale non si manifesti contemporaneamente una patologia del tono e che le strutture nervose implicate sono le stesse (es. cervelletto, nucleo rosso, nucleo pallido).

In definitiva, ci si trova così di fronte al problema riguardante le modalità con cui il sistema nervoso centrale regola un atto motorio, sia esso tonico antigravitario sia esso fasico, oculomotorio o muscolo-scheletrico.

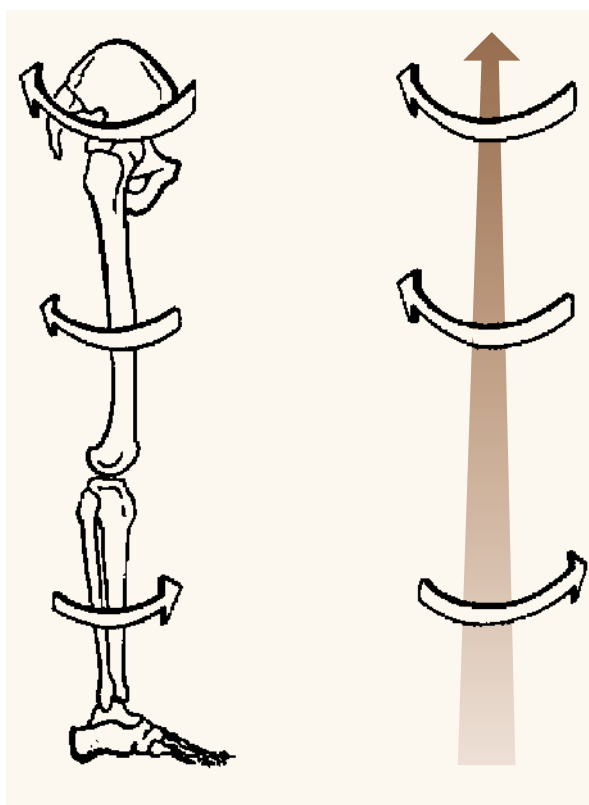


Figura 2. La stabilizzazione dell'arto portante avviene in senso disto-prossimale e ad essa sono essenziali i momenti rotatori su piano orizzontale che avvengono successivamente a livello articolare (Pisani, 1990).

Un primo fondamentale aspetto comune riguarda il **processo di controllo dei numerosi gradi di libertà in eccesso**, per cui la coordinazione motoria è stata definita l'organizzazione della controllabilità dell'apparato motorio (9). Il controllo posturale è un processo più di "tipo statico", cioè con limiti di oscillazione molto ristretti, e pertanto la controllabilità dei gradi di libertà è molto più fine.

La finezza delle oscillazioni posturali fisiologiche le pone teoricamente al di sotto della soglia di attivazione dei canali semicirculari, per cui nel sistema tonico posturale più che il vestibolo giocano un ruolo di primo piano l'oculomotricità e l'attività dei fusi neuromuscolari, in particolare di quelli plantari. Questa considerazione non deve lasciar intendere che esista una gerarchia dei recettori del sistema posturale. Sicuramente il piede svolge un ruolo di primo piano, in quanto rappresenta l'interfaccia del sistema con il suolo e dal quale, ad ogni appoggio, origina l'attivazione delle catene cinetiche in senso disto-proximale (10) (Figura 2).

Detto ciò, un modello teorico che preveda una classificazione tassonomica dei recettori posturali (piede, occhio...) a nostro avviso non può essere accettato (11).

Le caratteristiche del sistema (totalità, equifinalità, preferenzialità...) e la sua non linearità, da un punto di vista concettuale, escludono un elenco gerarchico delle entrate posturali, cioè una classificazione in recettori primari e recettori secondari del sistema tonico posturale.

La dinamica non lineare

La postura, nella sua essenza neurofisiologica, non è altro che una modulazione del tono. Tutte le alterazioni e le asimmetrie indotte da uno squilibrio posturale possono essere riconducibili ad una modificazione del tono posturale, cui corrisponde una modificazione degli equilibri biomeccanici.

Ma la sola lettura in chiave neurofisiologica e biomeccanica non può dare una reale visione d'insieme del controllo posturale: "...ridurre l'uomo a semplice gioco meccanico è condannarsi a non comprendere nulla di colui che ha difficoltà a mantenersi eretto..." (12).

Accanto al modello interpretativo neurofisiologico e a quello biomeccanico, riteniamo pertanto necessario affiancare il modello psicosomatico, essendo la postura intrinsecamente legata alla vita emotiva del soggetto, al punto da esserne la più autentica espressione stessa per il mondo esterno (11,13,14,15).

Questa chiave di lettura è sostenuta non soltanto in ambiente psicologico e psichiatrico, ma anche da autorevoli esponenti della medicina organicistica e dell'ortopedia, come testimoniano le parole di Cailliet (1991): "La postura è, in larga misura, espressione somatica immediata di emozioni, impulsi, regressioni. Noi stiamo in piedi e ci muoviamo *come ci sentiamo*, riflettendo consciamente o inconsciamente nell'atteggiamento esteriore la nostra condizione interiore, la nostra personalità, l'ambiente stesso in cui viviamo. La postura, insomma, è una vera e propria *forma di linguaggio*, una manifestazione autentica della natura umana e dell'io individuale" (16).

In definitiva, da cosa è condizionato il tono posturale?

Storicamente, la posturologia ha messo in relazione una serie di input sensoriali con l'output, costituito appunto dall'equilibrio tonico posturale (Figura 3).

Questa rappresentazione è essenzialmente di tipo lineare, secondo un modello di tipo associazionista input-output.

I rapporti lineari possono essere rappresentati da una linea retta su un grafico e prevedono una proporzionalità tra i fattori. Contrariamente ai sistemi non lineari, che non possono essere sommati, i sistemi lineari possono essere scomposti e ricomposti: le componenti si sommano.

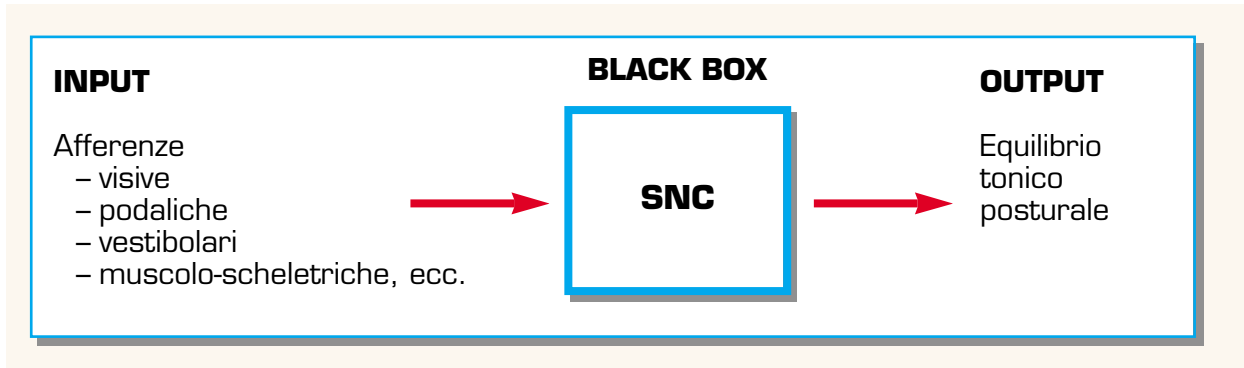


Figura 3. Il modello associazionista interpreta la postura come la risposta prodotta dal sistema nervoso centrale rispetto alle informazioni in entrata.

A nostro avviso, questo modello lineare deve essere definitivamente abbandonato, a favore di un modello che tenga conto delle interazioni neuropsicofisiologiche all'interno di un sistema complesso quale quello posturale.

La Figura 4 esemplifica questo modello sistemico. In questo tipo di modellistica i fattori psico-emotivi non sono considerati come uno dei recettori primari o secondari del sistema posturale, ma come il comune denomina-

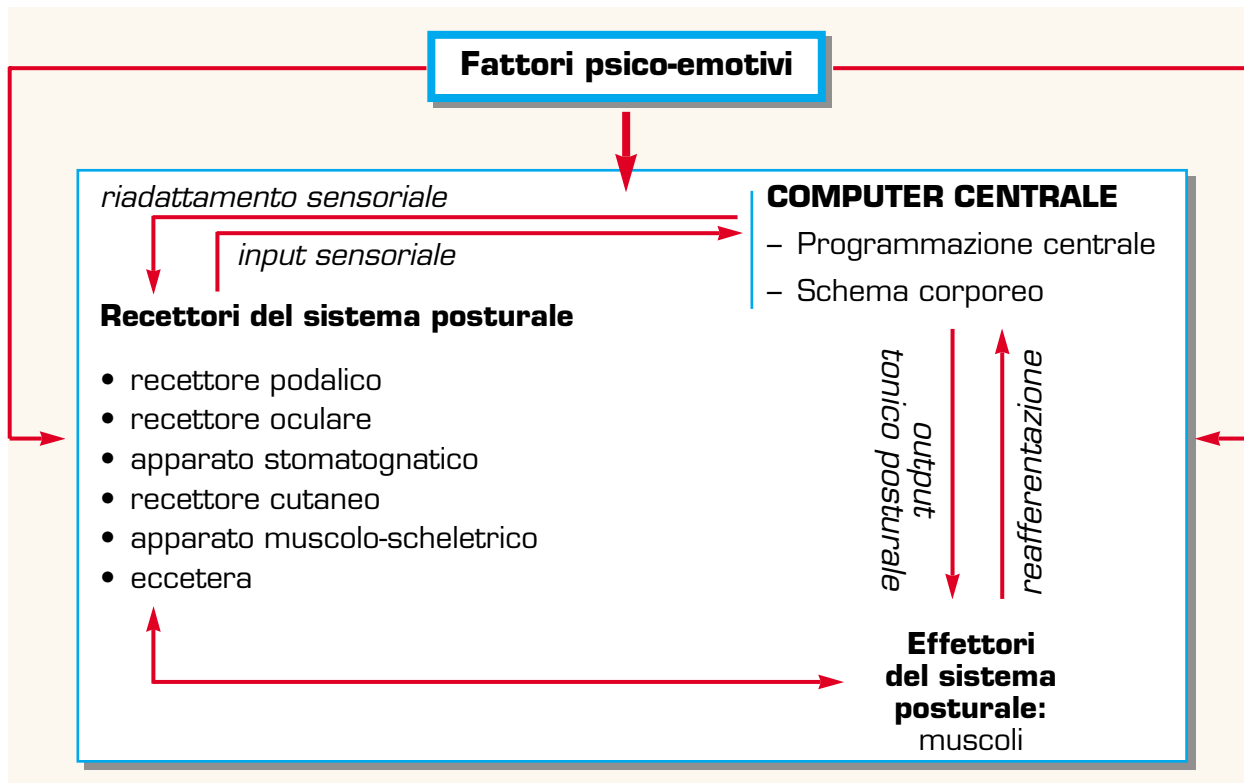


Figura 4. Il sistema tonico posturale è un sistema di tipo cibernetico basato su complessi meccanismi di feedback e di feed-forward; i fattori psico-emotivi sono il comune denominatore che condiziona nel suo insieme questo sistema e che sottende l'atteggiamento posturale del soggetto nella sua globalità.

tore che sottende e condiziona l'atteggiamento posturale del soggetto nella sua globalità (2,11).

Il sistema tonico posturale è un sistema di tipo cibernetico, autoregolato e autoadattato, capace di compensi e adattamenti anche a distanza, seguendo i principi dell'equilibrio, dell'economia, del confort.

Un sistema cibernetico è un sistema di flussi di informazioni (17).

Come accennato nel paragrafo precedente, questo sistema è formato da sottosistemi interdipendenti e regolato da servomeccanismi secondo una **modalità olistica: il valore finale di un sistema dinamico è diverso e superiore rispetto alla somma delle sue componenti di base; quindi è altro e di più della somma delle sue componenti.** Questa complessità non autorizza pertanto semplificazioni e parcellizzazioni arbitrarie: il sistema tonico posturale è un sistema complesso, ove ogni modificazione di una delle sue componenti implica una variazione delle altre ed un riadattamento del sistema nel suo insieme, secondo la legge della totalità.

Pertanto in posturologia non siamo autorizzati a mettere in relazione diretta input e output: il rapporto tra stimolo e risposta si configura di tipo non lineare.

Uno degli esempi clinici più eclatanti per capire questo principio ci viene offerto dall'**auricoloterapia posturale (18)**. L'auricoloterapia posturale è la stimolazione a scopo terapeutico di uno o più punti auricolari altamente riflessogeni per il sistema tonico posturale.

Un'informazione debole, subliminale, a livello dei punti riflessi auricolari del sistema tonico posturale può dare una risposta molto importante in termini di riequilibrio posturale e di riprogrammazione della strategia posturale adottata, assolutamente non proporzionale all'intensità dello stimolo somministrato (Figura 5 e 6).

Una piccola informazione può dare una risposta molto grande, in grado di modificare radicalmente la strategia posturale del soggetto.

Ciò avviene non soltanto con l'auricoloterapia posturale; ad esempio, apponendo piccolissimi elementi di stimolo proprio-cettivo di 1-2 millimetri di spessore a livello plantare, possiamo assistere ad una importante modificazione degli equilibri posturali nel loro complesso.

Per contro, una massiccia stimolazione può non dare un'altrettanto marcata risposta a livello tonico posturale, oppure non darne alcuna.

Questi fenomeni trovano una loro spiegazione in quanto il sistema posturale è un sistema dinamico non lineare (1,19); lo stesso sistema nervoso centrale è un sistema non lineare per eccellenza (20).

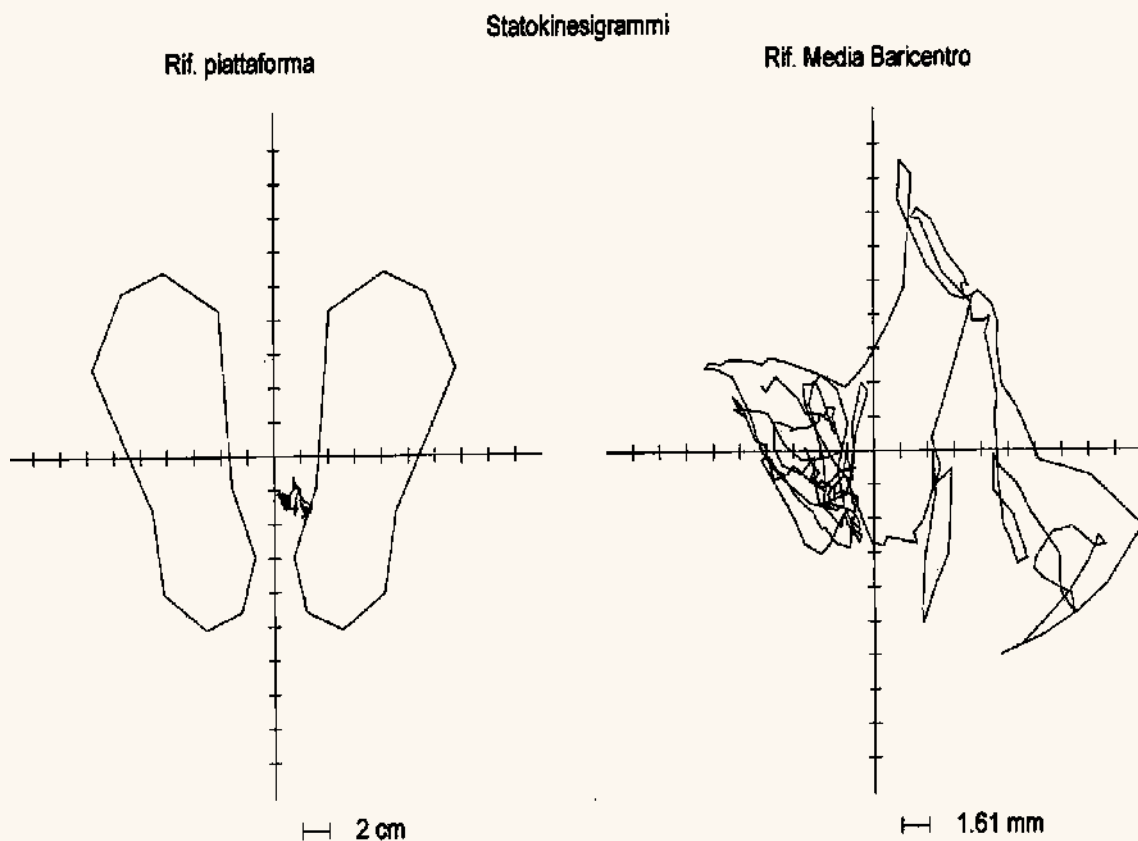
Nei sistemi non lineari gli effetti non sono mai proporzionali in modo lineare alle cause. Il sistema contiene delle interazioni che modificano i rapporti delle proporzioni. **L'effetto di una certa causa è così il riflesso di queste interazioni.**

In un sistema non lineare, le **interazioni** appaiono pertanto più importanti delle cause stesse: da un punto di vista cibernetico, la postura può essere intesa come il frutto di una serie di interazioni polisensoriali, il cui fine è il mantenimento della posizione eretta antigravitaria nel modo più stabile, economico e confortevole. Pertanto nel malato posturale "è l'integrazione sensoriale di tutte le afferenze che concorrono al controllo della postura ortostatica che risulta deficitaria" (12).

In altre parole, le interazioni e quindi l'integrazione centrale a livello della "black box" appaiono come il grande segreto del sistema posturale: sono le interazioni stesse ad essere causative. Alla luce di queste considerazioni, sembra opportuno dare avvio ad una riflessione critica e costruttiva sul problema dello schema corporeo (21) e dell'integrazione centrale delle afferente posturali.

STABILOMETRIA AD OCCHI APERTI

A. Prima di auricoloterapia posturale



RIASSUNTO DELLE GRANDEZZE CALCOLATE

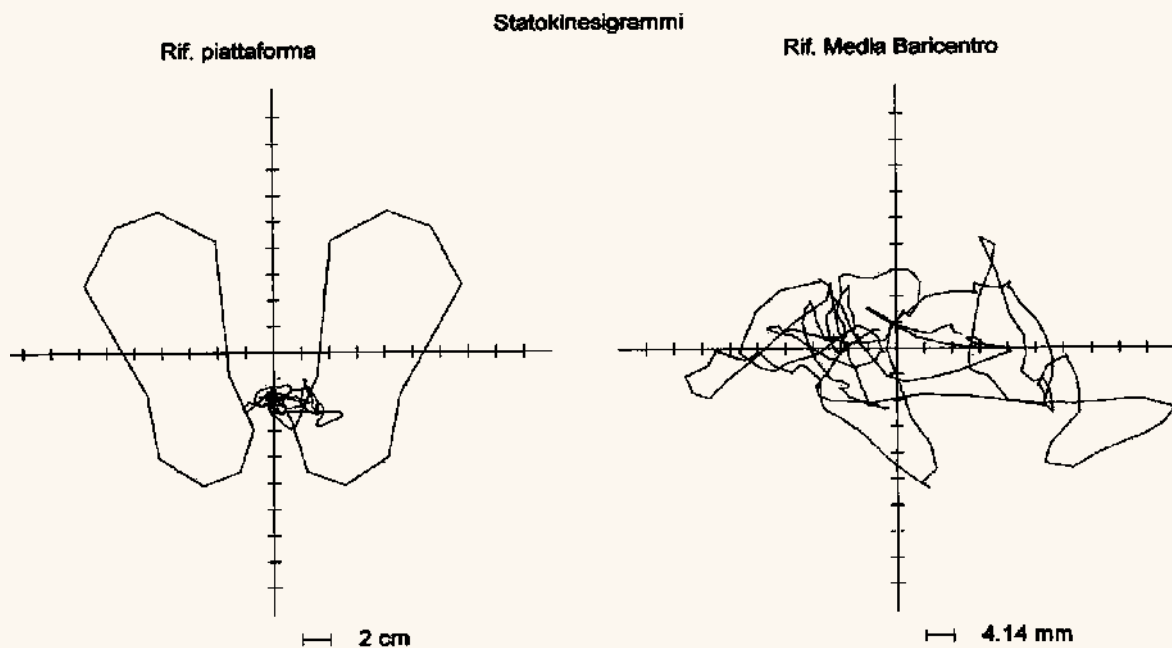
	Xmin = 2.18 mm	Xmed = 12.38 mm
-5.4_20.2	Xmax = 28.5 mm**	D.S. = 0.58
	Ymin = -35.9 mm	Ymed = -26.32 mm
	Ymax = -12.6 mm	D.S. = 0.43
	FFT _x = 0.02 Hz	FFT _y = 0.08 Hz
	Lunghezza tot. traccia	= 288.04 mm
	Velocità mdia	= 5.67 mm/s
	D.S. velocità	= 3.63
	Superficie dell'ellisse 90%	= 355.72 mmq** 0.0_280.0
	Pendenza asse maggiore	= 2.07 grad
	Asse minore	= 9.15 mm
	Asse maggiore	= 12.37 mm
	LFS _{aa} = 0.55	LFS _{ba} = 0.28
	LFS _{ac} = 0.45	LFS _{bc} = 0.25

I valori indicati con doppio asterisco sono fuori range.
Range: Adulti - occhi aperti

Figura 5. Esame comparativo alla stabilometria ad occhi aperti prima (A) e dopo (B) trattamento di auricoloterapia posturale.

STABILOMETRIA AD OCCHI APERTI

B. Dopo auricoloterapia posturale



RIASSUNTO DELLE GRANDEZZE CALCOLATE

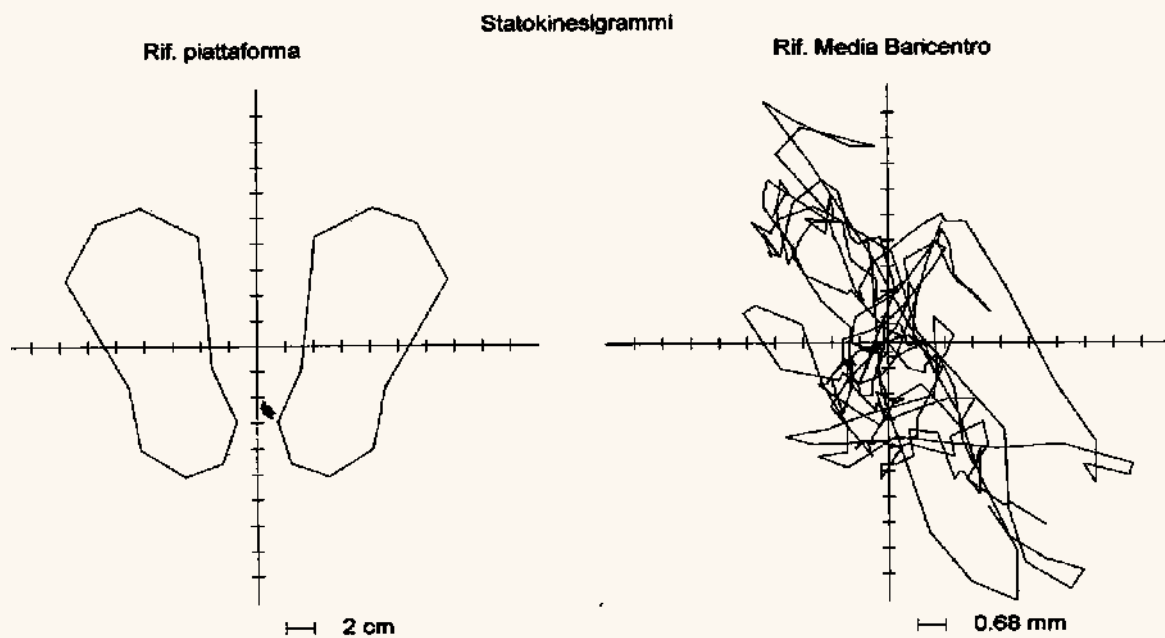
Xmin = 2.95 mm	Xmed = 6.45 mm
Xmax = 12.4 mm	D.S. = 0.18
Ymin = -56. mm	Ymed = -49.18 mm
Ymax = -42.8 mm	D.S. = 0.27
FFT _x = 0.02 Hz	FFT _y = 0.08 Hz
Lunghezza tot. traccia	= 217.07 mm
Velocità mdia	= 4.27 mm/s
D.S. velocità	= 3.63
Superficie dell'ellisse 90%	= 69.47 mmq
Pendenza asse maggiore	= 85.69 grad
Asse minore	= 3.87 mm
Asse maggiore	= 5.71 mm
LFS _{aa} = 0.52	LFS _{ba} = 0.25
LFS _{ac} = 0.42	LFS _{bc} = 0.22

I valori indicati con doppio asterisco sono fuori range.
Range: Adulti - occhi aperti

segue **Figura 5.** All'esame stabilometrico ad occhi aperti dopo trattamento di auricoloterapia posturale (B), si evidenzia un netto miglioramento dell'atteggiamento posturale globale, con variazione molto significativa delle coordinate del centro di pressione, con un recupero sia della precisione (riduzione della superficie) che del consumo energetico (riduzione della lunghezza).

STABILOMETRIA AD OCCHI CHIUSI

A. Prima di auricoloterapia posturale



RIASSUNTO DELLE GRANDEZZE CALCOLATE

-22.3_5.9	Xmin = -22.9	mm**	Xmed = 8.59	mm
-8.1_24.6	Xmax = 50.	mm**	D.S. = 1.42	
	Ymin = -59.6	mm	Ymed = -37.49	mm
	Ymax = -20.	mm	D.S. = 0.73	
	FTX = 0.02	Hz	FTY = 0.04	Hz
	Lunghezza tot. traccia		= 634.54	mm
	Velocità mdia		= 12.49	mm/s
	D.S. velocità		= 8.67	
	Superficie dell'ellisse 90%		= 1592.64	mmq** 0.0_426.4
	Pendenza asse maggiore		= 15.62	grad
	Asse minore		= 17.16	mm
	Asse maggiore		= 29.53	mm
	LFSaa = 0.45		LFSba = 0.29	
	LFSac = 0.37		LFSbc = 0.29	

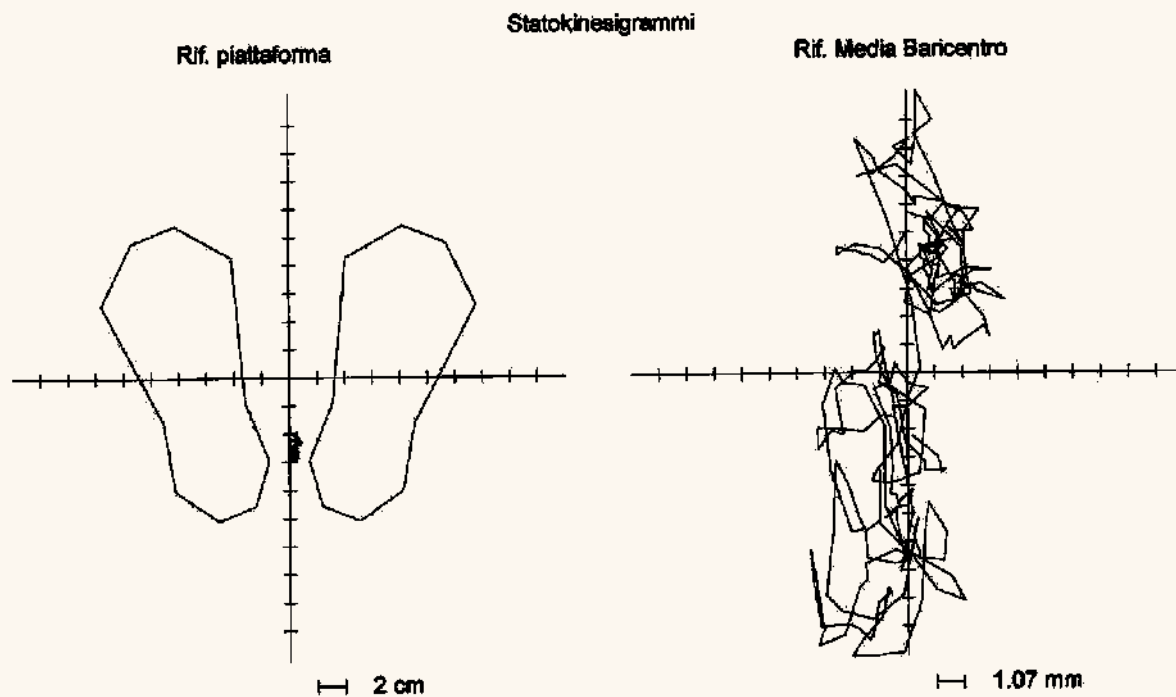
I valori indicati con doppio asterisco sono fuori range.

Range: Adulti - occhi chiusi

Figura 6. Esame comparativo alla stabilometria ad occhi chiusi prima (A) e dopo (B) trattamento di auricoloterapia posturale.

STABILOMETRIA AD OCCHI CHIUSI

B. Dopo auricoloterapia posturale



RIASSUNTO DELLE GRANDEZZE CALCOLATE

Xmin = 1.31 mm	Xmed = 5.11 mm
Xmax = 8.91 mm	D.S. = 0.16
Ymin = -59.6 mm	Ymed = -48.94 mm
Ymax = -38.2 mm	D.S. = 0.54
FFTx = 0.02 Hz	FFTy = 0.02 Hz
Lunghezza tot. traccia	= 241.46 mm
Velocità mdia	= 4.75 mm/s
D.S. velocità	= 3.20
Superficie dell'ellisse 90%	= 127.58 mmq
Pendenza asse maggiore	= 89.17 grad
Asse minore	= 3.51 mm
Asse maggiore	= 11.59 mm
LFSaa = 0.55	LFSba = 0.27
LFSac = 0.45	LFSbc = 0.23

I valori indicati con doppio asterisco sono fuori range.
 Range: Adulti - occhi aperti

segue **Figura 6.** Esame stabilometrico ad occhi chiusi dopo trattamento di auricoloterapia posturale (B). Le variazioni della stabilità posturale sono evidenti ad occhi chiusi come ad occhi aperti. Appare evidente che il paziente ha adottato una nuova strategia posturale, grazie ad una riprogrammazione a livello centrale.

La dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali

Nei sistemi dinamici non lineari, basati su queste interazioni, assistiamo ad un fenomeno chiamato **dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali**: piccole differenze in ingresso possono provocare rapidamente grandissime differenze in uscita; quindi, **da piccole cause a grandi effetti** (22).

Questo fenomeno è stato documentato grazie allo storico studio "Deterministic Non-periodic Flow" di Lorenz (1963): "Per quanto riguarda questi sistemi con soluzioni limitate si è riscontrato che le soluzioni non periodiche sono ordinariamente instabili rispetto alle piccole variazioni, per cui stati iniziali leggermente differenti possono evolversi in stati considerevolmente diversi" (23).

L'attinenza con i fenomeni osservati in posturologia è evidente.

Una lieve exoforia di un occhio, un minimo precontatto occlusale, una piccola disfunzione articolare sono in grado di modificare considerevolmente l'equilibrio tonico posturale del soggetto.

In auricoloterapia posturale una debolissima informazione elettrica o elettromagnetica dell'ordine di pochi ma a livello di un punto riflesso auricolare è in grado di produrre grandissimi effetti sull'equilibrio posturale, visibile sia all'esame clinico che stabilimetrico (vedi Figura 5 e 6).

La dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali si traduce in quello che in meteorologia è noto come "effetto farfalla": "può un battito di ali di una farfalla in Brasile determinare un tornado nel Texas?" (Lorenz, 1979) (24).

In posturologia questa nozione "**piccole cause-grandi effetti**" è di importanza capitale. D'altronde, non è forse questo che ci ha insegnato Baron con la sua fissazione sulla finezza del controllo posturale, e quindi sull'effetto di alcune stimolazioni sul sistema posturale solo quando queste si mantengono al di sotto di una certa soglia?

Emblematica, al riguardo, la scoperta di Baron (1955) che una deviazione dell'asse visivo nei pesci e nei topi aveva un effetto sul tono posturale solo se questa restava inferiore ai 4°. Valori maggiori di 4° non producevano tali effetti (25).

La dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali è una nozione che possiamo ritrovare nel folklore: *Per colpa di un chiodo si perse lo zoccolo;/per colpa di uno zoccolo si perse il cavallo;/per colpa di un cavallo si perse il cavaliere;/per colpa di un cavaliere si perse la battaglia;/per colpa di una battaglia si perse il regno!* (26).

La dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali implica limiti evidenti di predizione e di prevedibilità a lungo termine.

Già nel 1876 Maxell scriveva: "Quando lo stato delle cose è tale che una variazione infinitamente piccola dello stato attuale altera soltanto una quantità infinitamente piccola di quello futuro, lo stato del sistema a riposo o in movimento si dice stabile. Ma quando una variazione infinitamente piccola dello stato attuale può causare una differenza determinata in un arco di tempo determinato, la condizione del sistema è detta instabile. È evidente che l'esistenza di condizioni instabili rende impossibile la previsione di avvenimenti futuri se la nostra conoscenza dello stato attuale è solamente approssimativa e non esatta".

Il sogno newtoniano sembra non aver posto nei sistemi dinamici, come aveva intuito Poincaré (1908): "Una causa così piccola da sfuggire alla nostra attenzione può determinare un effetto considerevole che non possiamo ignorare; in una tale situazione noi diciamo che l'effetto è dovuto al caos. Se noi conoscessimo esattamente le leggi della natura e la situazione dell'universo nel momento iniziale, potremmo predire esattamente la situazione di quello stesso universo in un momento successivo. Ma quand'anche le leggi naturali non avessero più alcun segreto per noi, potremmo ancora conoscere la situazione solo in modo approssimativo. Se una tale conoscenza ci

permettesse di predire la situazione successiva con la stessa approssimazione, questo è tutto ciò che chiediamo e diremmo che il fenomeno è stato predetto e che è governato dalle leggi. Ma non sempre è così; può infatti accadere che piccole differenze nelle condizioni iniziali producano un errore enorme in quelle successive. La predizione diventa impossibile..." (27).

La difficoltà di prevedere a lungo termine è ben chiara se si pensa alla meteorologia: mentre può essere abbastanza attendibile una previsione atmosferica entro due o tre

giorni, diventa molto difficile fare una previsione precisa a lungo termine; quale meteorologo saprebbe dirci con esattezza che tempo farà un certo giorno, in una certa città, tra un mese?

La nozione di prevedibilità viene così abbandonata, ma non lascia il posto al puro caso.

Il caos è ben altro della semplice casualità. L'intuizione di Lorenz è stata quella di identificare una struttura geometrica fine, una nuova sorta di ordine "camuffato da casualità" (23) (Figura 7).

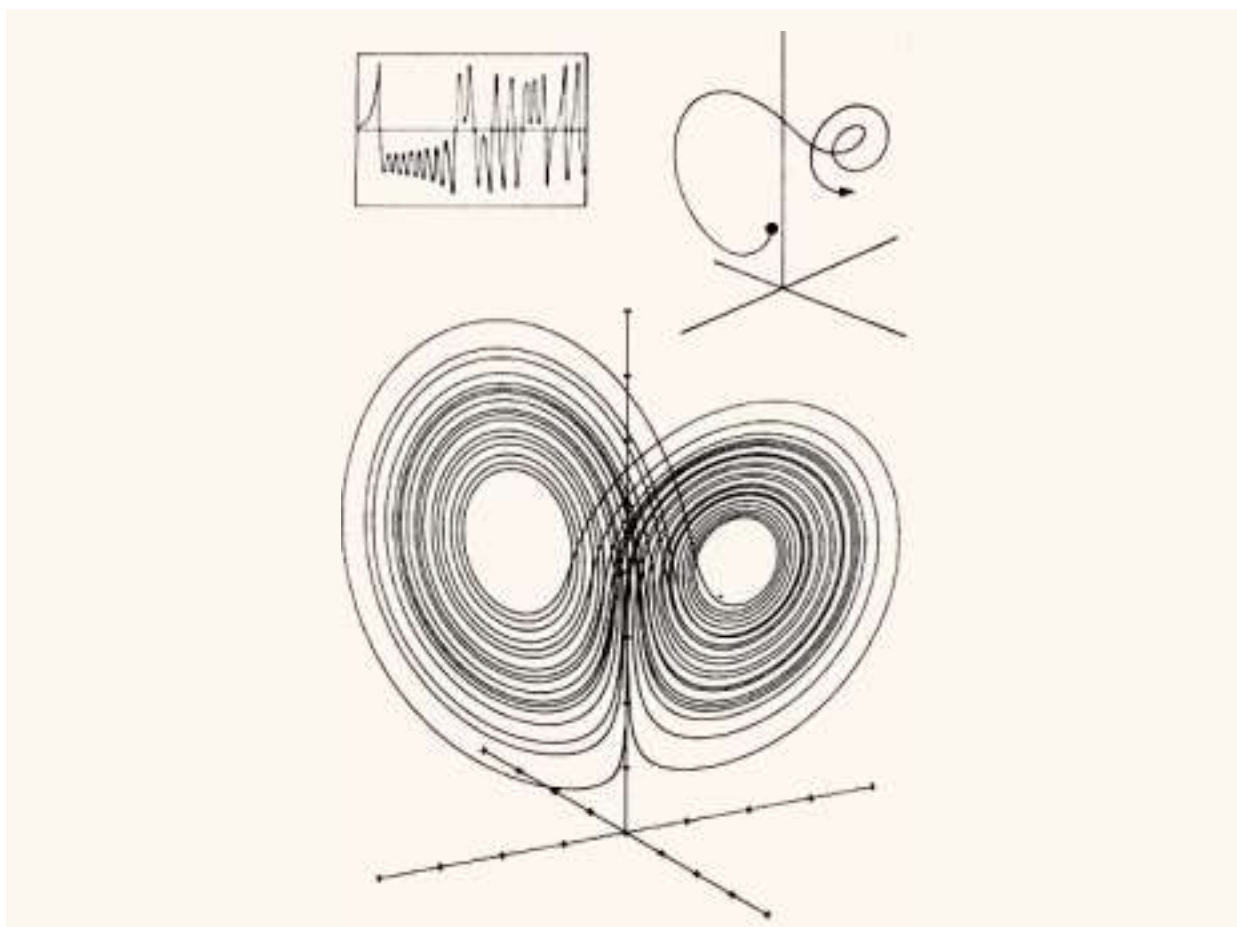


Figura 7. L'attrattore di Lorenz: questa immagine magica, che assomiglia alla maschera di un barbagianni o alle ali di una farfalla, divenne un emblema per i primi esploratori del caos. Essa rivelava la struttura fine celata in un corso disordinato di dati. Tradizionalmente i valori mutevoli di una variabile potevano essere visualizzati nella cosiddetta serie temporale (in alto). Per mostrare graficamente i rapporti mutevoli fra tre variabili si richiedeva una tecnica diversa. In ogni istante nel tempo, le tre variabili fissano la posizione di un punto nello spazio tridimensionale; al mutare del sistema, il movimento del punto rappresenta le variabili che mutano in modo continuo. Poiché il sistema non si ripete mai in modo esatto, la traiettoria non interseca mai se stessa. Essa disegna invece di continuo nuove spire. Il moto sull'attrattore è astratto, ma dà il senso del moto del sistema reale (Gleick, 1987).

Dalla superspecializzazione alla transdisciplinarietà

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, possiamo capire quanto siano inefficaci in posturologia quelle forme di riduzionismo tipiche della medicina moderna, in cui l'interesse principale è rivolto allo studio del sintomo e della malattia. In questo contesto la tendenza è stata quella della superspecializzazione in branche sempre più circoscritte del sapere medico, fortemente orientate agli aspetti strutturali e anatomo-patologici.

In un sistema complesso, dove le interazioni giocano un ruolo di primaria importanza, questa modalità di indagine superspecialistica ha mostrato tutti i suoi limiti. La superspecializzazione, se da un lato ci ha permesso di sapere sempre di più di organi, apparati e parti del corpo sempre più piccoli e circoscritti, dall'altra ci ha fatto perdere la visione d'insieme, la visione del "tutto", la visione olistica. Tale visione olistica può essere concretizzata con un approccio transdisciplinare, tipico della moderna posturologia. Il pensiero transdisciplinare si colloca nella grande mutazione del nostro tempo; esso rappresenta il ritorno ad un pensiero dove il reale ci appare come dei "livelli di realtà" (28).

Un sistema complesso, non lineare, quale il sistema tonico posturale, non può essere scomposto e i singoli fattori non possono essere sommati, operazioni possibili invece nei sistemi lineari. Pertanto l'atteggiamento "analitico-sommatorio" tipico delle scienze mediche e biologiche, ossia scomporre e analizzare i fenomeni dividendoli in costituenti primari, ha messo in evidenza tutta la sua inadeguatezza in questo ambito. Del resto anche approcci pluri-disciplinari o inter-disciplinari non si sono rivelati del tutto adeguati.

È necessario dunque intraprendere la via della conoscenza unitaria attraverso la *transdisciplinarietà*.

Infatti, rispetto al pensiero scienziato e riduzionista, la transdisciplinarietà combatte la chiusura di una scienza senza coscienza, attraverso la convergenza delle conoscenze e delle discipline e le interazioni dei saperi che ritrovano la loro unione profonda (Camus, 1995) (29).

Di fronte alla complessità del sistema posturale, la relazione tra le discipline deve essere tale che ciascuno specialista operi uno sforzo massimo per muoversi attraverso le discipline e al di là delle discipline, pur basandosi sulla propria competenza disciplinare. Le discipline stesse, una volta che si sono incontrate, non restano più uguali a sé stesse, ma modificano la propria struttura: *"il reale atto della scoperta non consiste nello scoprire nuove terre ma nel vedere con occhi nuovi"* (Marcel Proust).

È la stessa teoria del caos che valica le linee di demarcazione fra le varie discipline scientifiche, essendo una scienza concernente la natura globale dei sistemi: "Il caos pone problemi che sfidano i modi accettati di lavorare della scienza. Esso avanza tesi forti sul comportamento universale della complessità" (26).

Anche l'importanza che viene data alla funzione piuttosto che al dato anatomo-patologico, tipica della posturologia, trova una sua logica nella dinamica non lineare: il caos appare come una scienza di processo anziché di stato, di divenire anziché di essere.

L'approccio olistico

Giova ricordare che "ogni atto medico è il risultato di una cascata di decisioni probabilistiche prese in una situazione di incertezza" (B. Grenier, 1989).

Questa affermazione è molto pertinente anche in posturologia. Se poi teniamo a mente quanto detto nei paragrafi precedenti circa la non linearità e l'instabilità del

sistema posturale, possiamo renderci conto di quanto siano aleatorie alcune posizioni per così dire "integraliste" sull'argomento. A nostro avviso, più che offrire sicurezze effimere siamo piuttosto portati a fare alcune considerazioni che possono guidare la pratica clinica.

Innanzitutto, ribadiamo la necessità di una posturologia clinica. La valutazione clinica resta la base fondamentale delle procedure diagnostiche e terapeutiche: "studiare la postura significa osservarla, la postura è una scienza di osservazione" (1).

In secondo luogo, rileviamo come un sistema non lineare con grandi limiti di predittibilità dovrebbe suggerire un approccio clinico altamente prudente, nel rispetto del "primum non nocere": "**low-tech, high prudence therapeutic approach**" (30,31)

Il concetto, descritto in ambito odontoiatrico per il trattamento dei disordini temporo-mandibolari, può essere esteso a tutto l'ampio ambito della posturologia. In posturologia non abbiamo bisogno di alta tecnologia, ma di un atteggiamento terapeutico altamente prudente.

Il sistema tonico posturale, grazie a complessi meccanismi di feed-back e di feed-forward, è un sistema auto-regolato e auto-adattato che entro certi limiti può correggersi da solo.

Su questi principi si basano gli approcci terapeutici minimamente aggressivi e minimamente interventisti, quale l'**approccio olistico**.

L'approccio olistico privilegia terapie agenti sulla globalità del sistema e sulle sue interazioni, rispetto alla semplice correzione localizzata dell'entrata posturale.

Esso adotta criteri di prudenza nell'ortossizzazione, ne monitorizza costantemente gli esiti fin dopo lo svezzamento, e la inserisce in ogni caso in una terapia integrata.

L'approccio olistico utilizza **terapie globali, riflessogene, sistemiche**, quali l'auricoloterapia, la rieducazione posturale, l'osteopatia,

il trattamento fasciale e connettivale. Tecniche di questo tipo sono inserite in **programmi terapeutici integrati**, quali:

- Auricoloterapia e Terapia Manuale (32,33).
- Auricoloterapia e Kinesiterapia (18,34).
- Solette propriocettive e Normalizzazione delle catene muscolari (35).
- Biomeccanica e Bioenergetica (13, 36, 37).

In ogni caso, **la posturologia non può esaurirsi nello studio e nella correzione delle entrate posturali.**

Alcuni squilibri posturali evolvono, dopo la rieducazione, in recuperi impressionanti, il che presuppone una notevole plasticità neuronale.

Il trattamento posturale cerca di consentire simili recuperi giocando sulla plasticità neuronale e sul fatto che **le mappe corticali vanno incontro a modificazioni secondo l'uso che viene fatto delle vie sensitive periferiche** (38).

La terapia posturale non è quindi soltanto l'adozione di un bite o di una soletta propriocettiva, è molto di più.

• **La terapia è una presa di coscienza (il livello corticale)**

La coscienza è la realtà primaria (E. Wigner, premio nobel per la Fisica), è il cuore dell'essere: come possiamo manipolare il sistema posturale dimenticandoci di ciò? Stiamo raddrizzando un trave di ferro che non è più dritto o stiamo interagendo con un essere umano, vivente e cosciente?

A nostro avviso la presa di coscienza corporea rappresenta un punto fondamentale da non sottovalutare mai in un lavoro di riprogrammazione posturale (3).

• **La terapia è un allenamento (il livello sottocorticale)**

I muscoli antigravitari e quelli a forte valenza protettiva, come i suboccipitali che vigilano sull'integrità del circolo vertebro-basilare, sono a comando sottocorticale. Sono di norma muscoli profondi monoar-

ticolari responsabili di micromovimenti perlopiù involontari e automatici; è prevalentemente a questo livello che si hanno le reazioni toniche antigravitarie di origine sottocorticale.

Un'alterazione posturale disfunzionale è in grado di cambiare l'attività del muscolo: in caso di dolore, di squilibrio posturale, di sindrome disfunzionale i muscoli responsabili di questi movimenti automatici vengono inibiti o il loro timing di attivazione viene ritardato.

Nella terapia posturale è pertanto importante prevedere un paziente lavoro di recupero di questi automatismi sottocorticali per ristabilire il corretto equilibrio tra muscoli agonisti, sinergici e antagonisti con preziosi effetti di stabilizzazione a livello articolare (34,39).

• La terapia è un apprendimento

L'attitudine ad apprendere è una delle più singolari caratteristiche della specie umana. L'apprendimento è così profondamente insito nell'uomo da sembrare quasi involontario (40).

Per apprendimento possiamo intendere "il processo con cui si modifica un'attività, reagendo ad una situazione incontrata" (41).

In questa definizione possiamo individuare tre aspetti inerenti l'apprendimento: la **processualità**, la **modificabilità**, la **reattività** (42).

Si ha un apprendimento quando si realizza un processo; tale processo origina in base alla reazione a delle informazioni o a degli stimoli e comporta una modificazione degli atteggiamenti e dei comportamenti.

Il sistema che regola la postura e l'equilibrio può essere inteso come un sistema aperto di comunicazione e di apprendimento. Così come nel corso della vita si modificano e si evolvono le modalità di comunicare con l'ambiente e di apprendere dall'ambiente, così la preferenzialità sen-

soriale e la ridondanza sensoriale possono modificarsi ed evolvere grazie a processi di adattamento e di apprendimento.

In ambito terapeutico i processi di apprendimento possono giocare un ruolo non indifferente. La relazione tra riabilitazione e apprendimento è tale che, in definitiva, la riabilitazione può essere intesa come un "processo di apprendimento in condizioni patologiche" (43).

Il processo terapeutico può aiutare il paziente ad apprendere nuove attitudini e comportamenti e quindi **nuove strutture cognitive**, avvalendosi della **capacità di riorganizzare le informazioni** per individuare i percorsi alternativi più adeguati alla sua condizione patologica e di disagio: "Non ci sono nella mente umana strutture innate che semplicemente vengono ad esistere: tutte le nostre strutture mentali devono essere costruite" (44).

• La terapia è un approccio attivo

Il movimento è vita, la vita è movimento. Il movimento nasce con l'uomo e ne caratterizza tutto il suo percorso fino alla morte. Spesso condizioni patologiche, dolorose, traumatiche comportano una riduzione del movimento, ma al contempo dobbiamo aver chiaro quante volte una riduzione o assenza di movimento favorisca l'instaurarsi di una condizione patologica. Ci riferiamo non solo ai macromovimenti, ma anche ai micromovimenti che avvengono in ogni parte del corpo: cellula, organo, tessuto, circolazione.

La terapia deve mirare al recupero del movimento, ed utilizzare il movimento a scopo terapeutico: il movimento come mezzo e come fine, secondo i principi classici della cultura riabilitativa.

Le tecniche terapeutiche devono mirare sia al recupero dei micromovimenti (terapia manuale, osteopatia), che dei macromovimenti (kinesiterapia).

Un approccio attivo è testimonianza dell'importanza attribuita agli aspetti funzionali e al movimento. Il concetto chiave è che **la percezione del dolore diminuisce quando la funzione fisica migliora** (3).

Un esempio classico è quello del trattamento della lombalgia, ove il nucleo centrale nella gestione del paziente è passato dal riposo a letto alla riabilitazione e al recupero funzionale: un approccio attivo è essenziale per tutti i pazienti, compresi coloro per i quali è indicato l'intervento chirurgico.

Al riguardo è sempre attuale il messaggio di Tissot: "Il movimento è spesso in grado di sostituirsi alle medicine, mentre qualsiasi medicina non potrà mai sostituirsi al movimento".

- **La terapia è ristabilire un flusso di energia**

L'uso del termine energia nella medicina occidentale evoca facilmente atteggiamenti di scetticismo o di ostracismo.

In effetti noi non siamo in grado di definire esattamente cosa sia l'energia; certamente sappiamo che è la capacità che possiede un sistema nel produrre un lavoro, e che il nostro organismo assorbe energia dal sole e dagli alimenti e la mobilita con il movimento e le attività espressive. Un organismo sano è un organismo in cui vi è una buona circolazione di energia.

Una persona affetta da depressione si riconosce per lo svuotamento energetico che caratterizza l'intero organismo: poca energia nella respirazione, nella mobilità, nell'espressività, nella sensorialità.

Quando l'energia si concentra e si stabilizza in alcuni distretti corporei si parla di "blocco di energia" (45,46) o di "ritenzione di energia" (47).

Sia che si voglia osservare il fenomeno da un punto di vista psicoemotivo o da un punto di vista biomeccanico, a livello cor-

poreo un blocco energetico corrisponde ad un anomalo stato di tensione cronica con tendenza alla retrazione dei tessuti ed inevitabili ripercussioni a livello microcircolatorio, con predisposizione alla stasi ematica e linfatica locoregionale.

A livello psicologico un blocco energetico è una manifestazione difensiva dell'io espressa a livello corporeo, ed è evidenziabile mediante un attento esame posturale e psicodiagnostico.

Esso può essere trattato a diversi livelli: con tecniche manuali, quali l'osteopatia fasciale, che mirano ad una riarmonizzazione meccanica e ad una ripresa del funzionamento fisiologico; con terapie psico-corporee, quali l'Analisi Bioenergetica, che implicano un lavoro più profondo di presa di coscienza da parte del soggetto delle tensioni a livello corporeo e dei sottostanti vissuti emotivi che caratterizzano i blocchi energetici (13,14 45,46).

- **La terapia è una riarmonizzazione dei tessuti**

Questo aspetto della terapia è intimamente legato ai precedenti.

Il movimento è l'espressione finale di micro-movimenti che avvengono a livello cellulare, muscolo-fasciale, articolare.

Il processo patologico è innescato o fortemente favorito nel momento in cui questo movimento viene ridotto, alterato, modificato o interrotto.

A questa riduzione di movimento nel corpo corrisponde una modificazione tissutale in particolare a carico di quella sorta di "membrana vivente" che connette e integra il corpo intero: il tessuto connettivale.

Il tessuto connettivale, che ricopre quasi il 70% dei nostri organi e apparati, per la sua modesta estensibilità è sede delle deformazioni più tenaci.

È a questo livello fasciale che prende corpo il concetto di **globalità funzionale**, sequenzialità e consequenzialità, nel senso che anche una modesta alterazione si ripercuote sull'intera struttura.

“L’energia è un’informazione in movimento e null’altro”. Questa affermazione, utilizzata da Tricot (47) per spiegare come nei fenomeni di retrazione tissutali sia presente un difetto di comunicazione e una ritenzione di energia, ci permette di collegarci al paragrafo precedente. La retrazione crea un **fulcro non fisiologico**, un “punto fisso” in rapporto al quale si organizza il sistema fasciale, che perturba la meccanica corporea nel suo insieme. Tale fulcro retraendosi attrae a sé i tessuti con cui è connessa, obbligando l’organismo a creare adattamenti e compensazioni (Figura 8).

Si tratta di **zone rigide e silenziose** in quanto caratterizzate da una propriocettività alterata e da una diminuzione della coscienza. Queste deformazioni, queste alterazioni, queste rigidità per certi aspetti possono essere intese come l’espressione di esperienze passate, traumi, stress, shock, sia di natura fisica che emotiva.

Nel nostro corpo è inscritto il nostro passato: **i tessuti hanno una loro memoria**.

In particolare il tessuto connettivale rappresenta una forma di comunicazione per l’organismo, con una sua memoria psico-emotiva, morfo-funzionale, metabolica, vascolare. La memoria dei tessuti acquista importanza con la storicità e quindi con la cronicità del disturbo. Un’alterazione posturale che si è strutturata in decenni è di norma inscritta nella memoria dei tessuti in modo molto più radicale rispetto ad un disturbo comparso da pochi mesi.

Una riprogrammazione posturale, che conduca ad un riequilibrio del sistema tonico posturale senza contemplare un lavoro sulla memoria dei tessuti, troverà inesorabilmente delle grandi resistenze meccaniche che rallenteranno od ostacoleranno il processo di recupero funzionale.

• **La terapia è un approccio integrato**

La logica transdisciplinare si traduce a livello operativo in un approccio diagnostico e terapeutico integrato. Pensiamo ad uno dei sintomi più comunemente presenti in caso di squilibrio posturale: il dolore.

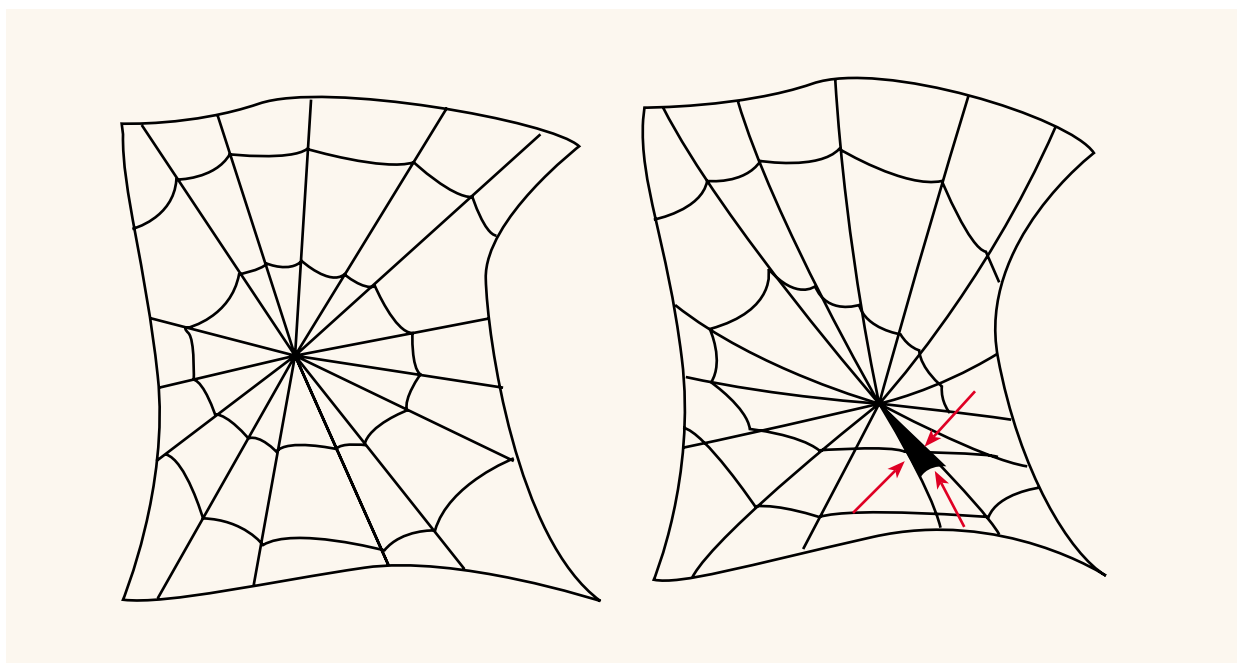


Figura 8. Una zona che trattiene energia retraendosi attrae a sé altri tessuti (Tricot, 2002).

Il dolore non è solo la percezione di un'af-ferenza nocicettiva; il dolore è un'esperien-za olistica, altamente personale, che investe numerosi sistemi, dai tessuti peri-ferici, al sistema nervoso, agli aspetti emotivi e cognitivi, ai processi di appren-dimento.

La tradizionale teoria della specificità, secondo cui l'intensità del dolore è propor-zionale all'intensità del danno organico, appare del tutto inadeguata per capire que-sto fenomeno.

Alla multifattorialità ed alla complessità delle interazioni che contraddistinguono il controllo posturale, l'approccio integrato tenta di dare una risposta con una terapia multifattoriale in un'ottica transdisciplinare; esso rappresenta una **visione olistica sia della sofferenza del paziente che della strategia terapeutica per porvi rimedio** (3).

• **La terapia è responsabilizzare il paziente**

Spesso i pazienti con affezioni croniche vedono il loro problema esclusivamente di natura organica e richiedono in genere una terapia antalgica, farmacologica o fisio-terapica, oppure vedono in un ipotetico inter-vento chirurgico la speranza, spesso tragi-camente delusa, della risoluzione *sic et sem-pliciter* del loro lungo travaglio.

Di fronte a questo atteggiamento di dere-sponsabilità del paziente, che tende a delegare al farmaco, alla fisioterapia o alla chirurgia le sorti del proprio benes-sere, possiamo porre in essere una presa in carico globale della persona ed un pro-cesso di responsabilizzazione individuale. In questo senso, il paziente può essere sollecitato ad abbandonare il proprio atteggiamento di passività e di dipen-denza a favore di un coinvolgimento sem-pre più attivo, responsabile ed autonomo nella dialettica terapeutica.

Possiamo responsabilizzare il paziente mediante un lavoro attivo e cosciente sul

proprio corpo, stimolando la capacità di comprendere il proprio problema e favo-rendo altresì significativi cambiamenti com-portamentali, a cominciare dalle abitudini motorie e posturali quotidiane e dalle rea-zioni al dolore ed allo stress (3).

• **La terapia è una relazione**

Ancora una volta, vogliamo sottolineare il **ruolo primario della relazione terapeutica nel processo di recupero e di guarigione**.

La relazione terapeutica, e quindi il legame privilegiato di fiducia tra paziente e terapeuta, sono alla base del processo di adesione e coinvolgimento del paziente nel processo terapeutico. Senza *patient's compliance* è molto difficile fare una buona terapia.

In quest'ottica, nel processo terapeutico entra prepotentemente in gioco il terapeuta come persona, con le sue qualità umane, e non solo con l'adeguatezza delle tecniche che utilizza, e con le proprie capacità di acco-glienza, accettazione, comprensione e sostegno di colui che soffre.

Al riguardo è sempre attuale l'insegna-mento di Balint (1957): **il medico come medicina**; non è tanto la terapia che gua-risce, ma il terapeuta, non solo con la sua competenza tecnica ma piuttosto con le sue qualità umane e la sua energia pro-fusa a favore del processo terapeutico (48).

Bibliografia

1. Gagey PM, Martinerie J, Pezard L, Benaim C. L'équilibre statique est contrôlé par un système dynamique non-linéaire. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1998;115(3):161-8.
2. Scoppa F. Posturologia: il modello neurofisiolo-gico, il modello biomeccanico, il modello psico-somatico. *Otoneurologia* 2000 2002;9:3-13.
3. Scoppa F. L'approccio integrato nella prevenzione e nella terapia delle lombalgie, in: Scoppa F., Lom-balgie e Apparato Locomotore. Attuali orienta-menti patogenetici e terapeutici. Edi. Ermes, Milano 1998; 3-60.
4. Herman R, Mixon J, Fisher A, Maulucci R, Stujck J. Idiopathic scoliosis and the central nervous

- system: a motor control problem. *Spine* 1985;10:1-14.
5. Cesarani A, Alpini D. Dalla meccanica alla cibernetica, verso un moderno approccio al sistema dell'equilibrio e alle sue disfunzioni, in: A. Cesarani, D. Alpini (eds). *Aspetti medico-legali dei disturbi dell'equilibrio 1*. Bi & Gi Editore, Verona 1992.
 6. Cesarani A, Alpini D. *Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS*. Springer-Verlag Italia, Milano 2000.
 7. A.I.N.E. (Accademia Italiana di Neurologia ed Equilibriometria). Editoriale, *Un approccio moderno al sistema dell'equilibrio*, 82, GIR Industrie Grafiche Srl, Milano 1994.
 8. Guidetti G. *Diagnosi e terapia dei disturbi dell'equilibrio*. Marrapese Editore, Roma 1997.
 9. Bernstein NA. *Fisiologia del movimento*. Società Stampa Sportiva, Roma 1989.
 10. Pisani G. *Trattato di chirurgia del piede*. Edizioni Minerva Medica, Torino 1990.
 11. Scoppa F. Un approccio globale allo studio della postura. *Il Fisioterapista* 2000;4:61-6.
 12. Gagey PM, Weber B. *Posturologia. Regolazione e perturbazioni della stazione eretta*. Marrapese Editore, Roma 2000.
 13. Scoppa F. *Biomeccanica & Bioenergetica: un approccio terapeutico integrato alle sindromi muscolo-tensive cervicali*, in: Scoppa F. *Il rachide cervicale. Aspetti chinesiologici, biomeccanici, neurofisiologici, psicosomatici, posturali, riabilitativi*. Marrapese Editore, Roma 1999; 343-90.
 14. Scoppa F. *Posturologia e approccio terapeutico integrato: biomeccanica & bioenergetica*. Atti del 1° congresso nazionale di Posturologia. Scuderi Editrice, Sorrento 1999; 283-94.
 15. Scoppa F. *Terapia manuale e terapia bioenergetica: un approccio integrato psico-corporeo*. *Attualità in Terapia Manuale e Riabilitazione* 2000;1:13-9.
 16. Cailliet R. *Il dolore lombo-sacrale*. Edi Lombardo, Roma 1991.
 17. Montecucco NF. *Cyber. La visione olistica*. Edizioni Mediterranee, Roma 2000.
 18. Scoppa F. *Lineamenti di Auricoloterapia*, 2003 (in print).
 19. Sasaki O, Usami J, Gagey PM, Martinerie J, Le Van Quyen M, Arranz P. Role of visual input in nonlinear postural control. *Experimental Brain Research* 2002;147:1-7.
 20. Basar E. *Chaos in Brain Function*. Springer-Verlag, Berlino 1990.
 21. Scoppa F. *Posturologia e schema corporeo*. *Attualità in Terapia Manuale e Riabilitazione* 2001;4:5-16.
 22. Bois E. Les trois niveaux de signification du chaos dynamique. *Revue des Questions Scientifiques* 2001;172(2):105-16.
 23. Lorenz E. Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of Atmospheric Sciences* 1963;20:130-41.
 24. Lorenz E. Predictability: Does the Flap of a Butterfly Wings in Brazil Set of a Tornado in Texas? *Proceedings American Association for the Advancement of Science in Washington*, 1979.
 25. Baron JB. *Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement locomoteur des vertébrés*. Thèse de Sciences, Paris 1955.
 26. Gleick J. *Chaos. La nascita di una nuova scienza*. Rizzoli, Milano 1987.
 27. Poincaré JH. *Science et méthode*. Flammarion, Paris 1908.
 28. Random M. *Le pensée transdisciplinaire et le réel*. Edition Dervy, Paris 1997.
 29. Camus M. *Au-delà des deux cultures: la voie transdisciplinaire*. Conférence au Colloque L'art dans la science et la science dans l'art: au-delà des deux cultures. Festival International de Théâtre de Sao Paulo, 1995.
 30. Stohler CS, Zarb GA. On the management of temporomandibular disorders: A plea for a low-tech, high-prudence therapeutic approach. *J Orofac Pain* 1999;13:255-61.
 31. Greene CS. The Etiology of Temporomandibular Disorders: Implications for Treatment. *J Orofac Pain* 2001;15:93-105.
 32. Bourdiol RJ. *Eléments d'Auriculothérapie*. Maisonneuve, Moulins les Metz 1980.
 33. Bourdiol RJ. *Réflexothérapie somatique*. Maisonneuve, Moulins les Metz 1983.
 34. Bourdiol RJ, Bortolin G. *CefaleEmicranie*. Gemmer Italia, Treviso 2000.
 35. Busquet L. *La catene muscolari*. Marrapese Editore, Roma 1996.
 36. Scoppa F. *Tra biomeccanica e bioenergetica: un approccio terapeutico integrato nel trattamento del dolore vertebrale*. *Between Biomechanics and Bioenergetics: a holistic therapeutic approach for back pain*. *Résonances Européennes du Rachis* 1996;10:9-16.
 37. Sibilla P, Negrini S. *Il trattamento della lombalgia*. Stato dell'arte. Edi. Ermes, Milano 1996; 224-3.
 38. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principi di Neuroscienze*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1994.
 39. Barindelli G. *Clinica di C1. Aspetti sensoriali e posturali. Ipotesi di trattamento secondo il concetto neuro-anatomico Bourdiol*. *Attualità in Terapia Manuale e Riabilitazione*, 4, 23-30, 2000.
 40. Bruner JS. *Verso una teoria dell'istruzione*. Armando, Roma 1967.

41. Hilgard ER, Bower GH. Le teorie dell'apprendimento. Angeli, Milano 1970.
42. Pointhiere Y, Moro F. Osteopatia, Postura, Evoluzione. Attualità in Terapia Manuale e Riabilitazione 2001;1:5-11.
43. Perfetti C. Movimento azione recupero. Liviana, Padova 1986.
44. Piaget J. Cos'è la psicologia. Newton & Compton Editori, Roma 2000.
45. Lowen A. Physical dynamics of character structure (the language of the body). Grune & Stratton, New York 1958. Tr. it. Il linguaggio del corpo. Feltrinelli, Milano 1978.
46. Lowen A. Bioenergetics. Coward, McCann & Geoghegan Inc., New York 1975. Tr. it. Bioenergetica. Feltrinelli, Milano 1983.
47. Tricot P. Osteopatia fasciale. Approccio e tecniche tissutali per un'osteopatia della coscienza. Marrapese Editore, Roma 2002.
48. Balint M. The doctor, his patient and the illness. Pitman, London 1957.

