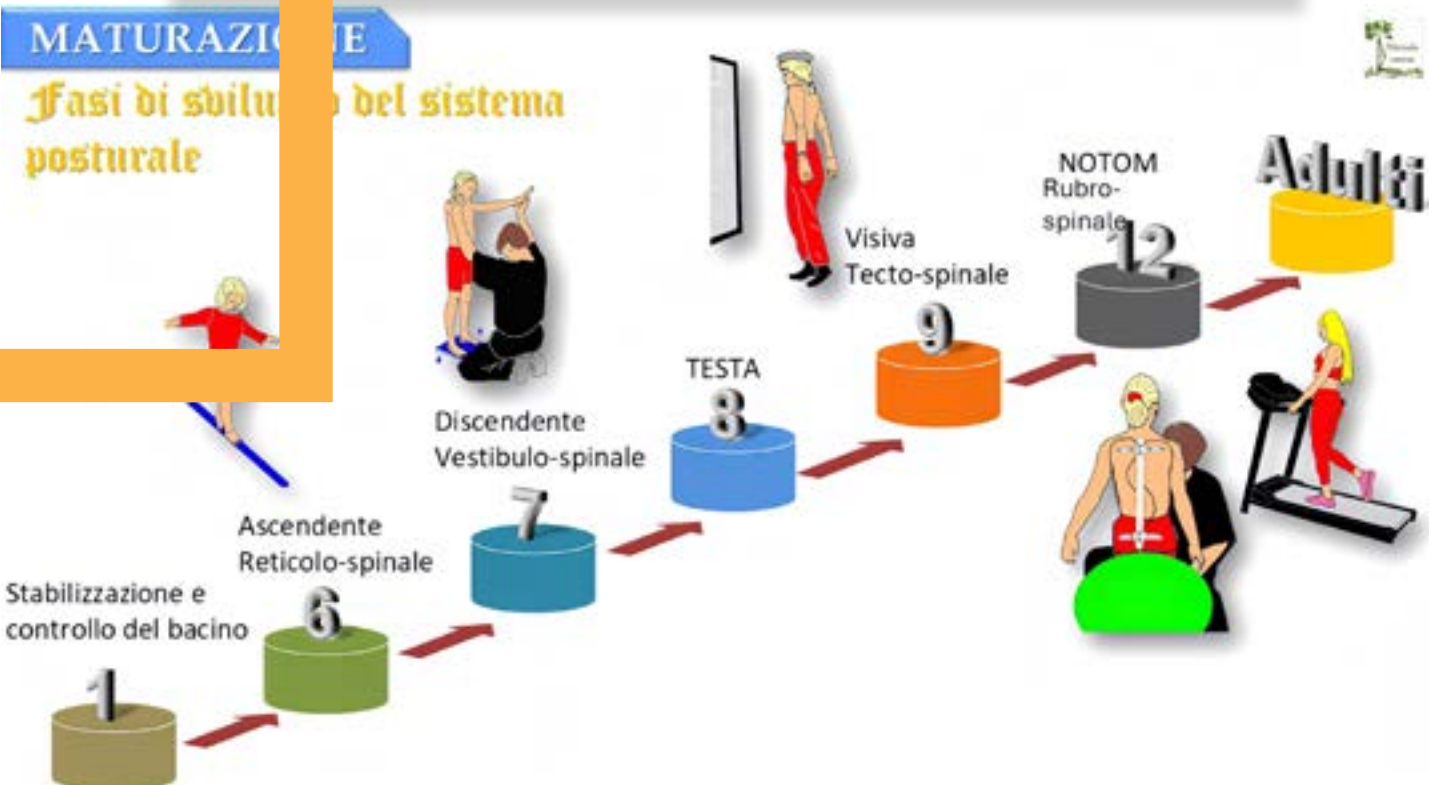


Sistema Extra- piramidale e Scoliosi

JEAN CLAUDE DE MAUROY, FABIO GAGLIANO, PIERA LUSENTI

MATURAZIONE

Fasi di sviluppo del sistema
posturale



Workshop CECV Italia

Il sistema neuromotorio extrapiramidale è alla base della fisioterapia e dell'attività sportiva. Poco conosciuto e considerato complesso, questo libro, destinato ai professionisti sanitari specializzati nella scoliosi, ha lo scopo di facilitarne la comprensione.

Benvenuti

Nell'ambito del Master dedicato al metodo lionese per il trattamento delle deviazioni vertebrali, è in programma a fine settembre un workshop online dal **22 al 25 settembre** 2026. Questo libro è un esempio delle conoscenze esclusive che vi verranno trasmesse durante questo master. Segnatevi fin da ora le date e riservatevi un po' di tempo alle **20:00** per seguire in diretta la presentazione di circa 45 minuti, seguita da una discussione. La prima sessione di martedì 22 settembre è gratuita.

- ▶ Martedì 22: Anatomia e funzioni principali
- ▶ Mercoledì 23: Maturazione durante la fase di crescita e involuzione in età adulta
- ▶ Giovedì 24: Sistema extrapiramidale e scoliosi
- ▶ Venerdì 25: Applicazioni fisioterapiche e sportive

Prolegomeni

RIEDUCAZIONE POSTURALE IN ITALIA E METODO LIONESE

La differenza principale risiede nei meccanismi neurofisiologici su cui si concentrano: la riabilitazione posturale classica si basa su un controllo consapevole, volontario e meccanico (sistema piramidale), mentre il metodo lionese con stimolazione del sistema extrapiramidale agisce sui riflessi automatici e inconsci di equilibrio e verticalizzazione (come il sistema visivo, vestibolare, propriocettivo e le vie extrapiramidali).

1. LA RIEDUCAZIONE POSTURALE: IL CONTROLLO CONSAPEVOLE E MECCANICO

La rieducazione posturale (come la Rieducazione Posturale Globale - RPG o il metodo Mezières) considera la scoliosi come un disallineamento muscolo-scheletrico tridimensionale che deve essere corretto attivamente.

Meccanismo d'azione: Il fisioterapista si avvale del sistema piramidale del paziente. Il cervello invia il comando volontario di correggere la postura.

Principi chiave:

- L'auto-allungamento attivo per riallineare l'asse testa-tronco-bacino.
- Il rafforzamento asimmetrico dei muscoli spinali profondi.
- La consapevolezza corporea tramite feedback visivo (specchi) per sbloccare la percezione distorta della scoliosi (in cui il paziente si sente dritto mentre in realtà è sbilanciato).

2. LA STIMOLAZIONE EXTRAPIRAMIDALE: IL RIFLESSO AUTOMATICO DI EQUILIBRIO

Questo approccio deriva dalla constatazione che la scoliosi idiopatica dell'adolescente è spesso legata a un ritardo nella maturazione del sistema posturale (NOTOM). Il corpo integra la deformazione come propria "norma" interna inconscia.

Meccanismo d'azione: Esso bypassa il controllo volontario stimolando il sistema extrapiramidale (le vie cortico-striate e vestibulo-spinali). Questo sistema gestisce la statica, il tono di fondo e il riflesso di raddrizzamento senza che noi dobbiamo pensarci.

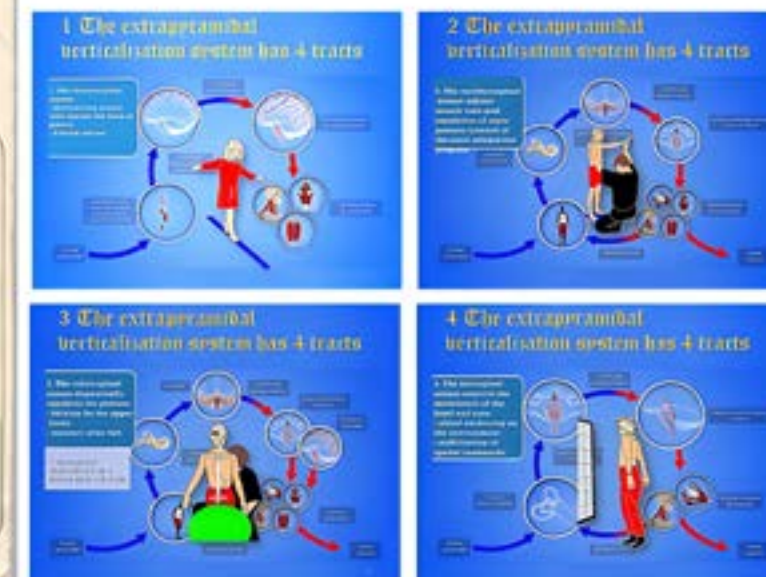
Principi chiave:

Utilizzo della destabilizzazione dinamica (es.: l'«altalena ortopedica» o le piattaforme oscillanti). Creando uno squilibrio controllato (principio del doppio pendolo invertito), il cervello è costretto ad attivare contrazioni riflesse correttive immediate per evitare di cadere. Ciò consente di coinvolgere i muscoli rotatori profondi della colonna vertebrale in modo molto più efficace rispetto a un movimento volontario.

Caratteristica	Rieducazione Posturale Globale (RPG, Mezières)	Stimolazione del sistema extrapiramidale (Metodo Lionese)
Via neurologica	Sistema piramidale (motricità volontaria e cosciente)	Sistema extrapiramidale (motricità automatica e involontaria)
Obiettivo principale	Allungamento delle catene muscolari, rafforzamento e auto-allungamento	Riprogrammazione neurosensoriale e correzione dei ritardi nella maturazione posturale
Tipo di sforzo	Attivo e volontario: il paziente segue istruzioni precise	Riflesso e automatico: provocato da squilibri indotti
Strumenti ed esercizi	Posture mantenute, esercizi di respirazione, specchi	Piattaforme basculanti, doppio pendolo invertito, palloni di instabilità
Indicazione privilegiata	Qualsiasi tipo di scoliosi, gestione del dolore e delle rigidità muscolari	Scoliosi evolutive lievi o «caotiche» (spesso < 25° di Cobb)

In sintesi

Se la rieducazione posturale insegna al paziente come "ingannare" consapevolmente la propria deformità per allungare i tessuti e riposizionarsi, la stimolazione extrapiramidale mira a riprogrammare il "computer centrale" (il cervello) affinché raddrizzi la colonna in modo automatico e riflessivo nella vita quotidiana. I due approcci vengono spesso combinati (in particolare nel metodo lionese moderno) per massimizzare le possibilità di stabilizzazione della curvatura.



9. Grand Porter



10. Proprioceptive exercises



11. Balance exercises



12. Core stabilization

Contents

Workshop CECV Italia

▶ Prolegomeni.....	4
--------------------	---

Anatomia e Funzioni Principali

▶ Storia del sistema extrapiramidale	10
▶ Afferenze somatiche	12
▶ I centri cerebrali	14
▶ Efferenze: i 4 tratti del sistema extrapiramidale	16
▶ Le fibre muscolari di tipo 1.....	18
▶ La funzione posturale	20
▶ La funzione di feedback	22
▶ La funzione di marcia.....	24
▶ La funzione degli programmi motori acquisiti.....	26

Maturazione e involuzione del sistema extra-piramidale

▶ Cronologia della maturazione.....	30
▶ Approccio maturazionale	32
▶ Involuzione naturale: invecchiamento	34

Scoliosi e Sistema extra-piramidale

▶ Scoliosi sperimentale e sistema extrapiramidale.....	38
▶ Origine della Scoliosi Idiopatica	40
▶ Epigenetica e Scoliosi Idiopatica.....	42

Fisioterapia e Sport

▶ Storia della fisioterapia e dello Sport.....	46
▶ Esercizi in base allo stadio di Maturazione.....	48
▶ Esercizi neurosensitivi specifici extrapiramidali.....	50
▶ Esercizi neuromotori specifici extrapiramidali	52
▶ Attività sportiva durante la fase di crescita.....	54
▶ Effetti dell'attività fisica sul sistema extrapiramidale	56

Anatomia e Funzioni Principali

IL SISTEMA EXTRAPIRAMIDALE È UN COMPLESSO INSIEME DI STRUTTURE NERVOSE E VIE POLISINAPTICHE CHE CONTROLLANO LA MOTRICITÀ INVOLONTARIA, IL TONO MUSCOLARE E LA POSTURA.

Anatomia del sistema extrapiramidale

Questo sistema non è un'entità unica, ma una rete funzionale che collega la corteccia, i centri subcorticali e il tronco encefalico.

Le vie afferenti sensoriali (Periferia → Centri motori)

Queste vie risalgono dal midollo spinale per fornire le informazioni relative alla posizione (propriocezione) e all'equilibrio necessarie alla regolazione motoria:

I nuclei grigi centrali (o gangli della base): Situati in profondità nel cervello, comprendono il corpo striato (nucleo caudato e putamen), il globo pallido, la sostanza nera (locus niger) e il nucleo subtalamico.

I centri del tronco encefalico: il nucleo rosso, la sostanza reticolata e i nuclei vestibolari. Il cervelletto: Interagisce strettamente per garantire la coordinazione.

Le vie discendenti (tratti): Fasci polysynaptici relativamente lenti (rubrospinale, reticolospinale, vestibolospinale, tectospinale) che trasmettono i comandi al midollo spinale.

Funzioni principali

A differenza del sistema piramidale (che gestisce il movimento volontario diretto), il sistema extrapiramidale gestisce l'automatizzazione e la regolazione:

Controllo della postura e dell'equilibrio:

Contrasta la forza di gravità e regola il tono dei muscoli assiali del tronco.

Movimenti automatici e associati: Rende più fluidi e automatizza i gesti ripetuti o concomitanti, come l'oscillazione delle braccia durante la deambulazione o le espressioni facciali.

Selezione e modulazione dei programmi motori:

Aiuta ad avviare o inibire i movimenti grazie a neurotrasmettitori chiave come la dopamina.

Storia del sistema extrapiramidale

La storia del sistema extrapiramidale ripercorre l'evoluzione della neurologia moderna, passando da una semplice classificazione anatomica di default a una comprensione approfondita dei circuiti motori subcorticali. Concepito originariamente per indicare tutte le vie motorie indipendenti dalla via piramidale (corticospinale), questo concetto ha profondamente influenzato la psichiatria, la fisiologia del movimento e il trattamento delle deviazioni vertebrali.

LA STORIA DELLA POSTURA RISALE AL XVI SECOLO.

- Galeno, 1549: il primo a introdurre il concetto di tono muscolare nella sua opera "De motu musculorum"

XIX SECOLO: IL PICCIONE SCOLIOTICO DI FLOURENS

- Flourens, 1824: Canali semicircolari: il "piccione scoliotico"

Il piccione è un bipede. Una distruzione unilaterale del labirinto provoca una scoliosi. Ben prima degli esperimenti di Sherrington sul sistema piramidale, era stato messo in evidenza il sistema extrapiramidale.



Il piccione con scoliosi dopo la distruzione dei canali semicircolari.

Qualche anno dopo, nel suo Istituto Ortopedico lionese, Charles Gabriel Pravaz ricorre a esercizi di stimolazione del sistema extrapiramidale in combinazione con l'apertura della concavità scoliotica.



L'altalena ortopedica, che costituisce la base dell'esercizio n. 11.

LA GENESI DEL TERMINE (FINE DEL XIX SECOLO)

Come concetto, il sistema extrapiramidale (EPS) fu concepito per la prima volta in modo indiretto da Johann Prus (di Leopoli, Ucraina) nel 1898. Nel corso di esperimenti sui cani, recide la via piramidale. Constata che le stimolazioni corticali provocano sempre movimenti epilettici. Prus ipotizza l'esistenza di una via motoria alternativa che aggira le piramidi bulbarie.

LA RIVOLUZIONE DI KINNIE WILSON (1912)

La nascita clinica del sistema extrapiramidale moderno è attribuita al neurologo britannico Samuel Alexander Kinnier Wilson nel 1912. Nella sua tesi sulla «degenerazione lenticolare progressiva» (diventata la malattia di Wilson), descrive gravi lesioni dei nuclei grigi centrali senza compromissione della via piramidale.

Wilson introduce ufficialmente i termini sistema extrapiramidale e sindrome extrapiramidale. Dimostra che queste strutture profonde regolano il tono muscolare, la postura e la fluidità dei movimenti volontari.

L'INTEGRAZIONE DEL MORBO DI PARKINSON (ANNI 1920)

Nel 1817, James Parkinson descrive la «paralisi agitante» senza conoscerne l'origine anatomica. Negli anni 1920, i clinici stabiliscono un nesso tra i sintomi parkinsoniani e il modello di Wilson. La triade classica (acinesia, rigidità plastica, tremore a riposo) diventa il prototipo della sindrome extrapiramidale.

LA SVOLTA NEUROCHIMICA E TERAPEUTICA (1950 - 1960)

1952: Introduzione della clorpromazina (il primo neurolettico) in psichiatria. I medici osservano rapidamente la comparsa di effetti collaterali che imitano il morbo di Parkinson. Il termine «effetti extrapiramidali» si afferma così definitivamente nel gergo psichiatrico. 1957 - 1960:

Il farmacologo svedese Arvid Carlsson dimostra il ruolo della dopamina come principale neurotrasmettitore dello striato.

Questa scoperta dimostra che la sindrome extrapiramidale deriva da un deficit dopaminergico, aprendo la strada al trattamento con L-Dopa.

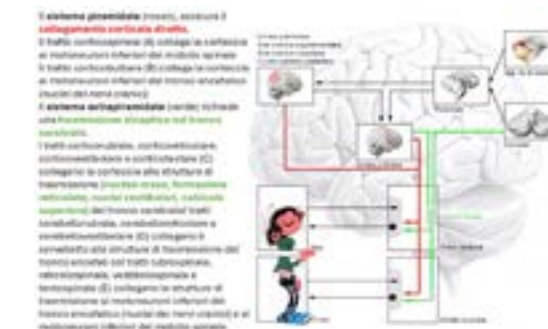
UN CONCETTO ANATOMICO E FISIOLOGICO SEMPRE PIU' CHIARO

“Il concetto di sistema extrapiramidale è un concetto anatomico valido e solido, purché si riferisca rigorosamente all'insieme delle fibre discendenti che hanno origine in alcuni nuclei motori tegmentali distinti del tronco encefalico e che si proiettano verso il midollo spinale.” (Ricardo de Oliveira-Souza 2012, Brasile)

Oggi, i neuroscienziati preferiscono parlare di circuiti cortico-subcorticali o di sistema dei nuclei grigi centrali (gangli della base). Per comprendere l'idea di due sistemi motori anatomicamente paralleli e indipendenti (piramidale vs extrapiramidale) che si influenzano a vicenda in ogni momento, occorre immaginare un computer. La scheda madre rappresenta il sistema extrapiramidale e il microprocessore il sistema piramidale.

Il sistema piramidale (rosso), assicura il collegamento corticale diretto.

Il sistema extrapiramidale (verde) richiede una trasmissione sinaptica nel tronco cerebrale.



Il sistema extrapiramidale richiede una trasmissione sinaptica nel tronco cerebrale.

Il sistema extrapiramidale affonda le sue origini nel romboencefalo, noto anche come cervello posteriore, che è una caratteristica dei vertebrati primitivi.

Sebbene il sistema extrapiramidale sia ben definito dal punto di vista anatomico e funzionale, la sintomatologia clinica al di fuori del morbo di Parkinson è meno precisa.

Il termine rimane molto utilizzato nella pratica clinica corrente per classificare i disturbi del movimento o l'origine della scoliosi. Le deviazioni vertebrali negli adulti sono spesso associate al morbo di Parkinson.

HORAK & MACPHERSON 1995: CONTROLLO DELL'EQUILIBRIO

Nel 1994 Massion ha assimilato il controllo del sistema posturale a una somma di riflessi posturali. Le modulazioni sensomotorie o i riflessi dipendono dal contesto ambientale, con un'oscillazione permanente tra anticipazione (feedforward) e retroazione (feedback). Le reazioni posturali automatiche si realizzano in accordo con la rappresentazione interna dello schema corporeo. Gli elementi dello schema corporeo esistono già a livello del midollo spinale e contribuiscono all'elaborazione dei dati sensoriali e alle risposte posturali. Il controllo posturale è il risultato di molteplici interazioni che integrano i sistemi muscolo-scheletrico e nervoso, le esigenze del compito da svolgere e le variazioni dell'ambiente. Il risultato della molteplicità di queste interazioni si traduce in abilità motoria. L'obiettivo del Metodo lionese è migliorare queste abilità motorie agendo sull'intero sistema.

WINTER 2003: PENDOLO ROVESCIATO E STABILITÀ POSTURALE

Una persona affetta da scoliosi presenta una deformazione tridimensionale della colonna vertebrale che comprende una curvatura laterale e una rotazione delle vertebre. Questa condizione altera la dinamica del pendolo teorico in diversi modi:

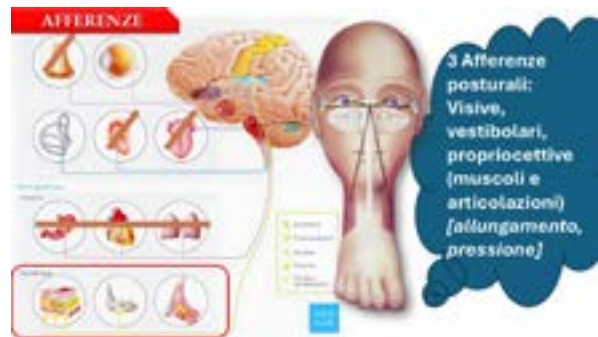
- Spostamento del centro di massa: La curvatura sposta il centro di gravità al di fuori dell'allineamento verticale teorico. Il pendolo non è più perfettamente simmetrico.
- Strategia compensatoria dell'anca: Mentre un soggetto sano privilegia l'oscillazione esclusiva della caviglia (modello rigido di Winter), la rigidità o l'asimmetria assiale costringono il corpo a rompere tale rigidità. Esso ricorre quindi ad altre articolazioni (ginocchia, anche) per riposizionare la testa, con l'obiettivo di risparmiare energia.
- Aumento del dispendio energetico: Per correggere l'asimmetria gravitazionale del pendolo inclinato, il tono posturale deve intensificarsi in modo asimmetrico. Questa compensazione muscolare continua genera affaticamento e dolori dorsali o lombari.
- Asimmetria degli appoggi: Le forze di reazione al suolo rilevate dai sensori plantari diventano disomogenee, perturbando il ciclo di retroazione neurologica necessario per mantenere il pendolo in posizione verticale.

In sintesi, la scoliosi trasforma un modello di pendolo rovesciato semplice ed economico (gestito dalle caviglie) in un sistema multisegmentale complesso, costringendo il corpo a reclutare continuamente catene muscolari secondarie per non perdere l'equilibrio.

Afferenze somatiche

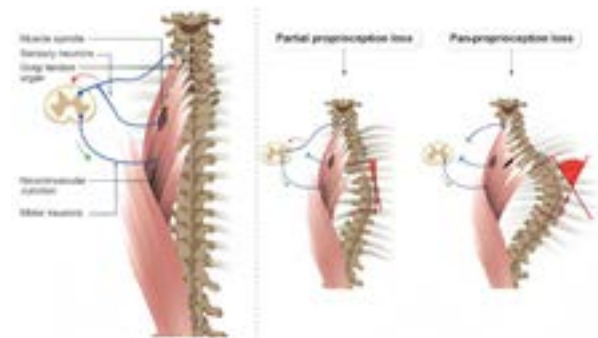
Il sistema comprende 3 afferenze principali:

- Proprioceptive, (muscoli, tendini e articolazioni). Sono sensibili all'allungamento, alla velocità e alla pressione.
- Vestibolari, (labirinti, canali semicircolari)
- Visive,



Le afferenze del sistema extrapiramidale.

A livello **muscolare**, esistono due tipi di recettori. Entrambi sono sensibili all'allungamento. Le fibre a catena sono statostatiche e sensibili alla lunghezza del muscolo alla fine del movimento. Al contrario, le fibre cinestetiche sono sensibili al movimento.



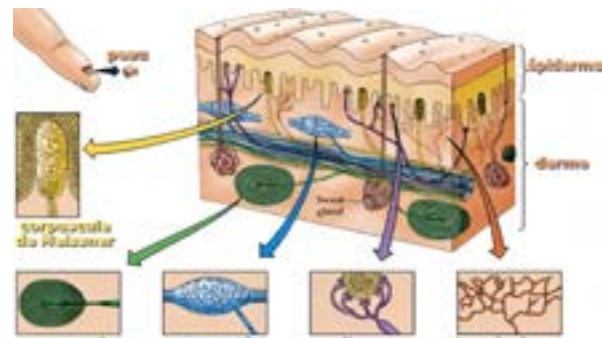
The Muscular Proprioceptive System Acts to Maintain Proper Spinal Alignment

A livello dei **tendini**, i sensori di Golgi costituiscono la base del riflesso miotatico inverso. I sensori di Golgi sono sensibili alla forza esercitata dal muscolo e la loro frequenza è proporzionale a tale forza.

A livello delle articolazioni e dei legamenti, esistono

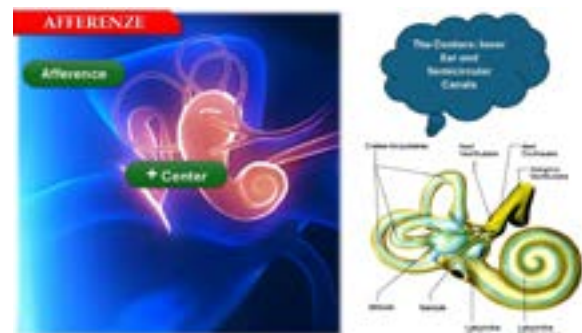
inoltre due tipi di sensori: statestetici e cinestetici. I sensori statestetici di Ruffini sono sensibili alla posizione dell'articolazione e forniscono informazioni sull'ampiezza di movimento. I sensori cinestetici di Pacini sono sensibili al movimento della capsula articolare e dei legamenti, in particolare durante l'ampiezza massima. Si tratta di sensori dinamici o fasici che forniscono informazioni sulla velocità del movimento.

A livello **cutaneo**, i corpuscoli di Meissner sono sensibili alla pressione leggera e costituiscono la base delle tecniche di massaggio.



La pelle è molto ricca di recettori propriocettivi.

Il sistema vestibolare è l'organo responsabile dell'equilibrio e dell'orientamento spaziale, situato in profondità nell'orecchio interno. Esso comprende due tipi di strutture complementari piene di liquido (l'endolinfa): i tre canali semicircolari e i due organi otolitici (l'utrículo e il sacculo).



Sistema vestibolare con recettori dell'orecchio interno e nuclei vestibolari

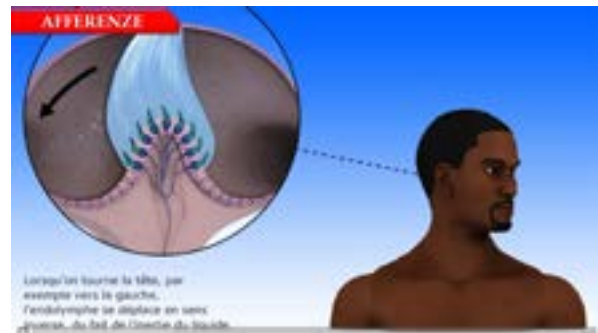
I nuclei **vestibolari** sono i centri di integrazione situati nel tronco encefalico (a livello del bulbo rachidiale e del ponte) che ricevono ed elaborano i segnali relativi all'equilibrio provenienti dall'orecchio interno.

Le informazioni **visive** vengono trasmesse al tectum mesencefalico. Dal tectum, l'informazione percorre il fascio tectospinale (una delle vie extrapiramidali o ventro-mediane del tronco encefalico) che scende verso il midollo spinale cervicale.

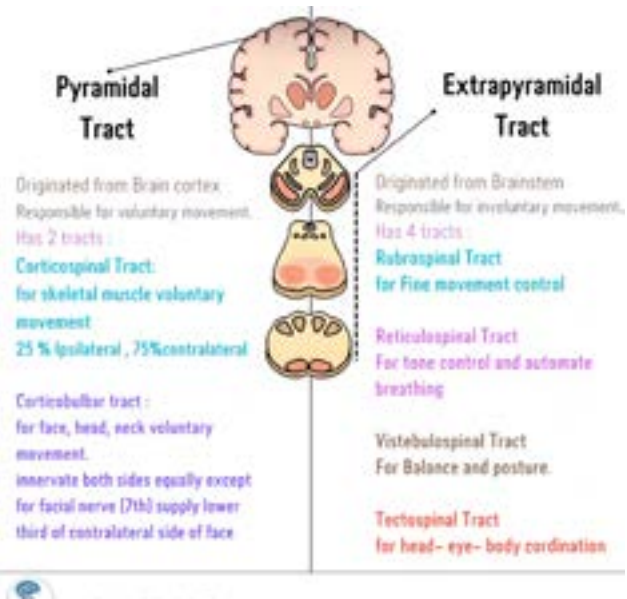
Esiste inoltre una visione direzionale mediata dal coordinamento oculovestibulare: questo circuito consente di innescare movimenti riflessi automatici per orientare rapidamente gli occhi e la testa (rotazione del collo) verso uno stimolo visivo inaspettato, garantendo la stabilità e l'orientamento dello

sguardo.

Il sistema visivo coordina i movimenti involontari degli occhi, della testa e del corpo in risposta a uno stimolo visivo. Costituisce una sorta di sistema di assistenza alla guida che adatta la postura e i movimenti del corpo agli stimoli dell'ambiente.



Coordinamento oculovestibulare



Meccanorecettore	Localizzazione principale	Tipo di adattamento	Dimensione del campo recettivo	Stimolo principale (Funzione)
Corpuscolo di Meissner	Derma superficiale (pelle glabra/senza peli)	Rapido (Fasica)	Stretto (Piccolo)	Sfregamento, tatto fine, vibrazioni lente (10-50 Hz)
Disco di Merkel	Epidermide basale (pelle glabra e pelosa)	Lenta (Tonica)	Stretto (Piccolo)	pressione continua, consistenza, riconoscimento delle forme
Corpuscolo di Pacini	Derma profondo/Ipodermide	Molto rapida (Fasica)	Ampio	Vibrazioni rapide (60-400 Hz), pressione profonda
Corpuscolo di Ruffini	Derma profondo, capsule articolari	Lenta (Tonica)	Ampia	Allungamento cutaneo, torsione, posizione delle articolazioni
Organo tendineo di Golgi	Giunzioni muscolo-tendinee	Lenta (Tonica)	Specifica per il tendine	Tensione muscolare (forza esercitata per evitare lo strappo)

I centri cerebrali

I centri del sistema extrapiramidale comprendono un insieme di strutture subcorticali e corticali che regolano la motricità involontaria, il tono muscolare e la postura.

La sostanza **reticolata** pontina attiva i riflessi anti-gravitazionali e mantiene la posizione eretta. I riflessi gravitazionali rendono il movimento più fluido.

I nuclei **vestibolari** del tronco encefalico fungono da centri principali del sistema extrapiramidale, controllando l'equilibrio e la postura. Ricevono i segnali dall'orecchio interno, nonché informazioni visive e propriocettive. Partecipano al riflesso vestibolo-spinale per regolare il tono muscolare degli arti e del tronco al fine di mantenere l'equilibrio statico e dinamico.

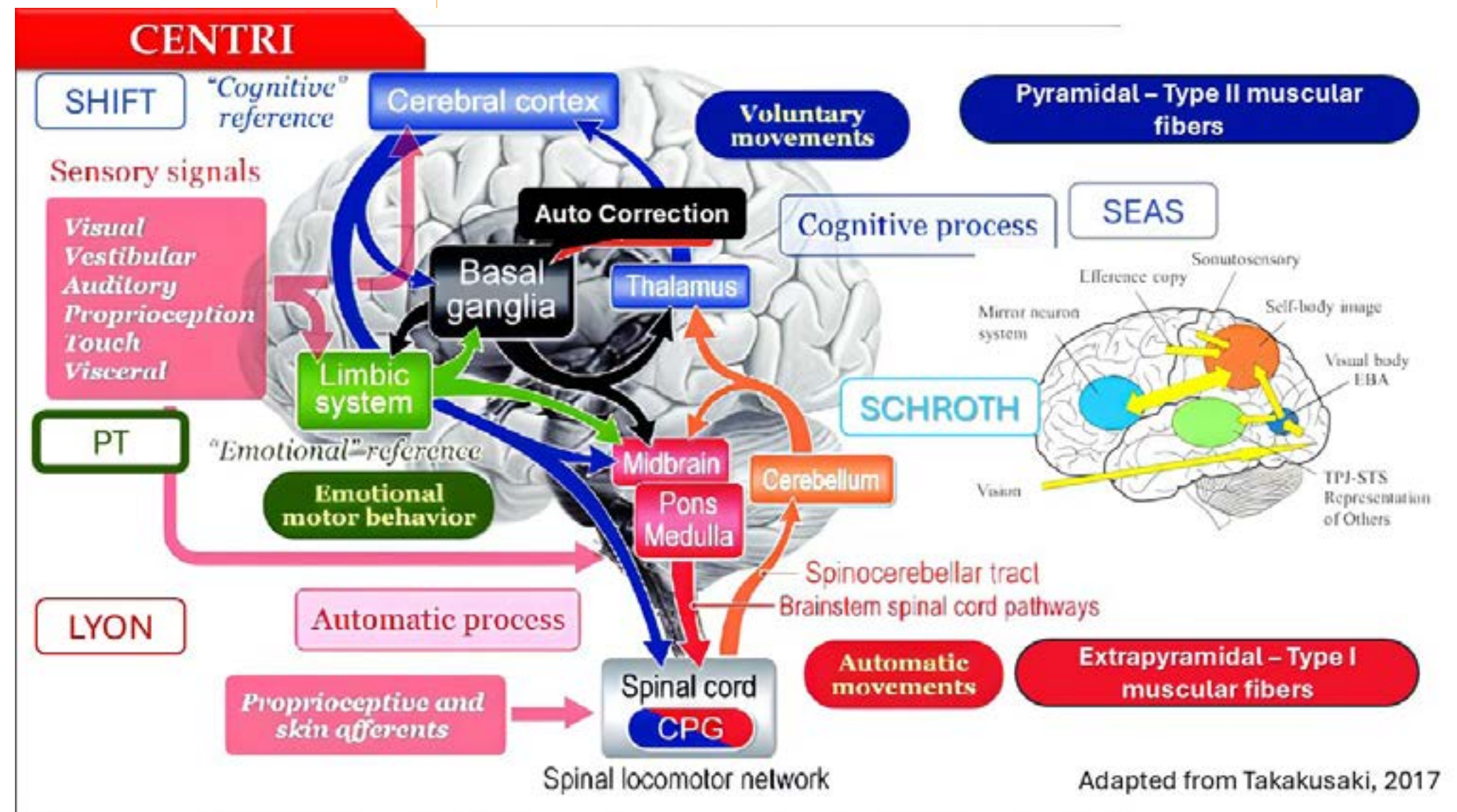
Il **tectum** collicolare controlla i movimenti riflessi della testa e del collo.

Il nucleo **rosso** interviene nella motricità e nella coordinazione dei grandi muscoli distali degli arti superiori e inferiori. È collegato al sistema cerebellare.

Il **cervelletto** funge da coordinatore e regolatore principale all'interno del sistema extrapiramidale, regolando in tempo reale la postura, l'equilibrio e la fluidità dei movimenti involontari o automatici.

- Confronta l'intenzione di movimento del cervello con l'azione effettiva grazie alle informazioni propriocettive. Invia correzioni istantanee alle vie extrapiramidali per eliminare i movimenti parassiti.
- Mantiene la stabilità assiale e il tono muscolare di sostegno in collaborazione con il fascio reticolospinale e rubrospinale.
- Sincronizza le contrazioni muscolari involontarie che accompagnano e inquadrano il movimento volontario, garantendone la precisione e la fluidità.

Il **sistema limbico**, che gestisce le emozioni, e il sistema extrapiramidale interagiscono strettamente per trasformare le emozioni e le motivazioni in espressioni motorie e posture adeguate.



La motricità piramidale volontaria, la motricità extrapiramidale automatica e l'ambiente interagiscono costantemente per consentire l'adattamento, l'apprendimento e l'esecuzione di ogni movimento del corpo.

Efferenze: i 4 tratti del sistema extrapiramidale

I 4 principali tratti discendenti, o fasci, del sistema extrapiramidale che attraversano il midollo spinale per modulare la motricità involontaria e la postura sono il fascio reticolospinale, il fascio vestibolospinale, il fascio tectospinale e il fascio rubrospinale.

1. Il fascio reticolospinale

Origine: sostanza reticolata del tronco encefalico (ponte e bulbo).

Funzione: regola la postura, l'equilibrio e i movimenti automatici del corpo in risposta alle informazioni sensoriali.

Gestisce inoltre il tono posturale e l'orologio biologico attraverso la secrezione di melatonina.

2. Il fascio vestibolo-spinale

Origine: nuclei vestibolari situati nel tronco cerebrale.

Funzione: gestisce l'equilibrio, la posizione eretta e i riflessi gravitazionali attivando i muscoli estensori.

3. Il fascio tectospinale

Origine: tectum (tetto del mesencefalo, più precisamente il collicolo superiore).

Funzione: innesca i movimenti riflessi della testa, del collo e degli occhi in risposta a stimoli visivi o uditivi inaspettati.

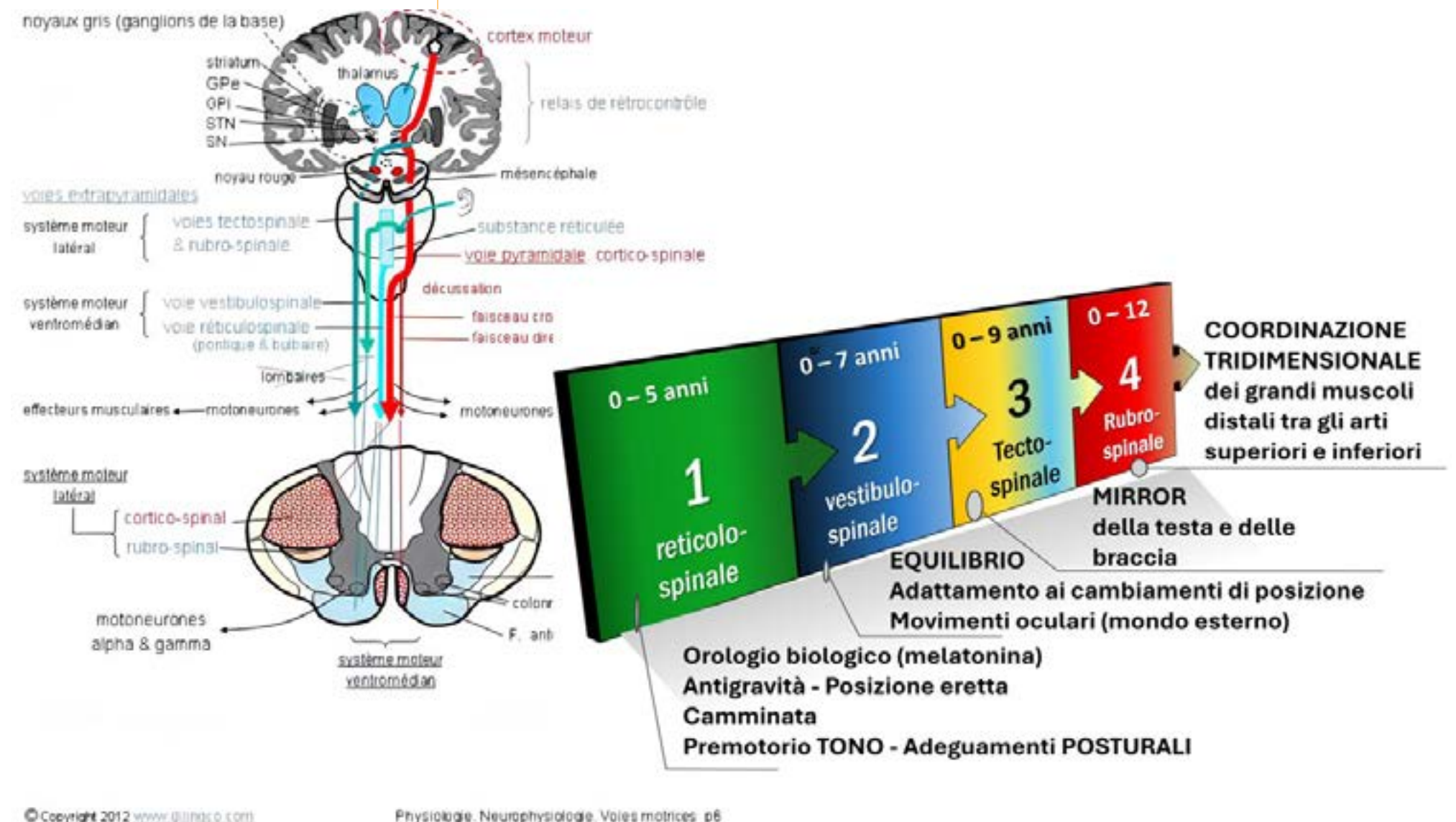
Sia il fascio tectospinale che i neuroni specchio partecipano alla coordinazione dei movimenti e alla risposta agli stimoli visivi o spaziali, ma appartengono a livelli e meccanismi funzionali diversi del sistema nervoso. I neuroni specchio sono neuroni che si attivano quando un individuo compie un'azione, ma anche quando osserva un'altra persona compiere la stessa azione. Si trovano principalmente nella corteccia motoria e premotoria, nonché nel lobo parietale. Intervengono nella comprensione delle azioni altrui, nell'apprendimento per imitazione e nell'empatia.

4. Il fascio rubrospinale

Origine: nucleo rosso situato nel mesencefalo.

Ruolo: controlla il tono muscolare dei muscoli flessori e facilita i movimenti precisi degli arti. Il fascio rubrospinale e le grandi diagonali (o diagonali di Kabat) sono collegati dalla fisiologia del movimento e dalla rieducazione neuromotoria, poi-

ché gli schemi diagonali stimolano le vie extrapiramidali della coordinazione.



La maturazione delle 4 efferenze del sistema extrapiramidale inizia alla nascita, ma si completa in momenti diversi.

Le fibre muscolari di tipo 1

Il **numero delle fibre muscolari è fisso fin dalla nascita**. Lo stesso vale per la ripartizione tra fibre di tipo 1 e 2. Si tratta di una caratteristica genetica. La crescita avviene tramite allungamento e ipertrofia, senza che sia possibile aumentarne il numero.

- I **motoneuroni alfa** che innervano specificamente le fibre muscolari di tipo I (fibre lente o rosse) sono chiamati motoneuroni S (Slow).
- Dimensioni:** Corpo cellulare piccolo.
- Assone:** Diametro sottile.
- Velocità:** conduzione nervosa lenta.
- Eccitabilità:** molto elevata (vengono reclutati per primi).
- Frequenza:** scarica a bassa frequenza.

- L'unità motoria lenta**
- Forza:** scarso sviluppo di tensione.
- Resistenza:** resistenza alla fatica molto elevata.
- Funzione:** mantenimento della postura.
- Metabolismo:** altamente ossidativo.

Le fibre muscolari di tipo 1 sono cellule a contrazione lenta adatte alla resistenza e al tono posturale, mentre il sistema extrapiramidale gestisce la motricità involontaria e automatica.

Fibre muscolari di tipo 1 (fibre lente)

Caratteristiche: hanno un diametro ridotto, un elevato contenuto di mioglobina e un gran numero di mitocondri.

Funzione: producono energia per via aerobica (con l'ossigeno), il che permette loro di lavorare a lungo senza affaticarsi.

Ruolo: predominano nei muscoli che mantengono la postura (come i muscoli della schiena o il soleo).

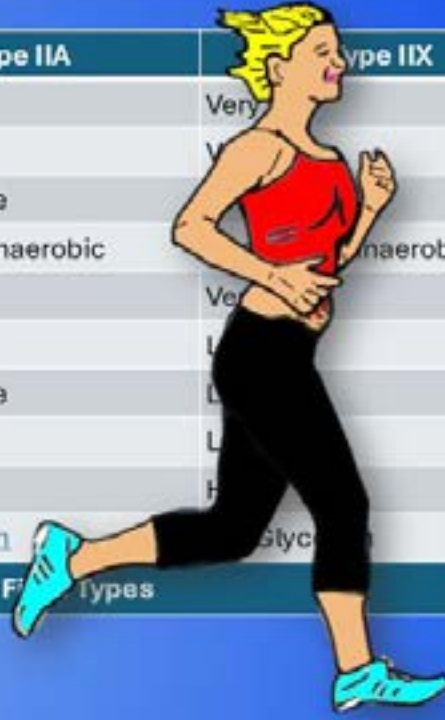
Collegamento funzionale:
I muscoli responsabili della postura, controllati in gran parte dal sistema extrapiramidale per il tono involontario, sono molto ricchi di fibre muscolari di tipo 1 per garantire un mantenimento prolungato senza affaticamento.

FISIOLOGIA



Characteristic	Type I	Type IIA	Type IIX
Contraction time	Slow	Fast	Very
Size of motor neuron	Small	Large	V
Resistance to fatigue	High	Intermediate	
Activity used for	Aerobic	Long term anaerobic	anaerobic
Force production	Low	High	Ve
Mitochondrial density	High	High	L
Capillary density	High	Intermediate	L
Oxidative capacity	High	High	L
Glycolytic capacity	Low	High	H
Major storage fuel	Triglycerides	CP, Glycogen	Glyc

Characteristics of the Three Muscle Fiber Types



Il sistema extrapiramidale gestisce le fibre di tipo I, che sono fibre lente, rosse e aerobiche che lavorano con i trigliceridi.

La maturazione delle 4 efferenze del sistema extrapiramidale inizia alla nascita, ma si completa in momenti diversi.

La funzione posturale

La funzione posturale agisce direttamente sulla biomeccanica umana e indirettamente attraverso l'adattamento della biomeccanica all'ambiente.

Il **tono di fondo** viene regolato costantemente dalla contrazione dei muscoli scheletrici, soprattutto dei muscoli estensori, per contrastare la forza di gravità e mantenere l'equilibrio.

Funge da **supporto al movimento**. Stabilizza le articolazioni di base, come la spalla o il collo, mentre il sistema piramidale esegue un movimento volontario.

Regola automaticamente la postura della testa e del tronco reagendo ai cambiamenti dell'ambiente circostante.

Il **mantenimento** della postura richiede:

1. un adattamento permanente del tono posturale;
2. una componente statica con stabilizzazione di tale postura, che oscilla attorno al cono di economia;
3. una componente cognitiva dello schema corporeo.

Il controllo del sistema posturale si sviluppa parallelamente alla progressiva maturazione fisiologica delle diverse componenti del sistema stesso: vista, sistema vestibolare, propriocezione...

Allo stesso tempo, le aree di integrazione subcorticali elaborano strategie in base all'ambiente e alle attività da svolgere.

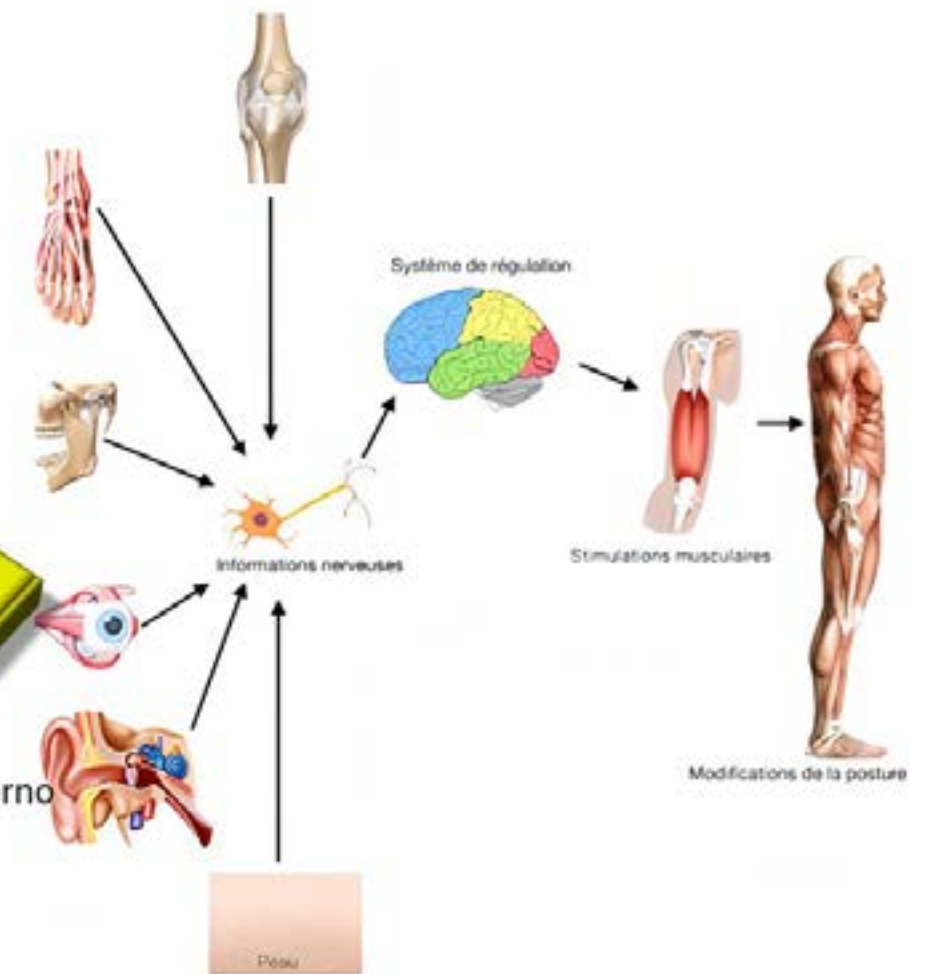
FISIOLOGIA

Funzione posturale

Antigravitazionale
Prerequisiti per l'azione (Amblard 1985)



Funzione di interfaccia con il mondo esterno
(House 1994)
Orientamento spaziale
Schema corporeo
Stabilizzazione dello sguardo



Oltre alla motricità involontaria e al tono muscolare, il sistema motorio extrapiramidale gestisce il mantenimento della postura corporea..

La funzione di feedback

La funzione di feedback del sistema extrapiramidale consente di regolare costantemente il controllo motorio grazie a circuiti di regolazione tra la corteccia cerebrale, i nuclei grigi centrali e il tronco cerebrale.

L'informazione passa attraverso molteplici relè neuronali, offrendo numerose opportunità di correzione.

Il feedback adatta il tono muscolare in tempo reale per mantenere l'equilibrio e la postura corporea. Guida il movimento sostenendo i movimenti volontari e automatizzando i gesti ripetuti, confrontando l'azione prevista con il risultato osservato.

- Il feedback sensoriale, interno o esterno: aiuta a correggere il programma motorio dopo un movimento o ad adattare il gesto in corso. Può essere propriocettivo (proveniente dal corpo) o esterolettivo (proveniente dall'ambiente).
- Il biofeedback tecnologico utilizza strumenti quali piattaforme di forza o sensori che misurano in tempo reale l'equilibrio, la pressione plantare o la contrazione muscolare per guidare il paziente visivamente o uditivamente.
- Il feedback clinico e sintomatico comprende il dialogo sui dolori o sulle sensazioni avvertite durante un esercizio e consente al fisioterapista di adeguare immediatamente il trattamento e il posizionamento.

Il feedback proveniente dai recettori sensoriali, come i fusi muscolari e gli organi tendinei di Golgi, contribuisce a modulare l'attivazione muscolare e a controllare il movimento. Nella terapia della scoliosi, i sistemi di biofeedback possono essere utilizzati per rieducare questi meccanismi di controllo, fornendo dati in tempo reale sull'attività muscolare e sulla postura.

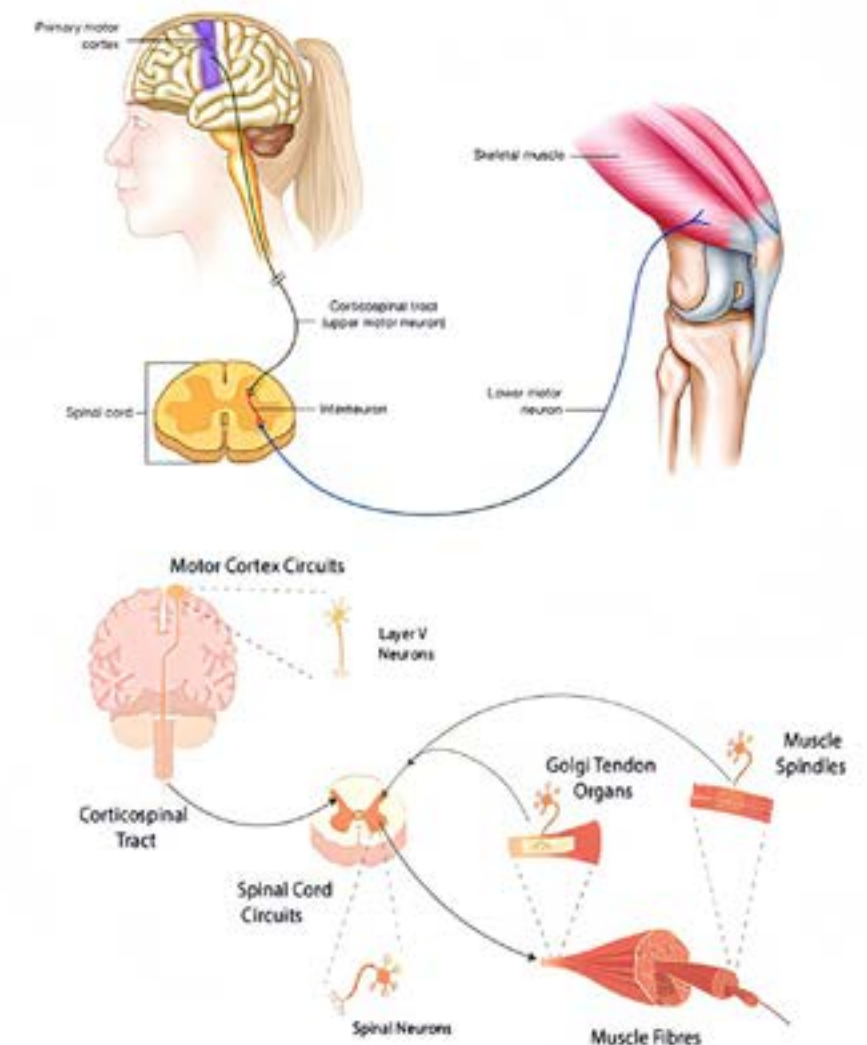
FISIOLOGIA

Feedback Mechanisms in Motor Control

- **Sensory Feedback: Muscle spindles and Golgi tendon organs regulate muscle activity.**
- **Biofeedback: Provides real-time data on muscle activation to guide rehabilitation.**
- **Motor Learning: Feedback helps improve movement control.**

Haggie L et al : Front. Physiol. , 10 May 2023
Sec. Computational Physiology and Medicine
Volume 14 - 2023 | <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1095260>

Oltre alla motricità involontaria e al tono muscolare, il sistema motorio extrapiramidale gestisce il mantenimento della postura corporea..



La funzione di marcia

Il ruolo del sistema extrapiramidale nella deambulazione è triplice:

1. **Movimenti automatici:** la deambulazione è un atto motorio ampiamente automatizzato che non richiede un'attenzione cosciente costante. Il sistema extrapiramidale (attraverso i nuclei grigi centrali) gestisce questo automatismo. Con il progredire della maturazione, la deambulazione tipica degli adulti viene acquisita intorno ai 5 anni di età.
2. **Dissociazione delle cinture:** coordina i movimenti associati indispensabili all'armonia della deambulazione, come l'oscillazione simmetrica delle braccia e il passaggio del passo.
3. **Tono posturale:** regola costantemente la contrazione dei muscoli per contrastare la forza di gravità e mantenere l'equilibrio mentre il corpo avanza.

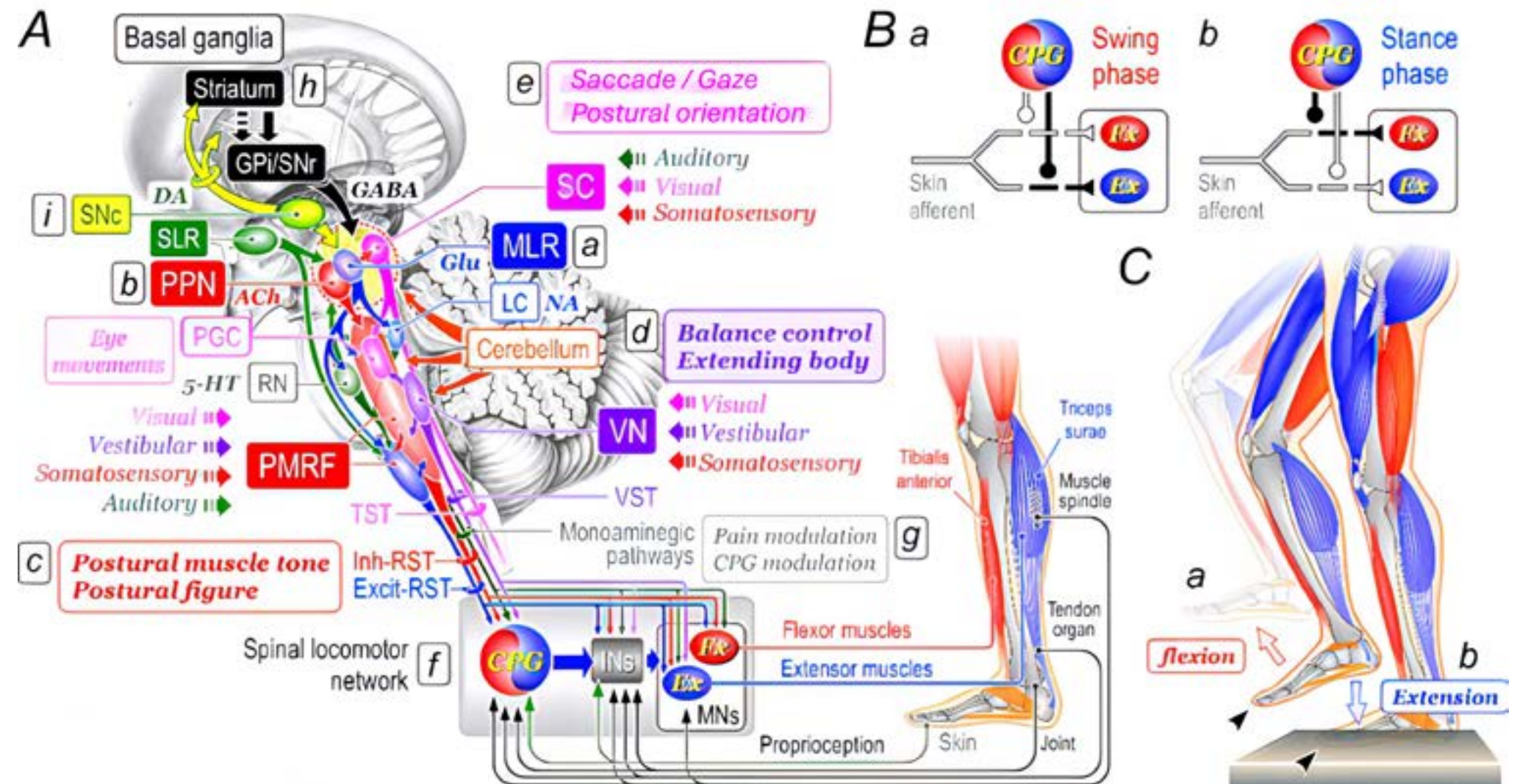
IPOTESI SUI PROCESSI COGNITIVI DI CONTROLLO DELLA POSTURA E DELL'ANDATURA.

A: Elaborazione delle informazioni corporee.

I segnali sensoriali che affluiscono nel sistema nervoso centrale convergono verso il tronco encefalico, il cervelletto, il talamo e la corteccia cerebrale. A livello della corteccia cerebrale, i segnali provenienti dalla corteccia visiva, dalla corteccia vestibolare e dalla corteccia sensoriale primaria (S1) vengono integrati e, nella corteccia temporo-parietale – che comprende la corteccia vestibolare e la corteccia posteroparietale – è possibile costruire un modello interno del proprio corpo, come lo schema corporeo e la verticalità. La connessione reciproca tra la corteccia temporo-parietale e il cervelletto potrebbe contribuire a questo processo.

B: Trasmissione delle informazioni corporee.

Le informazioni corporee vengono quindi trasmesse all'area motoria supplementare (SMA) e all'area premotoria (PM), dove possono essere utilizzate come materiale per generare programmi motori. Analogamente, le informazioni vengono trasferite all'ippocampo e utilizzate per orientare comportamenti successivi.



La bipedia umana è una modalità di locomozione esclusiva e dinamica che consente di camminare in posizione eretta su due arti inferiori per lunghe distanze

La funzione degli programmi motori acquisiti

Il sistema extrapiramidale svolge un ruolo centrale nell'integrazione, nella memorizzazione e nell'esecuzione degli schemi motori acquisiti (come scrivere, suonare uno strumento o guidare).

RUOLO NEGLI SCHEMI MOTORI ACQUISITI

Automatizzazione: trasforma i movimenti volontari ripetuti in sequenze automatizzate e fluide, liberando la corteccia dai dettagli dell'esecuzione.

Apprendimento procedurale: i nuclei grigi centrali (o gangli della base), che fanno parte di questo sistema, conservano la memoria delle abilità motorie.

Regolazione posturale: stabilizza il corpo e regola costantemente il tono muscolare durante l'azione appresa.

ORGANIZZAZIONE E FUNZIONAMENTO

Vie polisinaptiche: a differenza del sistema piramidale diretto e rapido per la forza volontaria, utilizza reti complesse con molteplici relai nel tronco encefalico e nel cervelletto.

Controllo chimico: si basa in gran parte su neurotrasmettitori come la dopamina per modulare armoniosamente il controllo dei movimenti automatici.

La fisioterapia motoria per la scoliosi si avvale della rieducazione neuromuscolare e dei principi dell'apprendimento motorio per allenare il corpo a mantenere un allineamento corretto e a muoversi in modo equilibrato.

COME FUNZIONA L'ALLENAMENTO DELLE ABILITÀ MOTORIE

Fisioterapia neuromuscolare: insegna al cervello e ai muscoli a riconoscere la postura corretta, rompendo le abitudini di movimento sbilanciato.

Autocorrezione 3D: impari ad allungare e dero-tare attivamente la colonna vertebrale uti-

lizzando movimenti mirati e la respirazione.

Feedback tattile e tramite specchio: i terapeuti utilizzano specchi o indicazioni tattili per farti sentire e vedere cosa sia effettivamente un allineamento corretto.

Integrazione automatica: la pratica trasforma la postura corretta da uno sforzo consapevole in un'abitudine funzionale quotidiana.

TECNICHE FONDAMENTALI UTILIZZATE: ESERCIZI FISIOTERAPICI SPECIFICI PER LA SCOLIOSI (PSSE):

Metodi specializzati come il Metodo lionese insegnano esercizi per **stimolare il sistema extrapiramidale**.

Esercizi di equilibrio e stabilità: questi ripristinano la simmetria e la coordinazione, consentendoti di sentirti stabile mentre ti muovi.

Regolazione del ritmo delle attività: impari ad apportare aggiustamenti ergonomici per stare seduto, camminare e sollevare oggetti

CENTRI

Schemi motori acquisiti: Esercizi di equilibrio e stabilità

C: Programmazione motoria.

Le aree corticali motorie collaborano strettamente con i gangli della base e il cervelletto per consentire la costruzione di programmi motori appropriati.

D: Controllo posturale tramite proiezioni corticofugali verso il tronco encefalico e il midollo spinale. Le informazioni corporee generate nella corteccia vestibolare possono essere utilizzate per il mantenimento della postura verticale attraverso i tratti cortico-vestibolari e vestibolo-spinali.

I segnali provenienti dalla corteccia prefrontale, inclusi piani e intenzioni, possono innescare l'esecuzione di programmi motori nella SMA/PM, che possono comprendere quelli relativi a movimenti intenzionali e al controllo posturale associato.

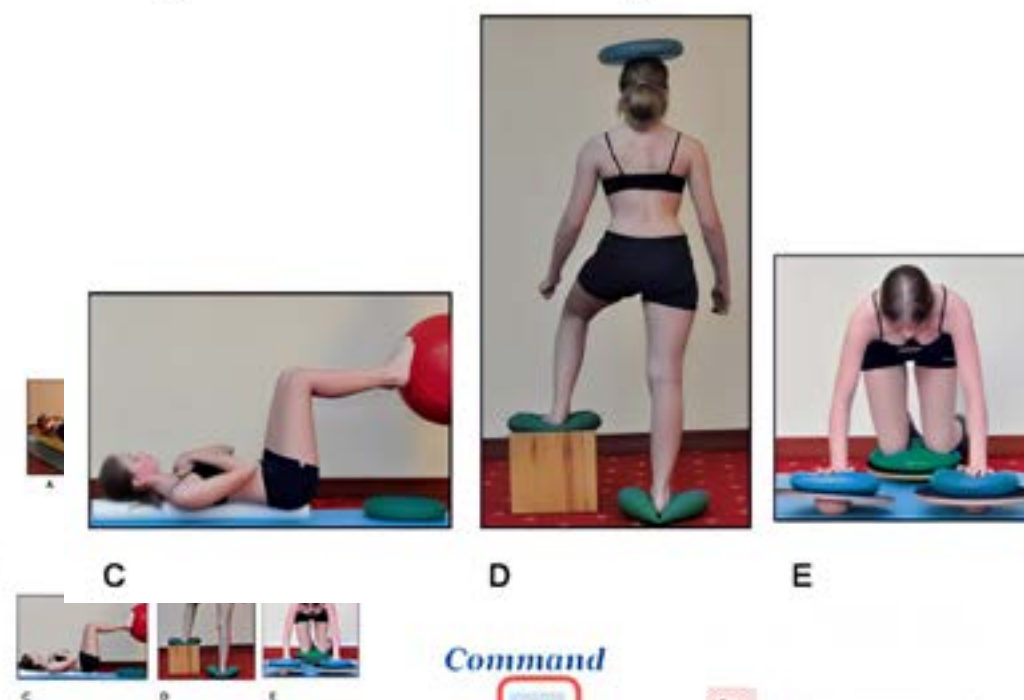
Il programma di controllo posturale può essere utilizzato per generare un aggiustamento posturale anticipatorio tramite i tratti cortico-reticolare e reticolospinale.

Successivamente, i programmi motori vengono inviati alla M1 in modo da poter realizzare movimenti abili, intenzionali e orientati all'obiettivo.



A

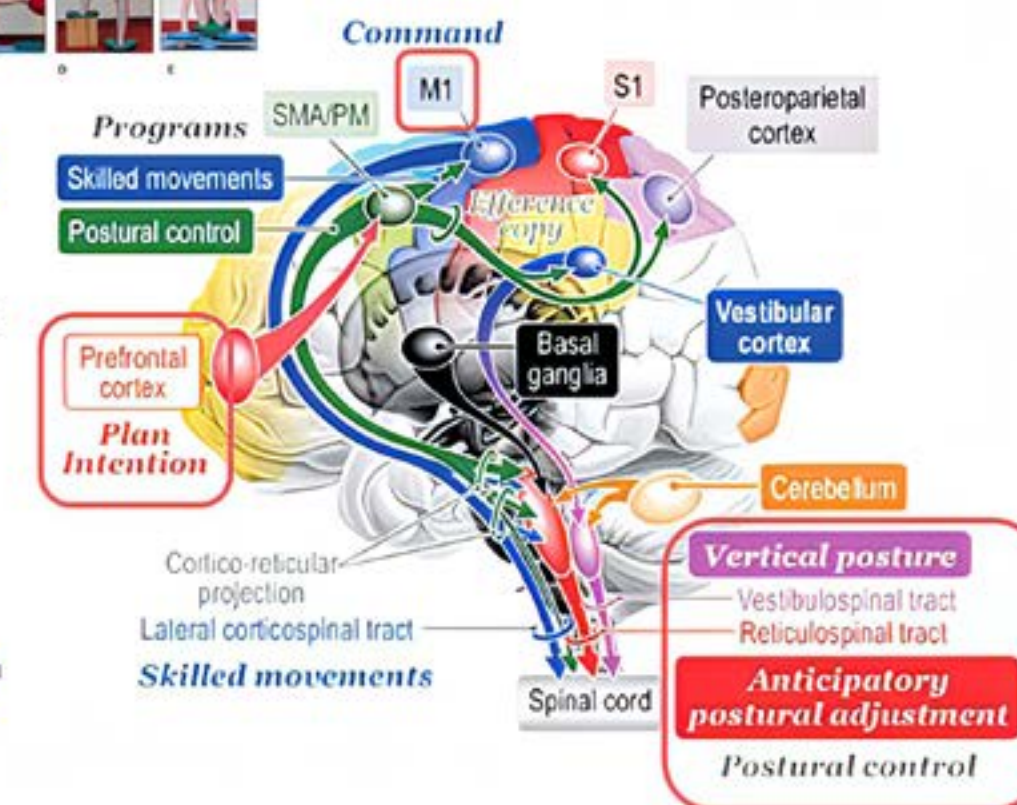
B



C

D

E



Maturazione e involuzione del sistema extrapiramidale

LA MATURAZIONE DEL SISTEMA EXTRAPIRAMIDALE È UN PROCESSO NEUROLOGICO FONDAMENTALE PER LO SVILUPPO MOTORIO DEL BAMBINO. QUESTO SISTEMA REGOLA LA MOTRICITÀ INVOLONTARIA, I MOVIMENTI AUTOMATICI, IL TONO MUSCOLARE E LA POSTURA.

Cronologia dello sviluppo

Periodo fetale: Le strutture profonde (nuclei grigi centrali) si formano precocemente. I primi movimenti riflessi compaiono in utero.

Dalla nascita ai 3 mesi: Il sistema extrapiramidale è ancora immaturo. La corteccia cerebrale non lo controlla completamente, il che spiega la presenza dei riflessi arcaici (succhiamento, presa, Moro).

Da 3 a 6 mesi: La mielinizzazione delle vie nervose accelera. I riflessi arcaici scompaiono progressivamente per lasciare spazio ai movimenti volontari.

Da 6 mesi a 2 anni: Il tono muscolare si regolarizza. Il bambino impara a stare seduto, a gattonare e poi a camminare autonomamente grazie al controllo posturale.

Infanzia (fino alla pubertà): La maturazione prosegue in modo più discreto. Consente il perfezionamento della coordinazione fine, della fluidità motoria e della dissociazione dei movimenti.

In età adulta, lo sviluppo del sistema extrapiramidale — la rete neurologica profonda (nuclei grigi centrali, sostanza nera, vie striatali) che regola la motricità involontaria, la postura e i movimenti automatici — è caratterizzato da un progressivo declino neurobiologico, anche in assenza di patologie.

Cronologia della maturazione

La maturazione del sistema extrapiramidale, che comprende i nuclei grigi centrali e le vie della motricità involontaria e automatica, si estende principalmente dal periodo fetale fino alla fine dell'infanzia, consentendo l'acquisizione progressiva di un tono muscolare stabile e della coordinazione dei movimenti automatici.

FASI CHIAVE DELLA MATURAZIONE

Sviluppo prenatale: formazione anatomica delle strutture subcorticali (striato, globo pallido, nucleo rosso, sostanza nera) fin dai primi trimestri di gravidanza.

Periodo neonatale e infanzia: predominanza di strutture subcorticali immature che si traduce in movimenti automatici arcaici e in una regolazione rudimentale del tono posturale.

Infanzia: crescenti connessioni sinaptiche e progressiva mielinizzazione delle vie polisinaptiche, che consentono il passaggio graduale a movimenti volontari fluidi e all'inibizione dei movimenti parassiti.



Maturazione delle vie efferenti del sistema extrapiramidale

NEL CORSO DELLA CRESCITA SI DISTINGUONO ALCUNE FASI FONDAMENTALI.

- La stabilizzazione del bacino, essenziale per la deambulazione.
- Il presupposto fondamentale per l'organizzazione

del controllo dell'equilibrio locomotorio è la stabilizzazione del bacino.

Una volta acquisita tale stabilità, è possibile osservare due modalità di organizzazione nel mantenimento dell'equilibrio:

Ascendente: un'organizzazione ascendente che parte dai piedi o dal bacino verso la testa.

Discendente: un'organizzazione discendente dalla testa o dal bacino verso i piedi.

Da 1 a 6 anni, si tratta di un'organizzazione ascendente a blocchi dal centro di gravità pelvico alla testa. È il tratto reticolo-spinale ad essere sollecitato nel piano sagittale di funzione. Il sistema di riferimento egocentrico è l'intero corpo. Nella scoliosi, esercizi adattati possono migliorare lo sviluppo dell'anticipazione posturale.

A 2 anni, in posizione eretta.

A 4 anni, punta dei piedi in alto.

A 6 anni, coordinazione con il movimento correttivo.

- La stabilizzazione della testa con la sua lateralizzazione intorno ai 7 anni.

La stabilizzazione nello spazio costituirà la base per un'organizzazione a cascata del controllo posturale. L'età di 7 anni è considerata un periodo cruciale nell'evoluzione delle strategie di equilibrio.

La stabilizzazione tridimensionale della testa avviene con la lateralizzazione intorno ai 7 anni di età e con la maturità vestibolare. Questa integrazione dei canali semicirculari orizzontali e verticali costituisce la base per l'organizzazione tridimensionale discendente del controllo posturale. È quindi il tratto vestibolo-spinale a entrare in gioco. Il sistema di riferimento egocentrico è costituito dai segmenti.

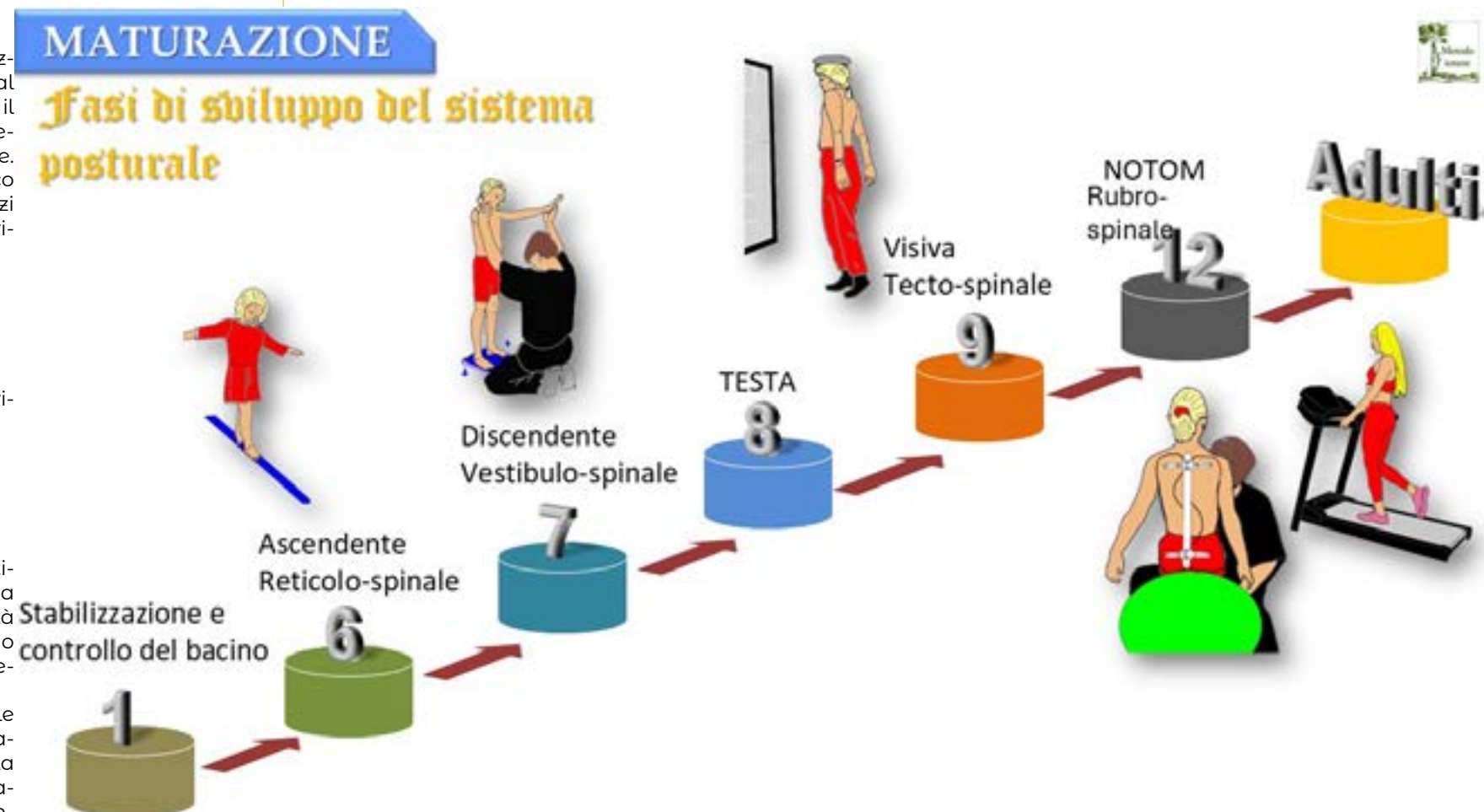
Tra i 9 e i 12 anni, il sistema posturale integra la visione con la maturazione del tratto tectospinale. La cintura scapolare e gli arti superiori sono quindi in grado di compensare le asimmetrie vertebrali. Il sistema di riferimento allocentrico è il mondo esterno,

- All'età di 12 anni, la maturità propriocettiva a livello della colonna vertebrale. Anche le vie del sistema extrapiramidale seguiranno uno sviluppo cronologico: reticolare, vestibolare, tectale e rubrospinale.

Nella scoliosi si riscontra uno scarso utilizzo delle informazioni propriocettive. Alcuni autori sottolineano inoltre un ritardo nell'integrazione delle informazioni visive. Va tuttavia osservato che il sistema posturale è ridondante e che i circuiti di integra-

zione possono compensarsi a vicenda.

Gli esercizi saranno adattati tenendo conto di questa progressione cronologica durante la crescita.



Approccio maturazionale

L'evoluzione del sistema posturale è un elemento chiave dello sviluppo psicomotorio. È proprio questa maturazione che consentirà al bambino di raggiungere progressivamente la posizione seduta e poi quella eretta, di acquisire la mobilità della spalla e della mano, di orientare il proprio corpo e, nell'ambito della sua funzione espressiva, di avviare interazioni.

Queste acquisizioni sono alla base dello sviluppo percettivo, motorio, cognitivo, affettivo e sociale.

In questa tabella vengono illustrati alcuni elementi motori caratteristici dello sviluppo posturale. Andare in bicicletta e nuotare prima dei 7 anni, acquisizione dello schema corporeo all'età di 9 anni. Velocità, precisione e coordinazione fino all'età della maturità a 12 anni. Resistenza, forza e tenacia continuano a svilupparsi fino ai 16 anni.

MATURAZIONE

Sviluppo del sistema posturale



4 anni	Esplorazione	Triciclo senza urti	Approccio maturazionale 1) Si tratta di un processo continuo che va dal concepimento alla maturità, 2) le sequenze sono identiche per tutti i bambini, 3) è legato alla maturazione extrapiramidale, 4) consente l'individuazione delle risposte, 5) procede secondo la legge cefalocaudale, 6) i riflessi devono scomparire affinché compaiano i movimenti volontari
5 anni	Immaginario	Bicicletta con rotelle	
6 anni	Età della ragione	Bicicletta senza rotelle	
7 anni	Responsabilità	Camminare su una trave larga 5 cm senza cadere	
8 anni	Amici o amiche	Lanciare una palla verso un bersaglio (controllo della motricità fine)	
9 anni	Magia (Harry Potter)	Schema corporeo acquisito	
10 anni	Età ormonale	Velocità	
11 anni	Età degli eroi	Precisione e velocità	
12 anni	Grandi amicizie	Agilità, coordinazione (disarmonia tra tronco e arti)	
13 anni	Allontanamento dai genitori	Resistenza	
14 anni	Autonomia	Forza (maturità degli enzimi della glicolisi anaerobica)	
15 anni	Ricchezza sociale e culturale	Resistenza	
16 anni	Potenza	Potere	

Involuzione naturale: invecchiamento

L'involuzione del sistema extrapiramidale indica il declino strutturale e funzionale della rete neurale che coordina i movimenti involontari, la postura e il tono muscolare.

Questo fenomeno è principalmente legato all'invecchiamento fisiologico o a patologie neurodegenerative.

Di seguito sono riportati i meccanismi, le cause e le manifestazioni cliniche di tale involuzione.

MECCANISMI DELL'INVOLUZIONE

Il sistema extrapiramidale comprende i nuclei grigi centrali (striato, globo pallido, sostanza nera, nucleo subtalamico).

La sua involuzione si manifesta con:

Perdita neuronale: Diminuzione dei neuroni nella sostanza nera (substantia nigra).

Deficit di neurotrasmettitori: calo della produzione di dopamina, essenziale per la fluidità del movimento.

Accumulo di proteine: depositi anomali (come l'alfa-sinucleina) che compromettono le connessioni sinaptiche.

L'invecchiamento delle strutture anatomiche porta a un **circolo vizioso funzionale**.

Debolezza muscolare, limitazioni ortopediche, compromissione sensoriale con informazioni distorte o mancanti.

40 - 50 ANNI: SARCOPENIA

20% di perdita di massa muscolare a 70 anni.

Esercizio fisico: non troppo, non troppo poco. Quadrilateri

Questi esercizi ben dosati, svolti con regolarità e costanza, su base giornaliera, mettono in gioco tutte le componenti afferenti, visive, vestibolari e propriocettive, oltre a quelle di rafforzamento della muscolatura, e naturalmente delle prestazioni cognitive, se associati sistematicamente a un doppio compito di lavoro mentale, hanno un effetto preventivo.

A differenza dell'adolescenza, dove l'assenza di attività fisica non comporta una perdita del numero di fibre muscolari, l'assenza di attività fisica in età

adulta favorisce la sarcopenia. Questa sarcopenia si manifesta più precocemente in caso di scoliosi. La perdita del numero di fibre muscolari è purtroppo un processo irreversibile. In questo ambito non c'è una seconda chance.

55 ANNI: I SEGNALE VISIVI E VESTIBOLARI AUMENTANO MAGGIORMENTE L'OSCILLAZIONE

Individuare e, se necessario, correggere qualsiasi degrado dei fattori intrinseci (intracorporei o somatici) a partire dai 45 anni di età; questi includono

la visione: sensibilità alle distanze e percezione della profondità, **la funzione vestibolare e l'equilibrio,** la proprioccezione e lo stato psicologico e neurologico.

La Propriocezione: sensibilità tattile plantare....

I risultati di Allison et al. (2006) suggeriscono che, anche in età avanzata, **la plasticità dei processi sensoriali e in particolare dell'integrazione multisensoriale è preservata.** una sufficiente sensibilità periferica ha permesso una riponderazione intra- e inter-sensoriale simile a quella dei giovani partecipanti.

L'esercizio fisico quotidiano regolare sarà adattato all'individuo, se possibile associato a un compito cognitivo simultaneo.

INTEGRAZIONE SENSORIALE PER AUMENTARE LA STABILITÀ POSTURALE NEGLI ANZIANI

- Biofeedback per migliorare il controllo posturale
- Vuillerme et al., 2008 con informazioni aggiuntive sull'orientamento e sul movimento del corpo per sostituire o integrare le indicazioni sensoriali visive, somatosensoriali e vestibolari (compromesse).
- È stato dimostrato che la risonanza stocastica abbassa le soglie sensoriali, migliorando l'integrazione sensoriale e, di conseguenza, la stabilità posturale.
- Biofeedback tattile con pali (stimolazione aptica), camminare senza scarpe. (suole vibranti), strick a livello lionese, Cane

LA CAMPTOCORMIA

può essere una complicanza di un'alterazione del sistema extrapiramidale, in particolare nel contesto del morbo di Parkinson.

Si manifesta con una marcata flessione del tronco in avanti quando si sta in piedi o si cammina, che scompare in posizione sdraiata. È dovuta alla per-

dita delle fibre di tipo I, che sono predominanti nella zona della schiena..

MATURAZIONE

Fasi di deterioramento del controllo posturale



Resistenza
Fibre di tipo II



Sarcopenia

Segnali visivi
e vestibolari



Approccio cognitivo
Doppio compito



Degenerazione del
sistema
extrapiramidale



Scoliosi e Sistema extrapiramidale

1. L'ORIGINE DELLA SCOLIOSI È A LIVELLO DEL SISTEMA EXTRAPIRAMIDALE

La scheda madre di un computer ospita un componente fondamentale noto come BIOS, acronimo di Basic Input/Output System.

Il BIOS svolge due funzioni principali. In primo luogo, effettua una verifica per assicurarsi che i componenti della scheda madre e le periferiche collegate, come la tastiera e il disco rigido, funzionino correttamente.

In secondo luogo, è responsabile dell'avvio del sistema operativo.

Rimane sempre attivo fornendo le connessioni, l'alimentazione e le risorse necessarie per far funzionare i componenti hardware del sistema come CPU, RAM, dischi rigidi, scheda grafica...

In modo simile al BIOS, il sistema extrapiramidale funge da rete autonoma e involontaria composta da numerose vie afferenti, centri di elaborazione autonomi e quattro vie distinte. Queste vie sono fondamentali nella gestione di funzioni quali il tono muscolare.

Alla nascita, il sistema extrapiramidale domina il controllo motorio, ma con il passare del tempo viene gradualmente sostituito dal sistema piramidale volontario. Tuttavia, continua a svolgere un ruolo significativo a livello del tronco, dove mantiene la sua importanza.

Scoliosi sperimentale e sistema extrapiramidale

Xie H, Li M, Kang Y, Zhang J, Zhao C. Zebrafish: an important model for understanding scoliosis. Cell Mol Life Sci. 2022 Sep 4;79(9):506. doi: 10.1007/s00018-022-04534-5. PMID: 36059018; PMCID: PMC9441191.

Sebbene sia un animale acquatico, la colonna vertebrale del pesce subisce, durante il nuoto, **pressioni longitudinali che riproducono il carico verticale** a cui è sottoposta la colonna vertebrale umana in posizione eretta.

Forte omologia genetica: **condivide oltre il 70% dei propri geni** con l'essere umano, facilitando lo studio delle cause genetiche della malattia.

Facilità di imaging e manipolazione: la sua trasparenza allo stadio larvale e la sua rapida crescita consentono di seguire in tempo reale la morfogenesi della colonna vertebrale.

LE GRANDI SCOPERTE SCIENTIFICHE GRAZIE AL PESCE ZEBRA

Le ricerche condotte su questo modello hanno trasformato radicalmente la nostra comprensione della malattia attraverso diversi assi principali: Il ruolo del **liquido cerebrospinale (LCS)** e **delle ciglia motili**: le mutazioni che alterano le ciglia endoteliali compromettono la circolazione del LCS. Questo difetto di flusso è direttamente collegato all'insorgenza della scoliosi.

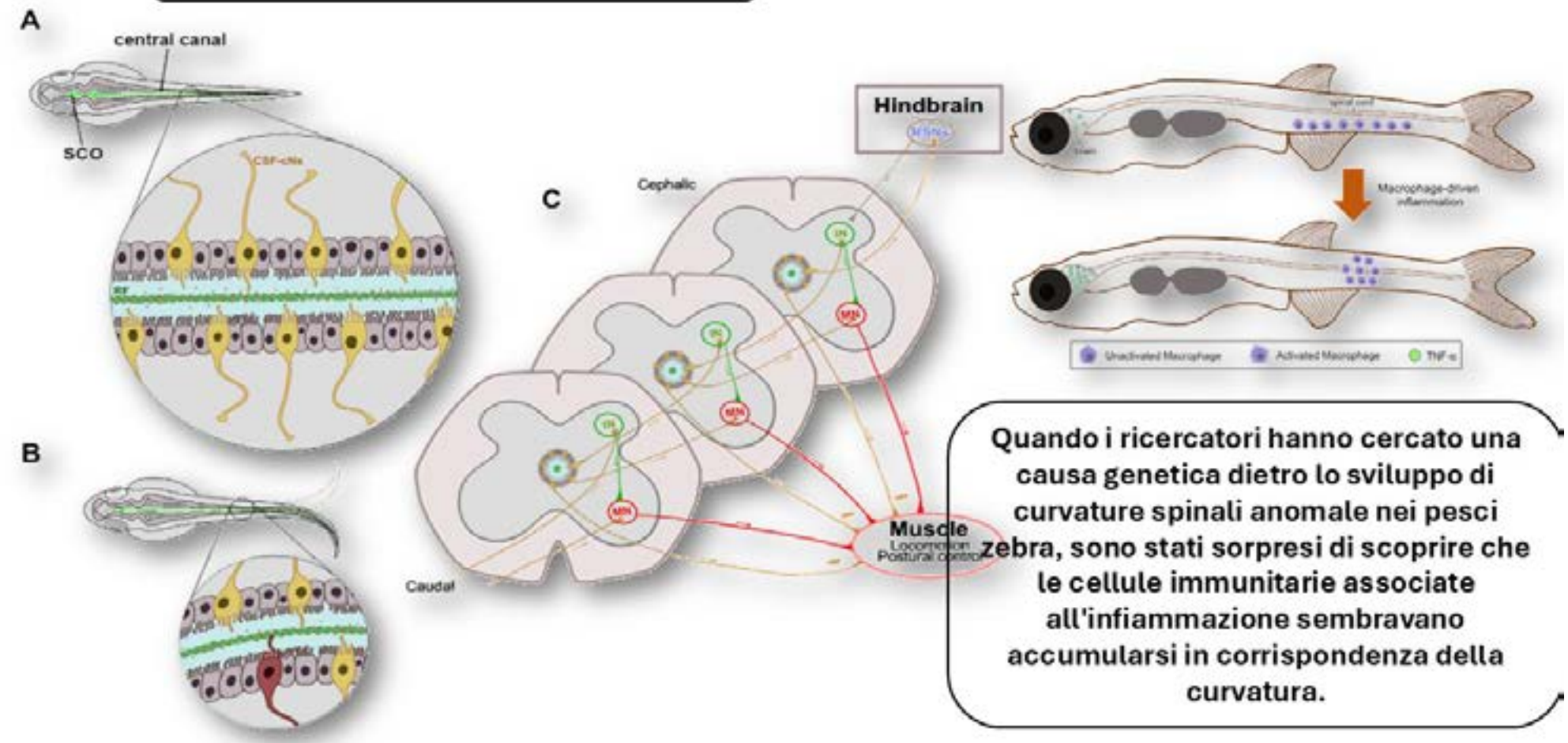
La segnalazione delle **urotensine**: il flusso del LCS attiva la produzione di piccole proteine da parte dei neuroni spinali. Senza questi segnali, i muscoli che circondano la colonna vertebrale non sostengono più correttamente la struttura assiale.

Neuroinfiammazione e astrogliosi: studi recenti dimostrano che alcuni difetti ciliari (come la mutazione del gene *rpgr1p1*) scatenano una neuroinfiammazione. L'applicazione di trattamenti antinfiammatori ha permesso di ripristinare il normale sviluppo della colonna vertebrale.

Quando l'organismo deve affrontare una lesione, un'infezione, una malattia o un invasore estraneo, le cellule dell'immunità si recano sul posto e inducono una risposta infiammatoria; pertanto, i risul-

tati dell'aumento dell'attività delle cellule immunitarie in corrispondenza della curvatura nei pesci zebra suggeriscono che potrebbe esserci un'associazione tra il sistema immunitario e l'inizio e/o la progressione della scoliosi idiopatica.

Una modifica genetica che porta alla perdita di cellule ciliate causa la scoliosi (Flusso di liquido cerebrospinale)



Le cellule ciliate endoteliali sono afferenze extrapiramidali collegate alla struttura muscolare paravertebrale. Possono causare una neuroinfiammazione lungo la colonna vertebrale.

Origine della Scoliosi Idiopatica

Il sistema extrapiramidale affonda le sue origini nel **romboencefalo**, noto anche come cervello posteriore, che è una caratteristica dei vertebrati primitivi.

Il legame tra la scoliosi idiopatica dell'adolescente e il sistema extrapiramidale si basa sull'ipotesi di una disfunzione del controllo posturale e della regolazione automatica del tono muscolare. Sebbene definita «idiopatica» (senza una causa unica nota), la scoliosi viene sempre più considerata una patologia neuro-evolutiva. Il sistema extrapiramidale, che gestisce la motricità involontaria, l'equilibrio e l'adattamento della postura alla forza di gravità, svolge un ruolo centrale in questa fisiopatologia.

IL RUOLO DEL SISTEMA EXTRAPIRAMIDALE NELLA POSTURA ASSIALE

A differenza della via piramidale (movimenti volontari precisi), questa rete: Controlla la **co-contrazione automatica dei muscoli paravertebrali**. **Regola il tono posturale assiale** in base alle informazioni sensoriali (visive, vestibolari, propriocettive). **Mantiene l'allineamento** della colonna vertebrale nei tre piani dello spazio.

ANOMALIE EXTRAPIRAMIDALI SOSPETTATE NELLA SCOLIOSI

La ricerca clinica e la diagnostica per immagini hanno evidenziato diverse anomalie funzionali o strutturali nei pazienti affetti da SIA:

Asimmetria del tono muscolare assiale: una cattiva integrazione dei segnali da parte della via cortico-reticolare (una componente chiave dell'uscita extrapiramidale dalla corteccia premotoria verso il tronco encefalico) altera la simmetria del tono dei muscoli erettori della colonna vertebrale.

Disfunzione vestibolo-spinale: le vie vestibolo-spinali (extrapiramidali) trasmettono i comandi relativi all'equilibrio provenienti dall'orecchio interno. Un'elaborazione asimmetrica di queste informazioni da parte del tronco encefalico induce una percezione

errata della verticalità, portando la colonna vertebrale a compensare con una curvatura.

Ritardo nella maturazione del sistema posturale (NOTOM): È stato evidenziato un ritardo nella maturazione dei circuiti di retroazione posturale extrapiramidali nelle adolescenti, che coincide con il periodo critico della crescita puberale.

IMPLICAZIONI CLINICHE E RIABILITAZIONE (IL METODO LIONESE)

Questa origine neurologica sottostante modifica profondamente la gestione terapeutica. Poiché i muscoli del tronco sono principalmente sotto controllo involontario (extrapiramidale), la semplice ginnastica volontaria (piramidale) si rivela insufficiente per correggere una scoliosi in evoluzione. La fisioterapia specializzata, in particolare attraverso protocolli come il Metodo lionese, integra in modo prioritario la stimolazione del sistema posturale extrapiramidale.

Utilizzo di piattaforme instabili o di esercizi di oscillazione assiale (come la storica «altalena ortopedica»).

Attivazione dei riflessi di raddrizzamento automatici per riprogrammare il tono posturale profondo in modo simmetrico.

Lavoro sulla propriocezione inconscia per costringere il tronco cerebrale e le vie extrapiramidali a correggere la posizione spaziale delle vertebre.

APPROCCIO RIDUZIONISTA CON L'AUTO DEL CRITERIO PRIMARIO O SECONDARIO DELLA SCOLIOSI IDIOPATICA

Il **ragionamento per eliminazione** consiste nell'individuare tutte le possibili alternative e poi analizzare ciascuna di esse per dimostrare che solo una è accettabile o risponde in modo soddisfacente alla domanda.

Nei casi di scoliosi idiopatica non si riscontrano deficit a carico della muscolatura piramidale. È solo dopo i 40 anni che la sarcopenia diventa evidente. Di conseguenza, eventuali **alterazioni del sistema piramidale sono considerate secondarie**.

Anche le **alterazioni genetiche ed epigenetiche sono secondarie**. Fallimento del test di scoliosi; Gemelli monozigoti. **Marcatori epigenetici** specifici per la gravità. Non causale.

Nel 2024, Grivas è giunto quasi a una conclusione definitiva. Attraverso un'attenta analisi degli screening scolastici, è stata avanzata l'ipotesi che le **alterazioni nella crescita vertebrale associate all'insorgenza della scoliosi idiopatica non siano intrinseche, ma costituiscano invece modificazioni secondarie**.

Una miriade di fattori biologici è stata associata allo sviluppo della scoliosi. Sono state condotte ricerche

approfondite su sostanze quali la melatonina, l'ormone della crescita, gli estrogeni, la calmodulina e la leptina in relazione alla scoliosi. L'esperimento pionieristico di Machida ha rivelato un risultato significativo: la scoliosi si è sviluppata esclusivamente nei ratti che erano stati indotti a camminare su due zampe. Ciò suggerisce che, **sebbene le influenze ormonali abbiano un ruolo, esse sono secondarie rispetto alla condizione del bipedismo**.

Le **alterazioni del tessuto connettivo** sono state associate allo sviluppo della scoliosi. Tuttavia, è importante sottolineare che solo una variante specifica della sindrome di Ehlers-Danlos (sottotipo VI) è collegata alla scoliosi. Di conseguenza, tali alterazioni sono considerate fattori **secondari** piuttosto che cause primarie.

Solo il sistema extrapiramidale risponde in modo soddisfacente all'origine della scoliosi.

BIOLOGIA SISTEMICA

La biologia sistemica ha lo scopo di capire le interazioni dinamiche tra i componenti di un sistema vivente e tra i sistemi viventi in interazione con l'ambiente. Essa porta a una comprensione quantitativa dei processi biologici dinamici basandosi su analisi matematiche e statistiche per integrare i dati biologici e sviluppare modelli predittivi del comportamento biologico.

Ci sono infatti 2 modalità evolutive della scoliosi. La scoliosi lineare di oltre 25° con il circolo vizioso nell'adolescenza e la **scoliosi caotica di meno di 20°** per la quale è impossibile stabilire una prognosi evolutiva.

La scoliosi è la materializzazione concreta della teoria del caos applicata alla colonna vertebrale. Il sistema è:

- ▶ Aperto (posizione eretta, scambio con l'esterno),
- ▶ non predittivo (effetto farfalla),
- ▶ complesso (multifattoriale),
- ▶ discontinuo (stadi),
- ▶ deterministico (non a caso),
- ▶ modellabile (quarta dimensione frattale), con
- ▶ uno strano attrattore, e
- ▶ cambiamento del comportamento fisiologico nella pubertà.



Journal of
Clinical Medicine



• Grivas, T.B.; Vasiliadis, E.; Mazioti, C.; Papagianni, D.; Mamzeri, A.; Chandrinos, M.; Vynichakis, G.; Athanasopoulos, K.; Christodoulides, P.; Jevtic, N.; et al. **Are the Spinal Changes in the Course of Scoligeny Primary but Secondary?** *J. Clin. Med.* 2024, 13, 2163. <https://doi.org/10.3390/jcm13082163>

Epigenetica e Scoliosi Idiopatica

L'epigenetica è diventata un elemento chiave per comprendere la scoliosi idiopatica dell'adolescente (SIA), spiegando perché persone con la stessa predisposizione genetica non sviluppano la malattia allo stesso modo. Se la genetica determina il «terreno» (il rischio iniziale), **l'epigenetica agisce come un interruttore**: modifica l'espressione dei geni senza alterare la sequenza del DNA, sotto l'influenza dell'ambiente e di fattori biologici. L'esempio più lampante è quello dei gemelli mono- zigoti (gemelli veri): sebbene condividano il 100% del loro DNA, presentano spesso profili di curvatura spinale completamente diversi (elevato tasso di discordanza). **Questa differenza è direttamente attribuibile a variazioni epigenetiche acquisite durante la crescita.**

I MECCANISMI EPIGENETICI ALLA BASE DELLA SCOLIOSI

I ricercatori hanno identificato diverse anomalie molecolari specifiche nei pazienti affetti da SIA, localizzate principalmente nelle ossa, nelle cartilagini e nei muscoli che circondano la colonna vertebrale:

La **metilazione del DNA**: è il meccanismo più studiato. Nei muscoli paravertebrali profondi, un'ipometilazione o un'ipometilazione modifica l'espressione di geni critici come LBX1 (coinvolto nello sviluppo muscolare e somatosensoriale) o ESR1 e ESR2 (recettori degli estrogeni). Queste variazioni influenzano direttamente la gravità della curvatura.

Gli **RNA non codificanti (micro-RNA)**: Piccole molecole di RNA regolano al ribasso la produzione di proteine essenziali per la matrice extracellulare (come il collagene o la fibrillina). Anomalie dei micro-RNA alterano l'equilibrio tra la formazione ossea (osteoblasti) e il riassorbimento osseo (osteoclasti), favorendo l'osteopenia spesso osservata nelle adolescenti affette da scoliosi.

Il **rimodellamento della cromatina**: Le modificazioni a livello degli **istoni** (le proteine attorno alle quali si avvolge il DNA) aprono o chiudono l'accesso a determinati geni essenziali per lo sviluppo della cartilagine di crescita vertebrale.

EPIGENETICA, ALIMENTAZIONE, SONNO, ATTIVITÀ FISICA

L'epigenetica ambientale dimostra che le nostre scelte di vita – alimentazione, sonno e attività fisica – agiscono come veri e propri interruttori molecolari.

Durante l'adolescenza, questi fattori influenzano fortemente i geni coinvolti nella crescita ossea, nel tono muscolare e nel sistema extrapiramidale, potendo così rallentare o accelerare l'evoluzione di una scoliosi.

1. Alimentazione: il carburante della metilazione

Gli alimenti che consumiamo forniscono le molecole necessarie alle modificazioni epigenetiche (gruppi metilici).

- Donatori di metile (vitamina B9, B12, colina): presenti nelle verdure a foglia verde, nelle uova e nel pesce. Regolano la metilazione del DNA. Un apporto ottimale previene la sovraespressione dei geni infiammatori che indeboliscono la cartilagine di crescita.
- Vitamina D e recettori (VDR): La vitamina D modula l'espressione di centinaia di geni ossei. Anomalie epigenetiche sul recettore della vitamina D (VDR) alterano la mineralizzazione ossea, un importante fattore di rischio nella progressione della scoliosi.
- Polifenoli (curcumina, resveratrolo): Questi antiossidanti agiscono come inibitori naturali degli enzimi che bloccano i geni protettivi (DNMT). Riducono la neuroinfiammazione e proteggono i dischi intervertebrali.

2. Sonno: il riparatore genetico e ormonale

Il sonno profondo è una fase critica di riprogrammazione epigenetica e di secrezione ormonale.

- Il ritmo della melatonina: La melatonina è un ormone cronobiologico e un potente antiossidante. La mancanza di sonno o l'esposizione alla luce blu durante la notte alterano i geni che regolano i ritmi circadiani (CLOCK, BMAL1). Nei pazienti affetti da scoliosi, un difetto nella segnalazione della melatonina compromette la crescita simmetrica delle vertebre.
- Asse somatotropo (ormone della crescita): Il picco dell'ormone della crescita (GH) si verifica durante il sonno profondo. La mancanza di sonno modifica a livello epigenetico la risposta dei tessuti al GH e all'IGF-1, il che può indurre una crescita asimmetrica o disordinata dello scheletro durante la pubertà.

3. Attività fisica: il modulatore meccanico

Lo sport induce un rimodellamento epigenetico ultraveloce nei muscoli e nelle ossa attraverso la **meccanotrasduzione** (la traduzione di una forza fisica in un segnale chimico).

- Attivazione dei geni muscolari: L'esercizio fisico regolare modifica la metilazione dei geni nei muscoli paravertebrali. Ciò migliora la qualità delle fibre muscolari e

contribuisce a correggere l'asimmetria del tono extrapiramidale.

Espressione di Piezo1 e RUNX2: le sollecitazioni meccaniche dell'esercizio fisico stimolano i canali meccanosensibili (Piezo1). Ciò attiva per via epigenetica il gene RUNX2, responsabile della differenziazione delle cellule in osteoblasti (formazione di osso solido).

- Effetto antinfiammatorio sistemico: L'attività fisica riduce la produzione di micro-RNA infiammatori circolanti, proteggendo così il sistema nervoso centrale e il liquido cerebrospinale dallo stress cellulare che favorisce la scoliosi.

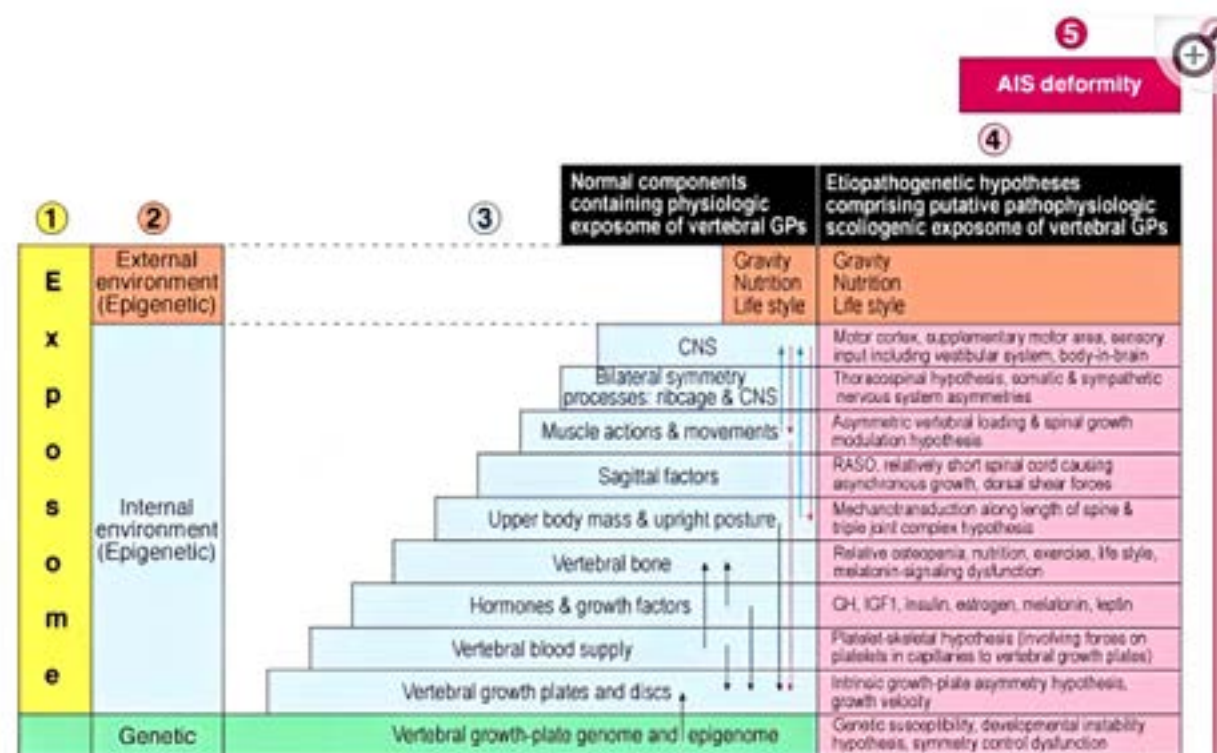
Grandi studi epidemiologici dimostrano che gli individui che svolgono regolarmente attività fisica dimostrano una **minore "età epigenetica"**, sperimentano meno malattie metaboliche e godono di una maggiore longevità. Tuttavia, non si conosce la dose, la modalità, l'intensità e la durata dell'eserci-

zio fisico necessarie per ottenere un profilo epigenetico sano.

In quanto esperti nella prescrizione di esercizi, **i fisioterapisti sono la figura ideale per contribuire alla scoperta di questa relazione dose-risposta**. Questa prospettiva rende possibile la nascita della "terapia fisica di precisione", che sfrutta le scoperte epigenetiche per ottimizzare gli interventi basati sull'esercizio fisico.

Ora spieghiamo come l'esercizio fisico e lo stile di vita influenzino direttamente lo sviluppo dei nostri geni. L'epigenetica ci dice che, facendo le scelte giuste, possiamo influenzare le nostre predisposizioni genetiche.

Introducendo stimoli positivi, come mangiare bene, fare esercizio fisico, evitare lo stress e dormire a sufficienza, si creano cambiamenti positivi. Siamo in parte padroni del nostro destino.



Fisioterapia e Sport

FISIOTERAPIA E SPORT NELLA SCOLIOSI IDIOPATICA

La fisioterapia specializzata e lo sport costituiscono la combinazione terapeutica indispensabile per frenare la progressione della scoliosi idiopatica dell'adolescente (SIA).

Mentre la **fisioterapia rieduca il sistema posturale involontario (extrapiramidale), lo sport induce le modifiche epigenetiche e muscolari necessarie per stabilizzare la colonna vertebrale.**

1. La fisioterapia specifica (PSSE)

La fisioterapia analitica classica (semplici esercizi di allungamento) è oggi sostituita dai PSSE (Physiotherapy Scoliosis-Specific Exercises). Questi metodi internazionali mirano alla riprogrammazione del sistema extrapiramidale e alla derotazione della colonna vertebrale.

L'autocorrezione tridimensionale (3D): il paziente impara a correggere attivamente la propria postura nei tre piani dello spazio (frontale, sagittale, trasversale) prima di ogni esercizio.

Il Metodo Lionese: privilegia l'autocorrezione attiva in situazioni di instabilità (palloni, piattaforme instabili). Ciò costringe il tronco cerebrale a reclutare i muscoli paravertebrali profondi in modo simmetrico.

L'integrazione del corsetto: La fisioterapia prepara il corpo alle sollecitazioni del corsetto e contrasta l'amiotrofia (perdita di massa muscolare) che esso può causare.

2. Lo sport: l'anello epigenetico e meccanico

Per molto tempo, lo sport è stato vietato o limitato nei pazienti affetti da scoliosi. Oggi è fortemente raccomandato.

L'attività fisica utilizza la meccano-trasduzione per stimolare i geni coinvolti nella formazione ossea (Piezo1, RUNX2) e rafforzare il tono posturale.

Sport raccomandati: sono da privilegiare gli sport completi, simmetrici o di estensione.

- ▶ Nuoto (stile dorso): ideale per l'autoespansione e il rafforzamento assiale senza impatto.
- ▶ Arrampicata: eccellente per il rafforzamento profondo del core, la proprioccezione e la sospensione (allungamento naturale).
- ▶ Ginnastica dolce / Pilates / Yoga: rafforzano i muscoli stabilizzatori del tronco (il "core") e migliorano la consapevolezza corporea.
- ▶ Sport di squadra (pallavolo, pallacanestro): favoriscono l'estensione assiale durante i salti.

Sport da praticare sotto supervisione o con moderazione: Gli sport caratterizzati da una rigorosa asimmetria (tennis, golf, scherma) o da forti sollecitazioni di compressione/ipertestensione (sollevamento pesi, ginnastica agonistica, trampolino) non sono vietati, ma devono essere compensati da un rigoroso allenamento del core e approvati dal medico.

Storia della fisioterapia e dello Sport

La storia della gestione della scoliosi attraverso il movimento mostra un completo cambiamento di paradigma. Per oltre due millenni, la medicina ha oscillato tra approcci puramente meccanici e rigide restrizioni, prima di comprendere che lo sport e la fisioterapia specifica attivano leve neurologiche ed epigenetiche essenziali.

1. L'ANTICHITÀ E L'ERA MECCANICA: LA FORZA BRUTA

Ippocrate (V secolo a.C.): ideò il primo apparecchio di trazione, lo Scamnum (panca di Ippocrate). La scoliosi era considerata una semplice deformazione meccanica. Si tentava di correggerla mediante stiramento forzato e pressione diretta sulla gobba (gibbosità).



Scamnum di Ippocrate

Galen (II secolo d.C.): Conia i termini scoliosi (curvatura laterale), cifosi e lordosi. Introduce i primi esercizi di respirazione e i bendaggi compressivi, senza grande successo terapeutico.

Ha portato il concetto un passo avanti, combinando la trazione assiale con la pressione diretta applicata meccanicamente da un manipolatore

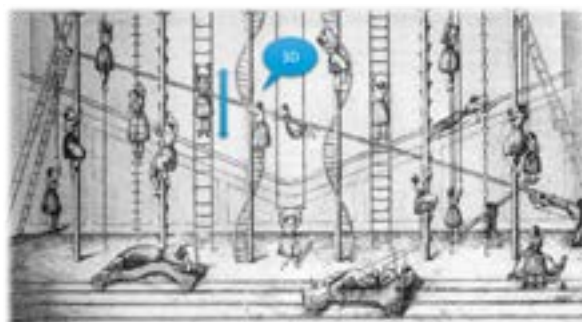


Galeno (dal 131 d.C. al 201 d.C.) Il primo a parlare di scoliosi

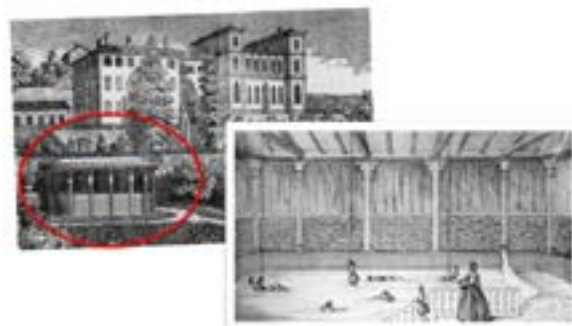
2. IL XIX SECOLO: L'ASCESA DELLA GINNASTICA ORTOPEDICA

L'approccio svedese (Pehr Henrik Ling): All'inizio del XIX secolo, in Svezia nasce la "ginnastica medica". Derivata dal kung fu cinese, propone movimenti standardizzati per rafforzare il corpo, ma manca ancora di specificità per la rotazione vertebrale.

Gli istituti ortopedici: In Francia (Pravaz) e in Italia (Bologna) aprono i battenti centri specializzati. Vi si utilizzano complessi letti di trazione, altalene ortopediche ed esercizi di sospensione. L'obiettivo rimane la correzione passiva o lo sforzo muscolare simmetrico forzato.



Lione - Istituto ortopedico e pneumatico di Pravaz 1835



Lione - La piscina è parte integrante dell'Institut 1835

Verso la metà del XIX secolo, la presenza di palestre all'interno degli ospedali pediatrici divenne sempre più comune. A Lione, la Facoltà di Medicina fondata da Rockefeller non solo disponeva di una palestra, ma vantava anche un istruttore di ginnastica dedicato agli studenti. Questo istruttore di ginnastica sarebbe poi diventato il primo direttore della scuola di fisioterapia, che fu integrata senza

soluzione di continuità nella Facoltà di Medicina.



Oltre alla scoliosi, la pratica di un'attività fisica regolare è parte integrante del trattamento di numerose malattie pediatriche

Sulla base della sua esperienza, Lewis Sayre realizza il primo corsetto in gesso con tecnica di sospensione.



Un'asta di rame flessibile inserita nel canale spinale tiene le vertebre in posizione. I processi spinosi sono fissati alle barre verticali da un elastico nel piano orizzontale. Premendo il pulsante si crea una scoliosi strutturale, e tirando il pulsante si crea una colonna dritta.

3. IL XX SECOLO: L'ERA DELLA SPECIFICITÀ E L'ERRORE DEL "RIPOSO"

1921: La rivoluzione di Katharina Schroth: Affetta lei stessa da scoliosi, questa tedesca rivoluziona la fisioterapia. Comprende che la scoliosi è tridimensionale (3D) e comporta una rotazione. Inventa la respirazione rotatoria angolare per gonfiare dall'interno le zone concave. È la nascita dei Physiotherapy Scoliosis-Specific Exercises (PSSE).

Gli anni 1950-1980: Il dogma del divieto di praticare sport: con l'avvento dei corsetti moderni (come il corsetto di Milwaukee) e della chirurgia (aste di Harrington), la medicina accademica diventa cauta. La regola generale è il riposo. Lo sport viene massicciamente vietato per paura di aggravare le curvature a causa degli impatti o di creare uno squilibrio.

La fisioterapia si riduce spesso a stiramenti passivi e a un rafforzamento simmetrico inefficace.

La scuola lionese (Stagnara): Parallelamente, in Francia, il Prof. Stagnara sviluppa un approccio che combina gessi successivi, corsetti e una fisioterapia rigorosa volta a stimolare il sistema posturale automatico e la pratica sportiva.

Attività sportive con fisioterapia e busti



Lione - Stagnara, de Mauroy

4. IL XXI SECOLO: IL CONSENSO SCIENTIFICO «FISIOTERAPIA + SPORT»

A cavallo tra gli anni 2000 e 2010, sotto l'impulso della SOSORT (Società scientifica internazionale per il trattamento ortopedico e riabilitativo della scoliosi), il dogma del riposo viene definitivamente smentito.

Il riconoscimento dei PSSE: Metodi come **Schroth**, **SEAS** (Italia) o il **Nuovo Metodo lionese** dimostrano scientificamente la loro capacità di rallentare la progressione delle curve da lievi a moderate.

Lo sport riabilitato: La scoperta dei meccanismi di mecano-trasduzione (attivazione di Piezo1, miglioramento della densità ossea) e del controllo extrapiramidale dimostra che il movimento è un farmaco epigenetico. Lo sport non è più un pericolo, ma un trattamento adjuvante obbligatorio che potenzia gli effetti della fisioterapia.



Theo Grivas, Joe O'Brien, Stefano Negrini, Jean Claude de Mauroy, Tomasz Kotwicki, Manuel Rigo

Linee guida per lo sport SOSORT 2016



Linea guida 2016 Sport

Esercizi in base allo stadio di maturazione

La scelta degli esercizi per la scoliosi varia a seconda della maturazione del sistema extrapiramidale. Questo sistema gestisce la motricità involontaria, il tono posturale e i riflessi antigravitazionali. La sua maturazione si completa verso la fine dell'adolescenza (12 anni).

Ecco come adattare la rieducazione in base all'età e allo sviluppo neurologico del paziente.

1. NEONATO (PRIMA DI INIZIARE A CAMMINARE): INIZIO DELLA MATURAZIONE

I riflessi arcaici scompariranno progressivamente.

Obiettivo: Stimolare i riflessi di raddrizzamento.

Strategia di esercizio: Gli esercizi si eseguono in auto-allungamento (baby lift) e inclinando le spalle verso la convessità

Tipi di esercizi:

Il neonato è seduto sulle ginocchia. Entrambe le mani del terapeuta stabilizzano lateralmente sotto le ascelle.



Sollevamento lungo l'asse verticale



Inclinazione verso la concavità sinistra



Estensione dell'arto superiore concava

2. INFANZIA (PRIMA DEI 6 ANNI): MATURAZIONE LIMITATA

Il sistema extrapiramidale è ancora molto immaturo. Il controllo posturale automatico è in pieno sviluppo.

Obiettivo: Stimolare l'integrazione sensoriale e i riflessi di raddrizzamento.

Strategia di esercizio: Evitare correzioni analitiche complesse (il cervello non è in grado di integrarle in modo automatico).

Tipi di esercizi:

- ▶ Giochi di squilibrio controllato: Camminata sulla trave



Camminata sulla trave

- ▶ Stimolazione sensoriale: Camminata a piedi nudi su superfici diverse (sabbia, gommapiuma) per stimolare i recettori plantari e lungo tracce tracciate a terra.

- ▶ Movimenti globali: Accovacciarsi sulle mani.



Accovacciarsi sulle mani

3. PERIODO PREPUBERALE (7 ANNI): STABILIZZAZIONE DELLA TESTA (TECTOSPINALE)

Il sistema extrapiramidale si affina, i centri cerebellari e visivi entrano progressivamente in funzione

Obiettivo: La stabilizzazione nello spazio costituirà la base per un'organizzazione a cascata del controllo posturale. L'età di 7 anni è considerata un periodo cruciale nell'evoluzione delle strategie di equilibrio

Strategia di esercizio: Introdurre la consapevolezza dell'allineamento e dell'equilibrio del corpo nello spazio.

Tipi di esercizi:

Feedback visivo: Esercizi davanti a uno specchio per correggere l'asimmetria delle spalle e del bacino.



Riproduzione come uno specchio

Autoallungamento assiale attivo: Allungare la colonna vertebrale contro la forza di gravità (esercizio 9 della posizione eretta)



Inversione destra-sinistra con apertura della concavità

4. PERIODO PREPUBERALE (DA 8 A 12 ANNI): FINE DELLA MATURAZIONE

Il sistema extrapiramidale si affina, consentendo una migliore coordinazione automatica e una stabilizzazione del tono muscolare.

Obiettivo: Automatizzare il "corretto" schema posturale.

Strategia di esercizio: Introdurre la consapevolezza del corpo nello spazio (propriocezione) senza sovraccaricare l'attenzione.

Tipi di esercizi:

- ▶ Feedback visivo: Esercizi davanti a uno specchio per correggere l'asimmetria delle spalle e del

bacino. (esercizio n.1)

- ▶ Velocità e coordinazione



Schiva le palline con salti

- ▶ Autoallungamento assiale attivo: Allungare la colonna vertebrale contro la forza di gravità (esercizio n. 6)

- ▶ Stabilizzazione instabile: su palla svizzera con stretching balistico (esercizio n. 10)

5. TARDA ADOLESCENZA (12-16 ANNI): MATURAZIONE COMPLETA

Il sistema extrapiramidale raggiunge la maturità a 12 anni, ma nella scoliosi idiopatica si osserva un ritardo nella maturazione.

Le connessioni tra la corteccia (volontaria) e i nuclei grigi centrali (automatica) sono stabili.

Obiettivo: Deprogrammare lo schema scoliotico radicato e automatizzare la correzione nella vita quotidiana.

Strategia di esercizio: Utilizzare correzioni tridimensionali rigorose (esercizi 7 e 8), quindi stimolare il sistema affinché integri tale correzione in modo riflessivo.

Tipi di esercizi:

- ▶ Deflessione e derotazione (Metodo Schroth / Lyon): Esercizi asimmetrici specifici basati sull'apertura della concavità.

- ▶ Stabilizzazione della correzione sotto sforzo: Mantenere la postura corretta mentre si esegue un movimento degli arti (lancio della palla).

- ▶ Core stability instabile e caotica (<25°): Bosu ball o piano oscillante per costringere il sistema extrapiramidale ad adeguare il tono dei muscoli profondi.

- ▶ Rafforzamento della muscolatura assiale: il side plank asimmetrico con apertura della concavità rafforza specificamente il muscolo multifido lungo la colonna vertebrale.

Esercizi neurosensitivi specifici extrapiramidali

Il massaggio neurosensitivo (o neurosensoriale) è un approccio manuale delicato e avvolgente, particolarmente indicato per stimolare le afferenze del sistema extrapiramidale e alleviare le tensioni muscolari asimmetriche.

La scoliosi idiopatica è strettamente legata a un'alterazione dello schema corporeo e a un ritardo nella maturazione del sistema posturale.

Pur non potendo correggere la curvatura strutturale della colonna vertebrale, agisce efficacemente sul sistema extrapiramidale e migliora la percezione globale del corpo.

OBIETTIVO

L'obiettivo della rieducazione propriocettiva è quello di riprogrammare il sistema nervoso centrale affinché integri una postura corretta (più eretta) come nuova norma, contrastando così l'asimmetria indotta dalla scoliosi.

RUOLO DELLA PROPRIOCEZIONE NELLA SCOLIOSI

In un paziente affetto da scoliosi idiopatica, i recettori sensoriali (recettori cutanei fusi neuromuscolari, organi tendinei di Golgi, recettori articolari) trasmettono informazioni errate. Il cervello si abitua alla deviazione tridimensionale e percepisce la posizione scoliotica asimmetrica come "retta". La fisioterapia utilizza tecniche specifiche per stimolare questi recettori e correggere questa percezione inconscia.

I BENEFICI SPECIFICI PER LA SCOLIOSI

La scoliosi impone sollecitazioni meccaniche permanenti: i muscoli su un lato della curvatura sono ipertesi (lato convesso), mentre quelli sull'altro lato sono retratti o indeboliti (lato concavo).

ALLUNGAMENTO MEDIANTE CIFOTIZZAZIONE

Principio: Il paziente cerca attivamente di allineare l'asse testa-tronco-bacino allungando la colonna vertebrale verso l'alto. La posizione fetale favorisce

la correzione della schiena piatta e concentra l'azione sui recettori vertebrali.

Il sistema autonomo che regola la vasodilatazione viene stimolato dall'allungamento delle fasce. È l'equivalente del riscaldamento prima di praticare uno sport.

Stimolazione: Questa tensione induce un allungamento dei fusi neuromuscolari dei muscoli profondi della schiena (multifidus), il che innesca riflessi di stabilizzazione assiale.



Esercizio 2

REGOLAZIONE DEL SISTEMA NERVOSO:

Massaggio profondo con scorrimento. Questo massaggio desensibilizza temporaneamente i recettori delle afferenze propriocettive. Aiuta a spezzare il circolo vizioso «stress-tensione muscolare».

RILASSAMENTO DELLE TENSIONI ASIMMETRICHE:

Agendo delicatamente sulle fasce e sui muscoli profondi, rilassa le zone sovraccaricate della concavità.

La stimolazione propriocettiva cutanea coinvolge i corpuscoli di Ruffini e di Pacini, presenti in gran numero lungo la linea mediana.



Esercizio 3

MIGLIORAMENTO DELLA PROPRIOCEZIONE:

Stimolare i recettori cutanei risveglia la percezione della schiena. Ciò consente al paziente di percepire meglio la propria postura e di avviare correzioni spontanee.

SUPPORTO RESPIRATORIO:

Liberando le tensioni dei muscoli intercostali e del diaframma, spesso compressi dalla rotazione vertebrale, aiuta a ritrovare una migliore ampiezza respiratoria.

Le articolazioni costo-vertebrali svolgono un ruolo fondamentale nella respirazione. Nella scoliosi il loro funzionamento risulta compromesso. Una buona mobilità è indispensabile per il metabolismo aerobico.

La mobilizzazione segmentale viene eseguita a due livelli diversi, sul lato convesso e su quello concavo, per consentire la mobilizzazione vertebrale. Il pollice viene posizionato direttamente sulla superficie trasversale convessa e il dito medio su quella concava. I piani cutanei vengono tesi tra la convessità e la concavità.

Il collegamento vertebro-polmonare è fondamentale quando il bambino impara a nuotare e, successivamente, durante la pratica di uno sport. La mobilità di ciascun segmento è indispensabile per la tensesgrità vertebrale, in particolare a livello dell'apice della scoliosi.

Il ripristino delle curvature sagittali sarà facilitato durante l'espiazione



Esercizio 4

COSA LO DISTINGUE DAGLI ALTRI MASSAGGI

A differenza del massaggio Deep Tissue o del massaggio svedese, che agiscono sui muscoli con pressioni talvolta molto forti, il massaggio neurosensitivo privilegia:

- Movimenti lenti, fluidi e ritmici.
- Un'alternanza di sfioramenti, pressioni delicate e mobilizzazioni passive.

- Un approccio globale che tiene conto dello stato di affaticamento psicofisico causato dall'uso di un busto.

PRECAUZIONI IMPORTANTI

Complementarità: Il massaggio è una terapia di supporto. Deve essere associato a un trattamento medico, alla fisioterapia (esercizi di rafforzamento e stretching) o all'uso di un busto, se prescritto.

CONTROINDICAZIONI:

Chiedete sempre il parere del vostro medico o dello specialista. Le manovre devono essere adattate, in particolare in presenza di materiale chirurgico (aste, viti) o durante le fasi infiammatorie acute.

Esercizi neuromotori specifici extrapiramidali

Gli esercizi neuromotori mirati al sistema extrapiramidale nel contesto della scoliosi mirano a riprogrammare il controllo posturale automatico, l'equilibrio e la simmetria muscolare profonda. A differenza dei movimenti volontari isolati (sistema piramidale), questi esercizi stimolano i riflessi di raddrizzamento e la propriocezione inconscia.

Ecco una selezione di esercizi clinicamente riconosciuti, ispirati ad approcci olistici quali il metodo lionese, la rieducazione propriocettiva e le terapie neurosensoriali.

1. ESERCIZI SU SUPERFICI INSTABILI (PROPRIOCEZIONE)

Questi esercizi costringono il sistema extrapiramidale ad adeguare istantaneamente il tono dei muscoli spinali profondi per mantenere il centro di gravità.

Equilibrio su una sola gamba su piattaforma Freeman o Bosu (caotico):

Azione: Mantenersi in equilibrio su una gamba sola sulla superficie instabile.

Progressione: chiudere gli occhi per eliminare i punti di riferimento visivi e sovrastimolare i recettori vestibolari e propriocettivi.

Durata: 3 serie da 20 secondi per gamba.

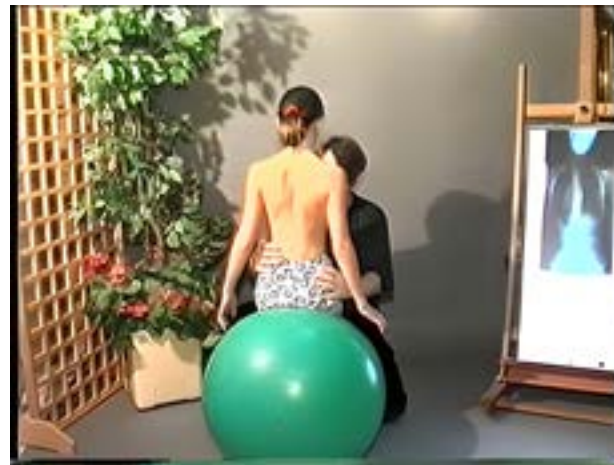


Esercizio 11

Seduta attiva su Swiss Ball con stretching balistico (lineare):

Azione: seduti sulla palla, con la schiena dritta, sollevare prima un piede e poi l'altro.

Variante extrapiramidale: Un partner esercita lievi spinte imprevedibili sulla palla o sulle spalle per innescare reazioni automatiche di raddrizzamento.



Esercizio 10

2. STABILIZZAZIONE SEGMENTARIA E FEED-FORWARD

L'obiettivo è attivare i muscoli stabilizzatori (trasverso, multifidi) prima del movimento degli arti.

Il "Side-Plank" con resistenza asimmetrica:

Azione: in appoggio sull'avambraccio convesso

Focus sulla scoliosi: Estendere l'arto superiore concavo e mantenere il bacino perfettamente orizzontale nonostante la linea di gravità modificata. Mantenere la posizione corretta per 20 secondi, poi riposo della stessa durata dell'esercizio.



Esercizio 12a

Il "Forearm-Plank" con resistenza asimmetrica:

Azione: La versione classica in cui ci si sostiene sulle punte dei piedi e sugli avambracci, mantenendo il corpo allineato. Gli avambracci possono essere incrociati su una palla svizzera, il che favorisce i riflessi di equilibrio e la cifosi toracica.

Focus sulla scoliosi: Mantenere il bacino perfettamente orizzontale nonostante la linea di gravità modificata. Normalizzazione sagittale con rispetto della lordosi lombare.



Esercizio 12b

3. STIMOLAZIONE VESTIBOLARE E RIFLESSI OPTOCINETICI

Il sistema extrapiramidale è strettamente legato alla vista e all'orecchio interno per il corretto allineamento della colonna vertebrale.

Camminata in punta di piedi davanti a uno specchio (grand porter):

Esecuzione: Appoggiandosi su un piede e con un piccolo sacchetto di sabbia sulla testa, correggere l'equilibrio della testa e delle spalle.

Beneficio: Dissocia i movimenti oculari dai riflessi cervicali di raddrizzamento, costringendo il tronco ad adattarsi in modo riflesso.



Esercizio 9

PRECAUZIONI IMPORTANTI

- Valutazione preliminare: Poiché la scoliosi è tridimensionale (inclinazione, rotazione, inversione delle curvature sagittali), un esercizio mal orientato può aggravare una gibbosità.
- Assenza di dolore: Nessun esercizio neuromotorio deve provocare dolore acuto o scariche nervose.
- Assistenza: Questi protocolli devono idealmente essere convalidati da un fisioterapista specializzato (formato ai metodi lionese, Souhard o di rieducazione neuro-posturale).

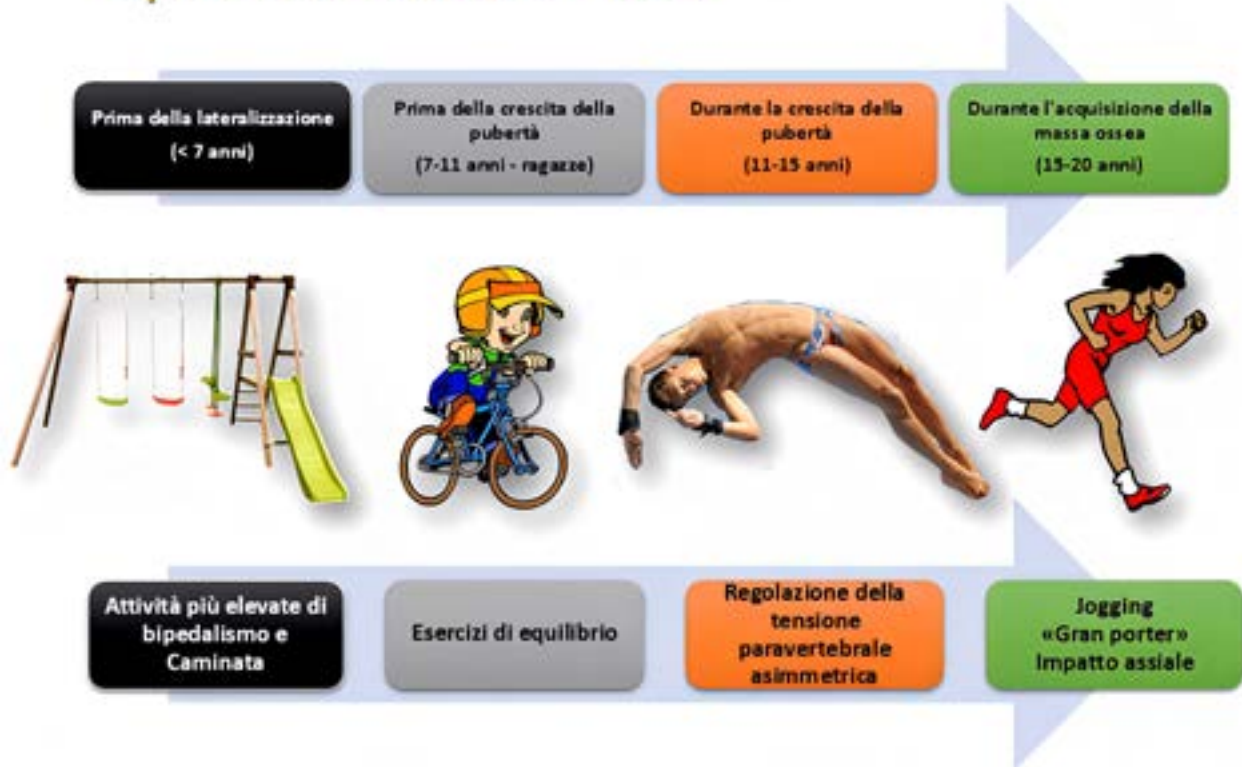
Attività sportiva durante la fase di crescita

Durante la fase di crescita, l'attività sportiva è fondamentale e vivamente raccomandata per gli adolescenti affetti da scoliosi idiopatica, poiché la sedentarietà aumenta da 2 a 5 volte il rischio di progressione della malattia. Sebbene lo sport non curi la curvatura della colonna vertebrale, rafforza i muscoli profondi, stabilizza il tronco e migliora la qualità della vita. Ecco una tabella riassuntiva degli effetti dell'attività sportiva in base alle modalità di pratica nei giovani in fase di crescita:

L'attività fisica tiene conto dell'età, come abbiamo visto nel capitolo dedicato alla maturazione del sistema extrapiramidale.

- 1. Prima della lateralizzazione, si consigliano attività più impegnative rispetto alla camminata.
- 2. Dopo la lateralizzazione, la bicicletta stimola l'equilibrio.
- 3. All'inizio della crescita puberale, il nuoto regola le tensioni paravertebrali.
- 4. Alla fine della crescita puberale, l'impatto assiale favorisce il fissaggio del calcio sulle ossa.

Sport secondo l'età



Tipo di pratica /Intensità	Effetti positivi (benefici)	Rischi / Precauzioni	Esempi di sport
Da moderata a regolare (Meno di 10 ore a settimana)	▶ Rafforza i muscoli profondi del tronco ▶ Migliora la capacità respiratoria ▶ Sviluppa la consapevolezza del proprio corpo ▶ Riduce i dolori alla schiena ▶ Deve rispettare la soglia del dolore	Richiede un monitoraggio medico regolare della curvatura	Nuoto, Pilates, Ciclismo, Corsa, Esercizi di stabilizzazione del tronco
Intensa (Più di 10 ore a settimana)	▶ Eccellente condizione fisica generale ▶ Massima densità ossea	Aumenta il rischio di aggravamento della scoliosi Affaticamento muscolare che riduce il controllo posturale	Sport a livello agonistico o con orari adattati
Sport con iperlassità (asimmetrici o meno)	▶ Flessibilità generale ▶ Maggiore agilità ed equilibrio	Maggiore rischio di deformazione dovuto alla lassità articolare ad alta intensità Sollecitazioni meccaniche asimmetriche ripetute	Ginnastica artistica o ritmica, Danza classica
Sport con carichi assiali	▶ Aumento della forza complessiva ▶ Rafforzamento degli arti inferiori	Compressione diretta della colonna vertebrale Da evitare assolutamente in caso di dolori o carichi al di sopra delle spalle	Sollevamento pesi, Bodybuilding con carichi elevati, Lancio del peso
Sport di contatto / collisione	▶ Sviluppo dei riflessi ▶ Spirito di squadra e socializzazione	Rischio di traumi diretti alla colonna vertebrale Massima prudenza in caso di utilizzo di un busto ortopedico	Calcio, rugby, pallamano, arti marziali di contatto

Effetti dell'attività fisica sul sistema extrapiramidale

Studi condotti presso l'Istituto Schroth per la scoliosi in Germania hanno dimostrato che tutti i pazienti affetti da scoliosi presentano **schemi di movimento anomali**, che costituiscono una delle cause della scoliosi.

Se questi schemi di movimento anomali permangono per un periodo sufficientemente lungo, iniziano a influire negativamente sulla postura della persona.

I cambiamenti posturali che non vengono corretti finiranno per causare alterazioni strutturali nel corpo,

L'esercizio fisico è in grado di attenuare o invertire alcuni dei modelli di metilazione associati a una dieta ad alto contenuto di grassi.

Quando facciamo esercizio fisico, accadono diverse cose:

- Cambiamo il nostro ambiente metabolico. Ormoni come l'adrenalina, la noradrenalina, il cortisolo, il glucagone e il GH aumentano, mentre l'insulina diminuisce.
- Modifichiamo i modelli di secrezione delle miocchine. Il muscolo è un organo endocrino in grado di secernere una moltitudine di sostanze durante l'esercizio.
- Aumentiamo l'espressione di alcuni geni e diminuiamo quella di altri.

Neuroanatomy, Extrapiramidal System
Jane Lee; Maria Rosaria Muzio.
[Updated 2022 Nov 9]. In: StatPearls [Internet].
Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025
Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554542/>

IL SISTEMA EXTRAPIRAMIDALE (EPS)

è fondamentale per il mantenimento della postura e la regolazione delle funzioni motorie involontarie. In particolare, l'EPS garantisce:

- la regolazione del tono posturale-la preparazione di atteggiamenti tonici predisponenti ai movimenti involontari
- l'esecuzione di movimenti che rendono più naturali e corretti quelli volontari
- il controllo delle modifiche automatiche del

- tono e dei movimenti-
- il controllo dei riflessi che accompagnano le risposte a situazioni affettive e attentive (reazioni)
- il controllo dei movimenti che sono originariamente volontari ma che poi diventano automatici attraverso l'esercizio e l'apprendimento (ad esempio, nella scrittura)

Uno degli aspetti più interessanti dell'epigenetica è il fatto che i cambiamenti epigenetici hanno un'**eredità intergenerazionale**.

L'esercizio su un tapis roulant da parte dei futuri genitori aumenta l'espressione del fattore neurotrofico derivato dal cervello nell'ippocampo dei (futuri) figli.

- L'esercizio fisico modifica l'espressione genica.
- L'esercizio fisico protegge dalle malattie croniche.
- L'effetto positivo sarà trasmesso ai vostri discendenti.

EVITARE LA VITA SEDENTARIA

e impegnarsi in attività sportive è uno dei consigli più comuni. Se il bambino si impegna in un'attività sportiva, spesso viene interrotta durante l'adolescenza. Pertanto, l'adolescente dovrebbe essere incoraggiato a farlo. L'attività scolastica o professionale è spesso una scusa e il paziente dovrà essere convinto che lo sport non è un'opzione.

L'EQUILIBRIO, LA COORDINAZIONE E LA RESISTENZA

sono preferiti alla forza che non è essenziale. Il rafforzamento muscolare nella scoliosi è spesso discusso e dovrebbe essere spiegato al paziente che il crossfit non è essenziale nella scoliosi. La maggior parte degli esercizi di equilibrio possono essere fatti a casa con attrezzature minime.

ALLINEAMENTO GRAVITAZIONALE RETICOLO-SPINALE

Da diversi anni viene prestata particolare attenzione all'allineamento della colonna vertebrale sul piano frontale, sul piano sagittale con equilibrio isostatico in base all'incidenza pelvica e sul piano orizzontale con traslazione della vertebra apicale sulla linea di gravità, chiaramente visibile su EOS 3D. I concetti di equilibrio, posizione e postura sono meno noti e giustificano questa specifica presentazione.

L'EQUILIBRIO

è definito come uno stato di assenza di accelerazione in cui forze o azioni opposte sono bilanciate, in modo che nessuna delle due sia più forte o maggiore dell'altra.

- Equilibrio statico si riferisce a un corpo a riposo o immobile. E la capacità di mantenere il centro di massa del corpo all'interno della sua base di appoggio.
- Equilibrio dinamico si riferisce a un corpo in movimento con accelerazione costante,

generato dall'equilibrio tra le forze applicate e quelle inerziali. E la capacità di muoversi al di fuori della base di appoggio del corpo, mantenendo il controllo posturale.

I circuiti sensomotori presentano proprietà non lineari.

Si osservano:
- soglie,
- ritardi temporali del feedback propriocettivo,
- ritardi neuromuscolari nella produzione della forza.
La geometria non lineare delle connessioni muscolo-scheletriche (ad esempio, la dipendenza del braccio di leva dei muscoli dall'angolo articolare) contribuisce alle proprietà non lineari del sistema sensomotorio.

- Per Gibson, il gesto emerge quindi da un'interazione tra ambiente e organismo.
- Per Bernstein, la sinergia permette di ordinare il comportamento da un punto di vista spazio-temporale.
- Secondo Zanone (1990), la prospettiva dinamica è non lineare. Un organismo, qualunque sia il suo stato iniziale, è sempre orientato verso uno stato stabile e stazionario chiamato "attrattore" del comportamento del sistema. L'attrattore è il risultato di un'interazione tra l'ambiente e l'organismo. Durante uno squilibrio, il sistema diventa attivo, caotico, poi trova un attrattore: o quello iniziale, se il sistema è stabile, o un altro e si tratta di una transizione di fase, se il sistema è flessibile.

Il sistema di controllo posturale deve affrontare contemporaneamente due compiti: uno consiste nel definire una distribuzione dell'attività muscolare tonica («**atteggiamento posturale**»), mentre l'altro è quello di compensare le perturbazioni interne o esterne («**equilibrio**»). I

Il sistema oscilla costantemente tra **anticipazione e feedback posturale**. La stabilità posturale richiede un'attività costante dei muscoli assiali per stabilizzare il tronco (e la testa) e, se necessario, per compensare i movimenti delle parti distali del corpo. L'apprendimento e la fisioterapia mirano a trasformare le correzioni posturali retroattive in correzioni posturali anticipate,

L'esercizio mira a mantenere l'allineamento del tronco attraverso l'uso della testa, degli occhi e della proprioccezione. Nel metodo lionese, la testa rimane sempre in posizione neutra, ma è possibile eliminare gradualmente la proprioccezione della mano destra e chiudere gli occhi.

LA POSTURA

è definita come il modo (intenzionale o abituale) in cui una persona mantiene il proprio corpo quando sta in piedi, seduta, dorme, è in ginocchio... oppure come risultato dell'azione coordinata svolta da un gruppo di muscoli che lavorano per mantenere la stabilità, come nel camminare o nel correre.

Il controllo della postura è un'abitudine automatica

e involontaria. La **postura può essere educata e rieducata**

Si possono distinguere due funzioni di controllo posturale: la funzione di **orientamento** e quella di **stabilizzazione**.

In una situazione statica, il controllo posturale dell'intero corpo consiste nello scegliere un orientamento verticale e nel mantenerlo nonostante gli effetti perturbanti della gravità. Queste due funzioni sono compromesse nella scoliosi, con disallineamento della linea di gravità e difetti sensoriali profondi, con circa il 30% di siringomielia.

La postura e il tono sono alla base **dell'organizzazione e dell'esecuzione della prassi**: un movimento non può essere eseguito senza una postura adeguata.

Il **tono posturale** rappresenta l'attivazione tonica dei muscoli volta a garantire uno specifico assetto posturale e a generare forza contro il suolo per mantenere gli arti estesi. Il tono posturale è comunemente considerato come una tensione muscolare di basso livello osservabile sia nei muscoli scheletrici distali che in quelli prossimali (tronco e collo). **L'atteggiamento posturale** è determinato sia dalla morfologia individuale che da una specifica attività muscolare di basso livello; l'integrazione di diverse aree sensoriali e motorie si è sviluppata nel corso di milioni di anni di evoluzione della vita con lo scopo di garantire una regolazione accurata dell'orientamento del corpo nel campo gravitazionale.

La correzione della scoliosi con mezzi meccanici richiede una **riprogrammazione statestetica e cinestetica** dei sensori a livello di muscoli, tendini, articolazioni...

L'attività tonica dei muscoli e il controllo posturale richiedono circuiti neurali specializzati all'interno del sistema extrapiramidale. Il tono posturale rappresenta l'attivazione tonica dei muscoli necessaria a garantire una specifica posizione posturale e a generare forza contro il suolo per mantenere gli arti distesi.

IL TONO DELLE STRUTTURE FASCIALI È UN POTENTE FATTORE DETERMINANTE DELL'ALLINEAMENTO

Rolf comprese fin dall'inizio che la biomeccanica umana apporta ampi benefici alla salute e che la mobilità articolare migliora il flusso dei fluidi attraverso il corpo, favorendo così la "guarigione naturale". L'integrazione strutturale sottolinea il concetto secondo cui la rete miofasciale è un fattore determinante per l'allineamento osseo, la postura e il movimento.

Le tensioni indotte localmente alterano la geometria complessiva della struttura più ampia. Per Rolf, l'adeguatezza dell'adattamento dell'individuo alla gravità è un fattore determinante per la salute fisica e psicologica. L'equilibrio o lo squilibrio nel tono delle strutture fasciali è un potente fattore determinante per l'allineamento osseo e la funzione articolare.

CECV - ITALIA

<https://cecv.sirer.fr>

Via Nastrucci, 16A,
29122 Piacenza PC, Italia

MATU

Adulti



Resistenza
Fibre di tipo II

Sarcopenia



Segnali visivi
e vestibolari



Approccio cognitivo
Doppio compito



Degenerazione del
sistema
extrapiramidale

