

**SPINA BIFIDA:**  
**RIEDUCAZIONE MOTORIA CON METODI DI GINNASTICA POSTURALE**  
**IN UN CASO DI SPINA BIFIDA OCCULTA**

**Valentina Scapellato**

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Anatomia del rachide</b>	<b>4</b>
2.1	Anatomia delle vertebre . . . . .	5
2.2	Articolazioni delle vertebre . . . . .	16
2.3	Muscoli del rachide . . . . .	19
2.3.1	Movimenti del rachide . . . . .	35
2.4	Midollo spinale . . . . .	37
<b>3</b>	<b>Rachide e postura</b>	<b>46</b>
3.1	Implicazione delle catene muscolari e articolari sul rachide . . . . .	47
<b>4</b>	<b>Morfogenesi del rachide</b>	<b>52</b>
4.1	Anomalie nella morfogenesi del rachide . . . . .	54
4.1.1	Difetti del tubo neurale (DTN) . . . . .	55
<b>5</b>	<b>Spina bifida</b>	<b>57</b>
5.1	Classificazione . . . . .	58
5.1.1	Cause . . . . .	59
5.2	Implicazioni e conseguenze . . . . .	60
5.3	Epidemiologia . . . . .	77
5.4	Prevenzione e trattamento della spina bifida . . . . .	78
5.4.1	Focus sui centri spina bifida in Italia . . . . .	80
<b>6</b>	<b>Metodi di riferimento per la ginnastica posturale</b>	<b>87</b>
6.1	Metodi di consapevolezza corporea . . . . .	87
6.2	Metodi di rilassamento (Eutonia metodo Alexander) . . . . .	97
<b>7</b>	<b>Il caso</b>	<b>98</b>
7.1	Software di valutazione posturale: postural experience . . . . .	99
7.2	Attività svolta . . . . .	101
7.3	Risultati . . . . .	108

<i>INDICE</i>	2
<b>8 Conclusioni e obiettivi futuri</b>	<b>119</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>119</b>
<b>Sitografia</b>	<b>120</b>

# Capitolo 1

## Introduzione

La Spina Bifida è una patologia dovuta ad un'alterazione nel processo di formazione del tubo neurale e nello sviluppo delle strutture mesodermiche in rapporto col sistema nervoso centrale. È una malformazione che si forma nella vita intrauterina tra il 18 ed il 29 giorno di gravidanza e la cui causa può ritrovarsi in una sinergia di fattori endogeni ed ambientali. La sua gravità dipende dalla porzione di rachide coinvolta ed il suo trattamento risulta essere multidisciplinare, richiedendo l'intervento di diversi specialisti quali neurochirurgo, neuropsichiatra infantile, pediatra di base, urologo, ortopedico, fisioterapista, tecnico ortopedico, terapeuta della neuro-psicomotricità, assistente sociale, educatore professionale.

Nonostante in Italia siano numerosi i centri che si occupano del trattamento della Spina Bifida, non è previsto un percorso post-fisioterapico che accompagni il paziente nel contenimento e magari nella risoluzione dei problemi a lungo termine. E' a questo punto che uno Specialista nelle Scienze Motorie può intervenire per migliorare specifici aspetti funzionali nei casi che, dopo l'iter di trattamento, risultano con conseguenze meno gravi e dove l'attività proposta possa risultare effettivamente di beneficio per la persona.

In questo contesto, la ginnastica posturale, tramite i metodi più o meno tradizionali, può aiutare a risolvere scompensi post-chirurgici ma anche agire sugli schemi motori di base, riducendo il soggetto dal punto di vista motorio e funzionale.

Lo scopo di questa tesi è quello di illustrare l'importanza di un percorso post-fisioterapico nei pazienti che presentano un quadro di Spina Bifida, che necessita di essere del tutto personalizzato, poiché a seconda della classificazione della malattia e dal livello della lesione si dovrà lavorare in modo diversificato da paziente a paziente.

In particolare, questa tesi affronta la patologia dal punto di vista di uno Specialista delle Scienze Motorie, attraverso il percorso compiuto da una bambina con un quadro clinico di Spina Bifida occulta con agenesia del coccige.

I risultati ottenuti sono stati molto incoraggianti e possono costituire la base per una collaborazione con gli specialisti che si occupano del trattamento della Spina Bifida, ma soprattutto un aiuto per i genitori di bambini ed adolescenti che, dopo il percorso fisioterapico previsto dal trattamento, non avrebbero indicazioni su come continuare il percorso riabilitativo.

# Capitolo 2

## Anatomia del rachide

Il rachide è un complesso osteo-artro-muscolare a livello del quale si distinguono una porzione scheletrica, la colonna vertebrale, che a sua volta è costituita da segmenti ossei sovrapposti ed articolati tra loro, denominati vertebre, ed una porzione muscolo-legamentosa che collega e sorregge le vertebre. Ideato per portare il corpo del <<vertebrato>> sostenuto da quattro zampe, con l'evoluzione da quadrupede a bipede non ha cambiato sostanzialmente la sua struttura o funzione.

Funge da sostegno per il tronco, supporto per la testa (tramite l'articolazione atlo-occipitale), dà attacco agli arti e protegge il midollo spinale contenuto nel canale vertebrale.

Mentre i legamenti fungono da sostegno e da limitatori di movimenti, i muscoli agiscono secondo la loro forza tra processi vertebrali ed articolari, tra pelvi, gambe, braccia, coste e cranio.

La **colonna vertebrale** costituisce la parte scheletrica del rachide ed è costituita dall'insieme delle vertebre, le quali si articolano fra di loro, formando un asse che dalla base del cranio si estende in genere fino alla base del tronco. È costituita dalla sovrapposizione di 33-34 ossa brevi ed è suddivisa in cinque porzioni: *cervicale* (7 vertebre), *toracica* (12 vertebre), *lombare* (5 vertebre), *sacro-coccigea* (5 vertebre sacrali, 3-4 vertebre coccigee).

Dal punto di vista funzionale, la colonna vertebrale si presenta come una struttura portante elastica, capace di garantire, in opposizione alla gravità, sia la stazione eretta che l'equilibrio di forze e di resistenze necessarie per la locomozione ed ogni altra forma di attività cinetica finalizzata.

Osservando la colonna vertebrale in proiezione laterale (Figura 2.1) si nota l'alternarsi di curve fisiologiche che possono essere suddivise in *primarie* (cifosi toracica e sacrale), in quanto mantengono la concavità anteriore che tutta la colonna vertebrale presenta a livello fetale; *secondarie* (lordosi cervicale e lombare), che presentano la convessità anteriore e si sviluppano dopo la nascita. Fra le curve secondarie, dette anche compensatorie, quella cervicale compare tra le 6 settimane e i 3 mesi dopo la nascita, ovvero quando il neonato impara a mantenere eretta la testa e a dirigere anteriormente gli assi visivi, mentre la curva lombare compare verso i 12 mesi di vita quando il bambino acquista la postura eretta ed inizia a camminare per cui il centro di gravità passa dal tronco agli arti inferiori.

Le curve fisiologiche sono benefiche per la colonna vertebrale, in quanto le conferiscono una maggiore capacità di ammortizzare le pressioni e le sollecitazioni. L'equilibrio nella stazione eretta è determinato dall'allineamento delle diverse curvature sagittali rispetto alla linea passante per il centro di gravità.

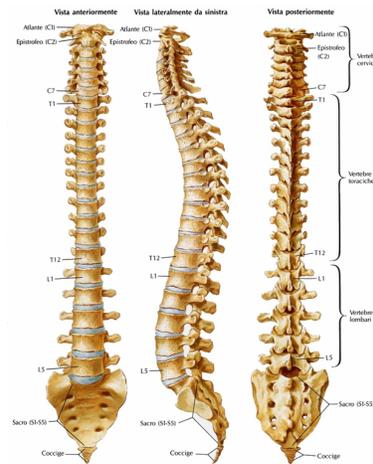


Figura 2.1: La colonna vertebrale vista dal piano frontale e sagittale.

## 2.1 Anatomia delle vertebre

La struttura della vertebra è quella caratteristica delle ossa brevi, cioè costituita da tessuto osseo trabecolare rivestito esternamente da una lamina di tessuto osseo compatto, più sottile, sia a livello del corpo, sia dell'arco (epifisi anulare).

Ciascuna vertebra (Figura 2.2) è costituita da:

**Corpo vertebrale:** è di forma approssimativamente cilindrica con 2 basi, superiore e inferiore, concave nella porzione centrale e lievemente rilevate ai bordi. I corpi vertebrali si articolano l'un l'altro per mezzo di sinfisi, cioè con l'interposizione di dischi fibrocartilaginei, la cui funzione è di rendere complementari le superfici articolari e ammortizzare le forze di carico, statiche e dinamiche, che si esercitano sulla colonna vertebrale.

**Arco vertebrale:** è la porzione posteriore delle vertebre che completa il foro vertebrale; in esso si distinguono due peduncoli, due masse apofisarie, due lamine, un processo spinoso.

I **peduncoli:** rappresentano le radici dell'arco, quei punti, cioè, tramite i quali l'arco si mette in giunzione con il corpo. I peduncoli hanno forma laminare, irregolarmente quadrangolare e presentano due facce e quattro margini; la faccia esterna o laterale continua anteriormente nella circonferenza del corpo vertebrale e posteriormente nei processo trasverso della massa apofisaria, mentre quella interna o mediale delimita lateralmente il foro vertebrale e continua anteriormente nella porzione posteriore della circonferenza del corpo e posteriormente nella superficie anteriore delle lamine dell'arco. Il margine anteriore è in contatto con

il corpo vertebrale mentre il margine posteriore e in contatto con la massa apofisaria, i margini superiore e inferiore presentano le incisure vertebrali, rispettivamente, superiore (più marcata) e inferiore (più lieve) che, unendosi con le incisure delle vertebre soprastanti e sottostanti, delimitano i fori intervertebrali che danno passaggio ai nervi spinali.

La **massa apofisaria**, che fa seguito ai peduncoli, è costituita dal processo trasverso e dai processi articolari superiore e inferiore.

Il processo trasverso, a forma laminare, si proietta orizzontalmente e lateralmente mentre i processi articolari si proiettano verticalmente e presentano, alle loro estremità libere, delle faccette articolari piane, ricoperte di cartilagine ialina e variamente orientate a seconda del tratto della colonna.

Le faccette articolari dei processi articolari superiori si articolano con quelle dei processi articolari inferiori della vertebra soprastante.

Posteriormente alle masse apofisarie, le **lamine vertebrali** destra e sinistra si uniscono medialmente per costruire il processo spinoso, diretto posteriormente, e chiudono il foro intervertebrale.

La colonna vertebrale è attraversata dal *canale midollare*, che si forma per il sovrapporsi di tutti i fori vertebrali.

Al suo interno, fino a livello della II vertebra lombare, è presente il *midollo spinale*. Tra le vertebre si stabiliscono due tipi di articolazioni (Figura 2.3): una tra i corpi vertebrali e l'altra tra i processi articolari. Le prime appartengono alle sinartrosi e più precisamente alle sinfisi. Oltre al disco intravertebrali, i mezzi di unione sono rappresentati dai legamenti longitudinali.

I processi articolari presentano superfici piane e tra di esse si stabiliscono diartrosi del tipo *artrodie*, che permettono i movimenti di scorrimento. I mezzi di unione sono dati da una capsula fibrosa e da numerosi legamenti.

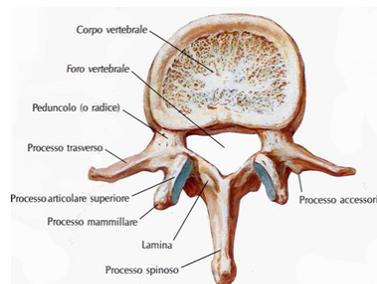


Figura 2.2: Vertebra tipo.

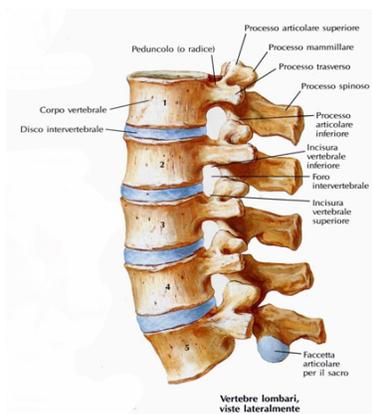


Figura 2.3: Porzione di colonna vertebrale, articolazioni.

### Vertebre cervicali

Le vertebre cervicali (Figure 2.4, 2.5) sono le prime 7, costituiscono l'asse di sostegno del collo e il loro corpo aumenta gradualmente di volume in direzione cranio-caudale.

Il corpo delle vertebre cervicali è più piccolo rispetto a quello delle vertebre degli altri tratti, di forma ovoidale, i margini laterali della superficie articolare superiore sono rialzati in creste disposte sul piano sagittale e sono detti processi uncinati, la faccia inferiore invece, presenta delle depressioni che accolgono gli uncini della vertebra sottostante. I peduncoli sono orientati obliquamente e indietro e presentano le incisure intervertebrali superiori più sviluppate delle inferiori; l'arco vertebrale prosegue nella massa apofisaria che presenta un processo trasverso costituito da due lamine che unite da un ponte osseo delimitano un foro, detto trasversario, in cui passano l'arteria e la vena vertebrale. La lamina anteriore del processo trasverso si diparte dal corpo vertebrale mentre la lamina posteriore si diparte dalla massa apofisaria e alle due estremità presentano i tubercoli rispettivamente anteriore e posteriore. I processi articolari, localizzati posteriormente ai processi trasversi, sono poco pronunciati; la faccetta articolare del processo articolare superiore è diretta obliquamente superiormente e posteriormente, mentre la faccetta articolare del processo articolare inferiore è diretta obliquamente inferiormente e anteriormente. Le lamine sono quadrangolari e sono dirette obliquamente inferiormente e indietro e si uniscono a formare il processo spinoso che si presenta diretto orizzontalmente, poco pronunciato e bifido. Il foro vertebrale si presenta a contorno triangolare e più ampio rispetto a quello dei tratti successivi.

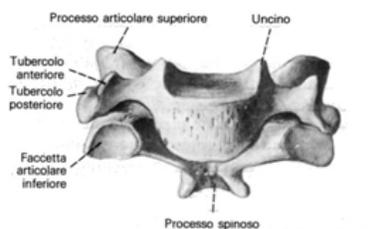


Figura 2.4: Faccia anteriore della 3a vertebra cervicale.

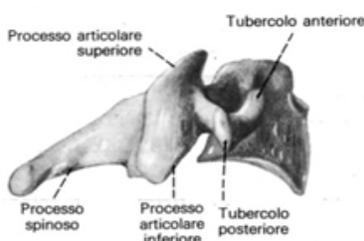


Figura 2.5: Faccia laterale destra della 3a vertebra cervicale.

**L'atlante (C1)** è la prima vertebra cervicale (Figura 2.6) e, assieme all'epistrofeo, forma l'articolazione che connette il cranio alla colonna vertebrale. L'atlante e l'epistrofeo sono adattati per consentire una maggiore grado di mobilità rispetto a quello delle altre vertebre.

Il corpo dell'atlante è assente, ovvero fuso con il corpo della vertebra successiva. È assente il processo spinoso, che quindi conferisce alla vertebre una forma ad anello con un arco posteriore ed uno anteriore.

L'arco anteriore costituisce circa i due quinti dell'anello: la sua superficie anteriore è convessa e presenta al centro il tubercolo anteriore, mentre la superficie posteriore è concava e presenta una faccetta articolare liscia, ricoperta di cartilagine ialina che si articola con il dente dell'epistrofeo a dare l'articolazione atlo-assiale mediana (diartrosi di tipo ginglimo assiale o trocoide).

Lateralmente si incontrano le masse laterali dell'atlante che presentano superiormente le faccette articolari superiori, due cavità glenoidee che si articolano con i corrispondenti condili dell'occipitale nell'articolazione atlo-occipitale (diartrosi di tipo condilartrosi) e, inferiormente due faccette articolari inferiori, che si articolano con le faccette articolari superiori dell'epistrofeo per formare le articolazioni atlo-assiali laterali (diartrosi di tipo artrodia).

Dalla porzione interna delle masse laterali si diparte un tubercolo per ogni lato su cui prende attacco la porzione orizzontale del legamento crociato dell'atlante, legamento trasverso, che articolandosi con la faccetta articolare posteriore del dente dell'epistrofeo tramite una faccetta articolare che presenta sulla sua superficie anteriore, ricoperta di cartilagine ialina, completa posteriormente l'articolazione atlo-assiale mediana.

Dalla porzione esterna delle masse laterali si dipartono i processi trasversi costituiti da due lamine ossee che individuano il foro trasversario; le masse laterali prendono attacco posteriormente con l'arco posteriore, sulla cui superficie posteriore si nota l'assenza del processo spinoso al posto del quale è presente un tubercolo detto tubercolo posteriore che ne rappresenta un abbozzo.

La faccia posteriore delle masse laterali presenta un solco che continua sulla superficie superiore dell'arco posteriore, in cui passano perforando la membrana atlo-occipitale posteriore, il nervo spinale, l'arteria e la vena vertebrali.

Il foro vertebrale ha forma quadrangolare, irregolare ed è delimitato anteriormente dall'arco anteriore, posteriormente dall'arco posteriore e lateralmente dalle masse laterali dell'atlante; è inoltre diviso in due porzioni dal legamento trasverso dell'atlante, la porzione anteriore accoglie il dente dell'epistrofeo, mentre quella posteriore racchiude il midollo spinale.

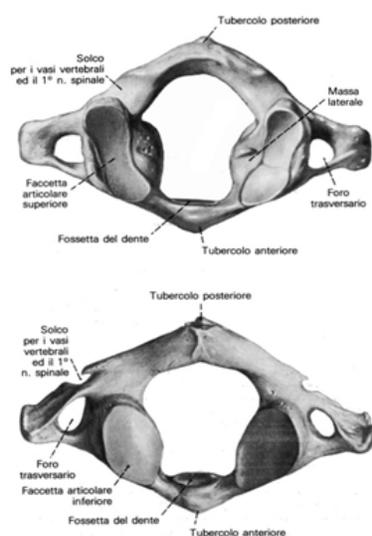


Figura 2.6: Faccia superiore e anteriore dell'atlante.

**L'epistrofeo (C2)**, detto anche asse (Figura 2.7), è la seconda vertebra cervicale e la sua caratteristica fondamentale, che la distingue dalle altre vertebre cervicali, è la presenza di un rilievo osseo di forma grosso modo cilindrica, che si connette alla faccia superiore del corpo grazie ad una larga base, da cui si forma, superiormente un collo stretto, un corpo piuttosto voluminoso, che termina con un apice smusso: dente o processo odontoideo.

Il dente corrisponde al corpo dell'atlante, che ne è privo, fuso con quello dell'epistrofeo. Il processo odontoideo si articola anteriormente con l'atlante con il quale prende contatto tramite la faccetta articolare anteriore e posteriormente con il legamento trasverso dell'atlante con il quale entra in contatto tramite la faccetta articolare posteriore, formando in questo modo l'articolazione atlo-assiale mediana.

Lateralmente al dente, sono presenti due faccette articolari superiori, inclinate lateralmente, che si articolano con le faccette articolari inferiori dell'atlante costituendo così le articolazioni atlo-assiali laterali.

Dietro le faccette superiori è presente un solco per il passaggio del nervo spinale. Il margine anteriore inferiore del corpo presenta un rilievo triangolare che si porta in basso e avanti. Le altre caratteristiche dell'epistrofeo rimangono invariate rispetto a quelle della vertebra cervicale tipo.

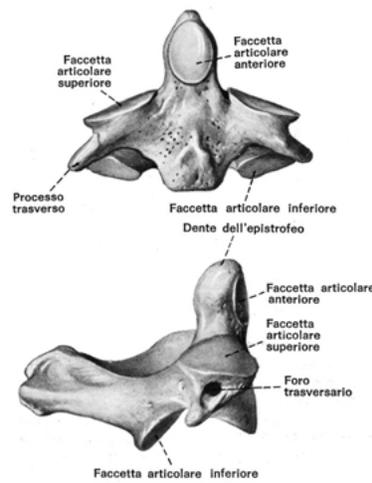


Figura 2.7: Faccia anteriore e laterale dell'epistrofeo

**La vertebra prominente (C7)** è la settima e ultima vertebra cervicale (Figura 2.8), chiamata così poiché il suo processo spinoso (detto appunto processo prominente) è particolarmente sviluppato in lunghezza, diretto leggermente verso il basso e non bifido; è molto evidente alla palpazione poiché sporge alla base del collo.

I processi trasversi presentano un foro trasversario ridotto che dà passaggio alla vena ma non all'arteria vertebrale, costituiti da pronunciate lamine posteriori, simili ai processi trasversi delle vertebre toraciche, brevi lamine anteriori, il ponte osseo che unisce le due lamine risulta quindi allungato e diretto obliquamente.

Può essere quindi considerata una vertebra di transizione in quanto presenta caratteristiche intermedie tra le vertebre cervicali e quelle toraciche, in particolar modo a livello dei processi trasversi e spinoso.

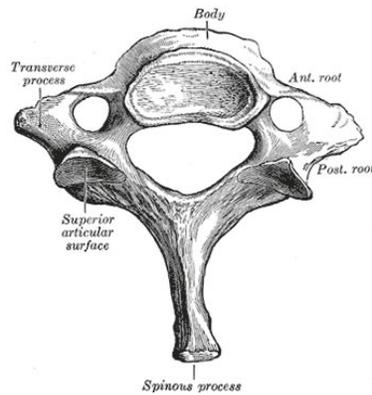


Figura 2.8: Vertebra prominente.

### Vertebre toraciche

Le vertebre toraciche (Figure 2.9, 2.10) sono 12, aumentano il volume in direzione cranio-caudale, presentano una struttura comune, ad eccezione della prima, della undicesima e della dodicesima, che presentano delle caratteristiche di transizione comuni, rispettivamente, della zona cervicale e lombare.

Le vertebre toraciche si articolano con le corrispondenti 12 coste, presentano sul corpo due piccole faccette, poste in vicinanza dei peduncoli, dette faccette costali superiori e destinate all'articolazione con la costa dello stesso livello, ed inferiore, destinata ad articolarsi con la costa del livello inferiore. Le teste delle coste prendono, inoltre, contatto con il disco fibroso interposto tra i corpi vertebrali.

I processi trasversi molto pronunciati, diretti lateralmente sul piano frontale e presentano in prossimità della loro estremità libera, una faccetta articolare per il tubercolo costale dello stesso livello: ogni costa dunque si articola sia a livello del corpo sia livello del processo trasverso delle vertebre toraciche.

I processi spinosi risultano piuttosto lunghi e inclinati verso il basso, carattere quest'ultimo che s'accentua procedendo verso il basso.

Le articolazioni fra una vertebra e l'altra non sono piatte, come nelle vertebre cervicali, ma si realizzano mediante dei processi articolari verticali, con i processi superiori più sporgenti di quelli inferiori, muniti di faccette articolari piane orientate nel piano frontale: anteriormente le superiori e posteriormente le inferiori.

Le lamine hanno forma quadrangolare allungata verticalmente e ristretta orizzontalmente, sono disposte obliquamente indietro e si riuniscono in un processo spinoso di forma prismatica triangolare, molto allungato, diretto in basso e indietro; infine si nota come il foro vertebrale risulti più piccolo che nelle vertebre cervicali, ha forma ovale.

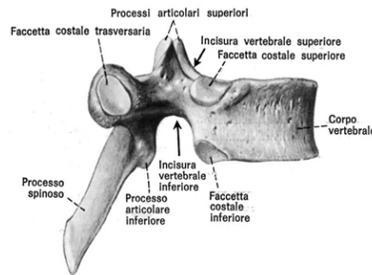


Figura 2.9: Faccia laterale destra della 6a vertebra toracica.

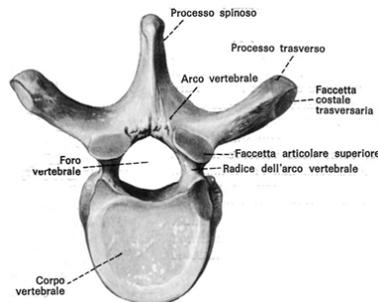


Figura 2.10: Faccia superiore della 6a vertebra toracica.

### Vertebre lombari

Le *vertebre lombari* sono 5 e sono più voluminose di quelle dei tratti precedenti (Figura 2.11). Il corpo di queste vertebre è a forma di cuneo, essendo più alto in avanti che indietro.

I peduncoli sono voluminosi con incisure inferiori molto più accentuate di quelle superiori. I processi articolari superiore e inferiore hanno le faccette articolari dirette lungo il piano sagittale, quelle superiori dirette medialmente e quelle inferiori dirette lateralmente.

Dai peduncoli e dal corpo si distaccano i processi costiformi (corrispondenti ai processi trasversi). Posteriormente al processo articolare superiore si estendono superiormente il processo mammillare e inferiormente il processo accessorio.

Le lamine vertebrali sono spesse, più alte che larghe e anche i processi spinosi sono robusti, di forma quadrangolare e diretti orizzontalmente e indietro. Il foro vertebrale è triangolare e ristretto.

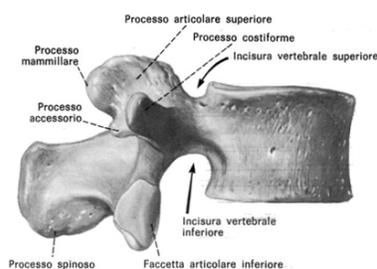


Figura 2.11: Faccia laterale destra della 1ª vertebra toracica. Sul corpo e sul processo trasverso si trovano le faccette articolari per le coste.

### Sacro

L'osso sacro (Figure 2.12, 2.13) è un osso impari e mediano derivante dalla fusione di cinque segmenti primitivi (vertebre sacrali), che fa seguito al segmento lombare della colonna vertebrale. Con il coccige e con le due ossa dell'anca forma il bacino. Il sacro ha la forma di una piramide quadrangolare con base diretta in alto e apice in basso.

Nell'osso sacro si considerano una faccia anteriore, una posteriore, due laterali, una base (in alto) e un apice (in basso). La faccia anteriore è concava e volge in avanti e in basso; presenta, nella sua parte di mezzo, quattro linee trasversali che indicano la saldatura (sinostosi) tra i corpi delle cinque primitive vertebre sacrali.

A lato delle linee di sinostosi si trovano quattro paia di fori sacrali anteriori che immettono nel canale sacrale e lasciano passare i rami anteriori dei nervi spinali sacrali. A lato del corpo del 1° segmento sacrale si trova un rilievo poco accentuato che, nel sacro articolato con le altre ossa della pelvi, continua con la linea terminale dell'osso dell'anca.

La faccia posteriore è convessa e accidentata; sulla linea mediana presenta la cresta sacrale media che deriva dalla fusione dei processi spinosi delle primitive vertebre sacrali. A lato della cresta sacrale media si trovano due docce formate dalla fusione delle primitive lamine vertebrali.

Negli ultimi segmenti sacrali, tuttavia, manca la porzione laminare delle vertebre, così che la cresta sacrale media e le due docce che le stanno a lato non risultano presenti; il canale sacrale viene a trovarsi perciò aperto dorsalmente; questa apertura prende il nome di iato sacrale.

Lateralmente alle docce che fiancheggiano la cresta sacrale media, si nota una serie di tubercoli sulla cui linea si trovano, in corrispondenza della base, i processi articolari della 1ª vertebra sacrale. Le due file di tubercoli formano le creste sacrali articolari o intermedie che, in basso, terminano con un'acuta sporgenza, il corno sacrale; le creste si formano per la fusione dei processi articolari delle vertebre sacrali. A lato delle creste articolari si trovano quattro paia di fori sacrali posteriori, più piccoli di quelli anteriori, che danno passaggio ai rami posteriori dei nervi spinali sacrali.

All'esterno della linea dei fori sacrali si trovano due serie di rilievi che provengono dalla fusione dei processi mammillari e accessori delle vertebre primitive e costituiscono le creste

sacrali laterali. Le facce laterali sono slargate in alto dove presentano una superficie articolare per l'osso dell'anca, la faccetta auricolare; dietro questa si trova una superficie irregolare su cui si impiantano numerosi legamenti, la tuberosità sacrale.

La faccetta auricolare e la tuberosità sacrale corrispondono ai primi due segmenti sacrali; al di sotto di questi le facce laterali si fanno via via più ristrette, trasformandosi in margini. La base si pone in rapporto con la V vertebra lombare, formando un angolo a convessità anteriore che è denominato angolo lombosacrale. Presenta, nel mezzo, una superficie ovale, con il maggior diametro trasversale e si articola con il corpo della V vertebra lombare.

Dietro tale superficie si trova l'orifizio superiore del canale sacrale che ha forma triangolare; esso è limitato posteriormente dalle lamine del processo spinoso della I vertebra sacrale. Lateralmente all'imbocco del canale sacrale si trovano i processi articolari superiori della I vertebra sacrale, le cui faccette articolari sono rivolte postero-medialmente.

Ai lati della superficie articolare per il corpo della V vertebra lombare, si trovano due superfici lisce, di forma triangolare, con la base esterna; sono le ali del sacro che risultano divise dalla faccia anteriore per mezzo di un margine ottuso che rappresenta il prolungamento sacrale della linea terminale dell'osso dell'anca.

L'apice presenta una faccetta ellittica che si articola con la base del coccige.

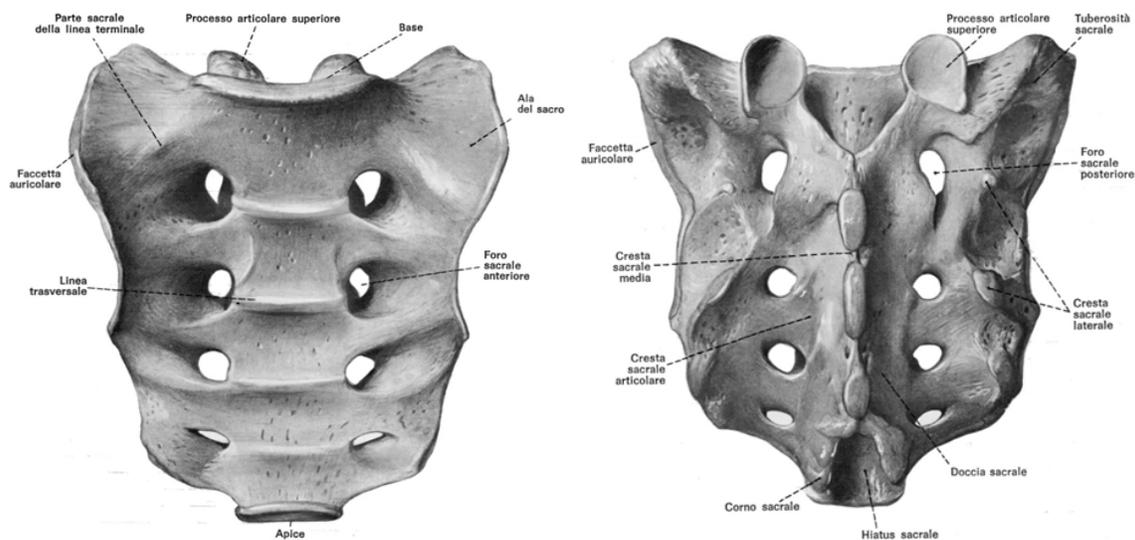


Figura 2.12: Faccia anteriore (destra) e posteriore (sinistra) del sacro.

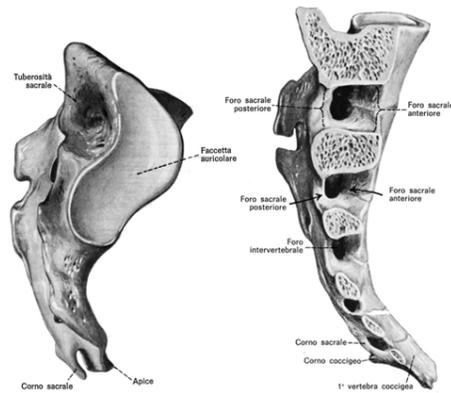


Figura 2.13: Faccia laterale destra del sacro.

### Coccige

Il coccige (Figura 2.14) è un osso impari e simmetrico, l'ultimo segmento rudimentale della colonna vertebrale ed è formato da 3-5 segmenti fusi tra loro, che non presentano le caratteristiche comuni delle vertebre, infatti sono solo abbozzi di esse.

Solo la prima vertebra coccigea presenta caratteristiche comuni alle vertebre precedenti: infatti solo nella prima vertebra si possono ancora notare degli abbozzi di processi trasversi e processi articolari, detti corni coccigei, situati posteriormente alla base e che si articolano con i corni dell'osso sacro.

Il coccige ha una forma triangolare con una base superiore, un vertice inferiore, una faccia anteriore, una posteriore e due margini laterali. La base si articola con l'apice dell'osso sacro. Le facce anteriore e posteriore presentano dei solchi orizzontali che segnano i punti di fusione dei segmenti primitivi.

È l'ultima testimonianza della coda che caratterizzava i nostri antenati in epoca remota. .

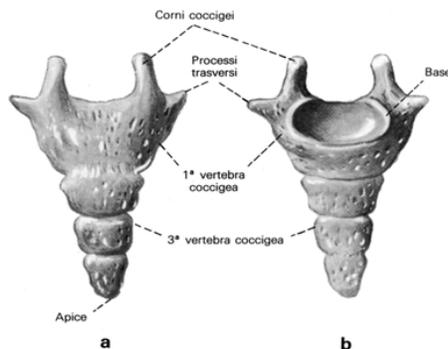


Figura 2.14: Faccia posteriore (a) e faccia anteriore (b) del coccige.

## 2.2 Articolazioni delle vertebre

### Articolazioni intra-somatiche vertebrali

Sono le articolazioni tra i corpi vertebrali e, nello specifico, si stabiliscono tra la faccia inferiore e superiore di due vertebre contigue.

Le superfici articolari si presentano depresse al centro e rilevate alla periferia e sono rivestite di cartilagine articolare; tra esse si trova un disco fibrocartilagineo cosicché le articolazioni possono essere considerate sinartrosi del tipo sinfisi. Oltre al disco intervertebrale, i mezzi di unione delle articolazioni intersomatiche sono date dai legamenti longitudinali anteriore e posteriore.

Il disco intervertebrale comprende due sotto-strutture concentriche di cui la più esterna è l'anulus fibrosus che circonda il nucleo polposo. L'anulus fibrosus è un tessuto elastico stratificato costituito da una matrice extracellulare arricchita da una serie di fibre proteiche (principalmente collagene di tipo II) a decorso parallelo ma incrociato rispetto ai fasci delle lamine vicine.

L'anello forma un vero tessuto di fibre che circonda il nucleo polposo e che nel giovane impedisce la possibile fuoriuscita della sostanza nucleare. Il nucleo polposo è un tessuto gelatinoso composto principalmente da acqua (circa 85% in volume nei soggetti giovani e in salute) e proteoglicani.

Funge da cuscinetto capace di sopportare gli sforzi di compressione a cui è costantemente soggetta la colonna vertebrale, grazie alla pressione idrostatica che si produce al suo interno.

È privo di vasi e nervi, presenta una particolare idrofilia, massima alla nascita e che diminuisce con l'avanzare dell'età. Il nucleo si sposta durante i movimenti della colonna vertebrale e in tal modo rende possibile una certa inclinazione dei piani vertebrali che vengono tra loro in contatto.

I dischi lombari sono quelli più sollecitati, a causa del maggior peso sopportato, e dunque soffrono maggiormente di fenomeni di degenerazione, con perdita di acqua nel nucleo e conseguente riduzione della capacità portante del disco. La causa primaria dei dolori di origine discale è infatti legata essenzialmente ai microtraumi ed ai fenomeni degenerativi che avvengono nei dischi intervertebrali per usura e invecchiamento.

Nei soggetti giovani i dischi intervertebrali sono molto resistenti per cui risulta molto difficile, anche in seguito ad una violenta flessione, ledere il disco sano. Dopo i vent'anni però, si assiste ad una graduale e normale degenerazione delle fibre che costituiscono l'anello fibroso per cui si formano delle fessurazioni, solitamente in direzione postero-laterale, attraverso le quali, anche in seguito a deboli sollecitazioni, si può impegnare la sostanza gelatinosa del nucleo.

Il nucleo erniato può in tal caso comprimere il midollo spinale o le radici nervose vicine causando dolore.

### Articolazioni degli archi vertebrali

Sono le articolazioni zigo-apofisarie, sinoviali piane tra i processi articolari superiore e inferiore delle vertebre adiacenti e sono stabilizzate da legamenti che uniscono le lamine, i

processi trasversi ed i processi spinosi, rappresentati rispettivamente dai legamenti gialli, intertrasversari, interspinosi e sovraspinosi e dal legamento nucale.

Ciascuna articolazione è caratterizzata da una capsula articolare sottile e lassa, particolarmente nella regione cervicale, dove è favorito il movimento di scivolamento fra le vertebre, che aderisce ai margini dei processi articolari.

Le articolazioni zigo-apofisarie, in funzione della forma e della disposizione delle superfici articolari dei processi articolari, determinano movimenti che variano a livello dei diversi segmenti della colonna vertebrale.

### **Articolazioni cranio-vertebrali**

Sono articolazioni sinoviali che coinvolgono i condili occipitali e le prime due vertebre cervicali altamente modificate, l'atlante e l'epistrofeo. Queste articolazioni consentono una maggiore ampiezza di movimenti in questa porzione dello scheletro assile rispetto alla restante parte della colonna vertebrale.

Comprendono:

- **Articolazione atlo-occipitale:** è una condilartrosi tra i condili dell'occipitale e le faccette articolari concave presenti sulla faccia superiore delle masse laterali dell'atlante. Quest'articolazione permette movimenti di flessione accompagnati da leggeri movimenti di inclinazione laterale e rotazione. Queste articolazioni sono collegate da capsule fibrose molto sottili e lasse, stabilizzate dallo sviluppo delle membrane atlo-occipitali anteriore e posteriore che si estendono dai rispettivi archi dell'atlante ai margini anteriore e posteriore del grande foro occipitale.
- **Articolazione atlo-assiale:** è l'articolazione fra l'atlante e l'epistrofeo, che comprende le due articolazioni atlo-assiali laterali e l'atlo-assiale mediana.
  - **Articolazioni atlo-assiali laterali** si effettuano tra i processi articolari delle prime due vertebre cervicali e sono artrodie. Le superfici articolari dell'atlante si trovano sulla faccia inferiore delle masse laterali e ad esse corrispondono i processi articolari superiori dell'epistrofeo. Le due vertebre sono riunite da due legamenti atlo-assiali collaterali e, inoltre, un legamento atlo-assiale anteriore e da un legamento atlo-assiale posteriore.
  - **Articolazione atlo-assiale mediana o atlo-odontoidea:** si sviluppa tra il dente dell'epistrofeo e un anello osteo-fibroso formato dall'arco anteriore e dal legamento trasverso dell'atlante. È una diartrosi a ginglimo laterale (o trocoide). L'anello osteo-fibroso atlantoideo presenta, nel mezzo della faccia posteriore dell'arco anteriore dell'atlante, la fossetta del dente, una superficie articolare rivestita di cartilagine che accoglie la faccia anteriore del dente dell'epistrofeo. La parte posteriore dell'anello è fibrosa ed è costituita dal legamento trasverso dell'atlante rivestito di cartilagine articolare nella sua parte di mezzo che viene in contatto con la faccia posteriore del dente dell'epistrofeo. Il dente dell'epistrofeo è anch'esso rivestito di cartilagine articolare nelle sue superfici anteriore e posteriore,

in rapporto rispettivamente con la fossetta del dente e con la faccia anteriore del legamento trasverso dell'atlante. I veri mezzi di unione dell'articolazione atlo-assiale mediana sono dati da legamenti tesi tra il dente dell'epistrofeo e l'osso occipitale.

### **Articolazione sacro-vertebrale (lombo-sacrale)**

L'articolazione sacro-vertebrale costituisce la prosecuzione caudale dell'articolazione intervertebrale che connette la quinta vertebra lombare all'osso sacro.

Ne consegue che, seppure con qualche differenza, essa presenta le stesse caratteristiche delle articolazioni che connettono i segmenti sovrastanti della colonna vertebrale.

In particolare, possiamo distinguere una sinfisi che si instaura tra i corpi del sacro e della quinta vertebra lombare, un'artrodia che si instaura tra i rispettivi processi articolari ed infine i relativi legamenti intrinseci ed estrinseci.

Similmente all'articolazione intervertebrale, tra il corpo della quinta vertebra lombare ed il corpo dell'osso sacro si frappone un disco intervertebrale a forma di cuneo.

In questo punto si ha la massima convessità della lordosi lombosacrale, particolarmente accentuata dal maggior spessore del disco intervertebrale rispetto a quelli sovrastanti.

Ne consegue che il passaggio tra la superficie anteriore del corpo dell'ultima vertebra lombare e del corpo del sacro risulta particolarmente sbalzato, disegnando il rilievo del promontorio.

La sinfisi sacro-vertebrale risulta rinforzata da due legamenti, legamento longitudinale anteriore e posteriore.

Del tutto simile a quella che si instaura tra i processi articolari delle vertebre sovrastanti, si svolge tra le superfici articolari dei processi articolari inferiori della quinta vertebra lombare, verticali e rivolte anteriormente, e dei processi articolari dell'osso sacro, verticali e rivolte posteriormente.

Sebbene le superfici articolari abbiano diverso orientamento rispetto a quelle lombari, ne possiede tuttavia le stesse strutture intra-capsulari.

### **Articolazione sacro-coccigea**

Congiunge l'apice del sacro alla base del coccige. Essa è una sinfisi ed il sottile disco fibrocartilagineo è da sottili legamenti suddivisi in legamenti sacro-coccigei anteriore, laterale e posteriore.

Il legamento sacro-coccigeo anteriore unisce l'ultima vertebra sacrale all'apice del coccige. Il legamento sacro-coccigeo laterale si porta dalla cresta sacrale mediana al processo trasverso della prima vertebra coccigea. Il legamento sacro-coccigeo posteriore viene distinto in una porzione superficiale che unisce la cresta sacrale mediana ed i corni sacrali alla faccia posteriore del coccige, ed in una porzione profonda che collega il corpo dell'ultima vertebra sacrale alla prima coccigea.

## 2.3 Muscoli del rachide

Poiché la maggior parte del peso del corpo si sviluppa anteriormente alla colonna vertebrale, per il suo sostegno e movimento, in opposizione alla gravità, sono necessari molti e robusti muscoli che si sviluppano dorsalmente. Inizialmente possiamo distinguere questi muscoli tramite caratteristiche funzionali:

- *Muscoli intrinseci*: sono rappresentati dai muscoli spino-dorsali, originano e si inseriscono sui segmenti ossei della colonna vertebrale. Agiscono specificatamente sulla colonna vertebrale provocandone i movimenti e mantenendo la postura eretta.
- *Muscoli estrinseci*: presentano una inserzione sui segmenti ossei della colonna vertebrale ed una su ossa diverse dello scheletro. Sono i muscoli spino-appendicolari e i muscoli spino-costali che generano e controllano rispettivamente i movimenti degli arti e quelli respiratori. Indirettamente, contribuiscono alla stabilità e ai movimenti del rachide.

Un'ulteriore classificazione può essere rappresentata dai livelli occupati dai muscoli ovvero:

- Spino-appendicolari: strato superficiale,
- Spino-costali: strato intermedio,
- Spino-dorsali: strato profondo;

### Muscoli spino-appendicolari

Formano lo strato più superficiale della muscolatura dorsale.

Comprendono:

- **Trapezio**: è un muscolo che origina dal terzo mediale della linea nucale superiore, dalla protuberanza occipitale esterna, dal legamento nucale e dai processi spinosi della VII vertebra cervicale e da tutte le vertebre toraciche e ha inserzione al terzo laterale del margine posteriore della clavicola, al margine mediale dell'acromion e alla spina della scapola. Le sue funzioni sono quelle di elevazione e adduzione della spalla, estensione e rotazione dal lato opposto della testa ed è uno dei muscoli più potenti del nostro corpo. È avvolto dalla fascia cervicale superficiale ed è di forma sottile e appiattita, tranne che nel tratto cervicale e toracico superiore, dove il suo spessore aumenta. È innervato dall'XI paio di nervi cranici, il nervo accessorio del vago.
- **Grande dorsale**: è un muscolo di forma triangolare posto nella parte infero-laterale del dorso. origina dai processi spinosi delle ultime sei vertebre toraciche, delle vertebre lombari ed dalla cresta sacrale media. La porzione infero-laterale origina dalla cresta iliaca e profondamente anche dalle ultime tre o quattro coste. Le fibre del muscolo si portano in alto e lateralmente, circondando il muscolo grande rotondo, in corrispondenza del pilastro posteriore dell'ascella, e terminano con un tendine nastriforme sulla

cresta del tubercolo minore dell'omero. La sua funzione è quella di estendere e ruotare interamente l'omero e, insieme al grande pettorale, è il più potente adduttore del braccio. Viene innervato dal nervo toracodorsale, ramo terminale del plesso brachiale.

- **Muscoli romboidi:**

- *Grande romboide:* connette la scapola alle prime quattro vertebre toraciche, origina dai processi spinosi di queste e si inserisce sul margine mediale della scapola, poco al di sotto dell'origine della spina.
- *Piccolo romboide:* origina dalla parte inferiore del legamento nucale e dai processi spinosi della settima vertebra cervicale e della prima vertebra toracica. Si inserisce alla base della liscia superficie triangolare della spina della scapola, ed è solitamente separato dal grande romboide da un sottile intervallo, ma i margini adiacenti dei due muscoli sono occasionalmente uniti.

La funzione dei muscoli romboidei è di portare la scapola verso la colonna vertebrale (movimenti di adduzione della scapola) e leggermente in alto, i fasci inferiori collaborano nella rotazione della scapola abbassando la spalla. Sono innervati dal nervo dorsale della scapola, ramo del plesso brachiale.

- *Elevatore della scapola:* è di forma allungata e sottile e viene coperto parzialmente dal muscolo sternocleidomastoideo. Prende origine dai processi trasversi delle prime quattro vertebre cervicali e si va ad inserire sull'angolo superiore della scapola. La sua funzione è quella di elevare la scapola tirandola medialmente e ruotandola in modo che l'estremità della spalla e la cavità glenoidea si abbassino. Partecipa anche alla flessione laterale del collo. È innervato dal nervo dorsale della scapola.

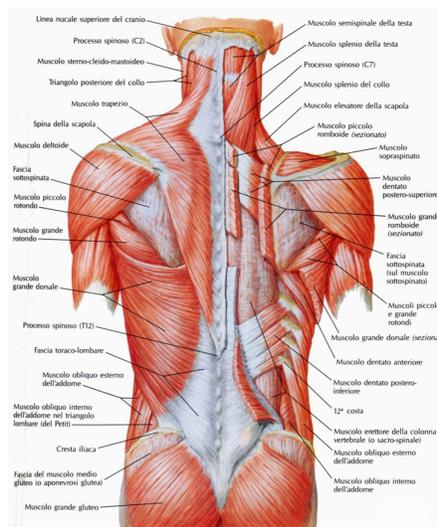


Figura 2.15: Muscoli del dorso superficiali.

## Muscoli spino-costali

Insieme ai muscoli toraco-appendicolari, ai muscoli spino-appendicolari e al diaframma, costituiscono i muscoli estrinseci del torace. Sono muscoli larghi, sottili e quadrilateri che occupano lo strato medio dei muscoli del dorso (Figura 2.16). Sono rappresentati da:

- **Dentato posteriore superiore:** origina dalla parte inferiore del legamento nucale, dall'apice dei processi spinosi della 7a vertebra cervicale e delle prime tre vertebre toraciche e dal legamento sovra-spinoso. Il suo ventre muscolare si porta lateralmente e in basso e si divide in quattro digitazioni che si fissano al margine superiore e alla faccia esterna delle coste, dalla 2a alla 5a, lateralmente all'angolo. È ricoperto per la maggior parte dal muscolo romboide, dal muscolo trapezio e dal muscolo elevatore della scapola; si pone superficialmente al muscolo splenio, al muscolo ileo-costale, al muscolo lunghissimo del dorso, alle coste e ai muscoli intercostali. La sua funzione è di sollevare le coste aumentando la cavità toracica nell'inspirazione. È innervato da un ramo del plesso brachiale e da rami dei nervi intercostali.
- **Dentato posteriore inferiore:** ha origine dal foglietto posteriore della fascia lombodorsale, a livello dei processi spinosi delle ultime due vertebre toraciche e delle prime tre lombari. Il muscolo si suddivide in quattro digitazioni carnose che si portano in alto e si inseriscono al margine inferiore e alla faccia esterna delle ultime quattro coste. Il muscolo dentato posteriore inferiore si trova sotto al muscolo grande dorsale, ricopre il muscolo ileo-costale, il muscolo lunghissimo del dorso, le coste e i muscoli intercostali. Tra questo muscolo e il muscolo dentato posteriore superiore è tesa una fascia. È innervato da un ramo del nervo toraco-dorsale e da rami intercostali. La sua funzione è di spostare le ultime quattro coste in basso e verso l'esterno, è pertanto un muscolo espiratore.

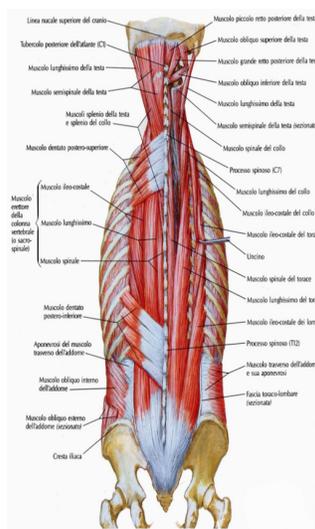


Figura 2.16: Muscoli del dorso superficiali e intermedi.

## Muscoli spino-dorsali o intrinseci del dorso

Formano lo strato più profondo della muscolatura del dorso (Figura 2.17), sono innervati dai rami dorsali dei nervi spinali ed agiscono mantenendo la postura e controllando i movimenti della colonna vertebrale.

Questi muscoli si estendono dalla pelvi al cranio, racchiusi da una fascia che si attacca medialmente al legamento nucale, agli apici dei processi spinosi, al legamento sovra-spinoso e alla cresta mediana del sacro e lateralmente sui processi trasversi delle vertebre cervicali e lombari e sugli angoli delle coste.

Le parti toracica e lombare della fascia costituiscono la fascia toraco-lombare che racchiude i muscoli profondi del dorso di questi livelli. Essa si estende lateralmente a partire dai processi spinosi e forma un sottile rivestimento per i muscoli profondi nella regione toracica e invece un robusto e spesso rivestimento per i muscoli nella regione lombare. Sono suddivisi in tre strati: superficiale, intermedio e profondo.

### Strato superficiale

- **Sacro-spinale o erettore della colonna:** è un lungo muscolo che occupa le dodici vertebrale per tutta la lunghezza della colonna vertebrale, dalla regione nucale a quella sacrale. Fa parte dei muscoli delle dodici vertebrale del piano superficiale. Nel muscolo sacro-spinale si possono considerare tre parti:
  - Laterale: il **muscolo ileo-costale**, è innervato dai rami posteriori dei nervi toracici e del 1° lombare; contraendosi, estende la colonna vertebrale e la inclina dal proprio lato; può anche elevare ed abbassare le coste.
    - \* **muscolo ileo-costale dei lombi:** origina di seguito al muscolo lunghissimo del dorso, dalla tuberosità iliaca, dalla cresta iliaca, dal foglietto posteriore della fascia lombo-dorsale; i suoi fasci vanno in alto e lateralmente, divergendo in 8 lingue carnose che si inseriscono agli angoli delle ultime 8 coste.
    - \* **muscolo ileo-costale del torace:** prende origine, con 6 fasci, dalla faccia esterna delle ultime 6 coste, medialmente all'angolo e si inserisce, per mezzo di 8 tendini, agli angoli delle prime 7 coste e al processo trasverso della 7a vertebra cervicale.
    - \* **muscolo ileo-costale del collo:** si trova in parte al di sotto del precedente; origina con 5 fasci carnosi dagli angoli delle prime 5-6 coste e si inserisce, mediante 3 tendini, ai processi trasversi della 4a, 5a e 6a vertebra cervicale.
  - Intermedia: il **muscolo lunghissimo**, è innervato dai rami posteriori dei nervi spinali, dal 1° cervicale al 5° lombare; con la sua azione estende ed inclina dal proprio lato la testa e la colonna vertebrale.

- \* *Lunghissimo del torace*: origina dalla faccia posteriore del sacro, dal foglietto posteriore della fascia lombo-dorsale e dai processi spinosi delle ultime vertebre lombari; si porta quindi in alto per inserirsi con alcuni fasci laterali ai processi costiformi delle vertebre lombari e alle facce esterne di tutte le coste, esclusa la 1a, tra gli angoli e i tubercoli; con altri fasci mediali esso prende inserzione ai processi accessori delle vertebre lombari e ai processi trasversi di tutte le vertebre toraciche.
  - \* *Lunghissimo del collo*: si trova tra il muscolo ileo-costale del collo e il muscolo lunghissimo della testa; origina dai processi trasversi delle prime 5 vertebre toraciche e si inserisce ai tubercoli posteriori dei processi trasversi della 2a, 3a, 4a e 5a vertebra cervicale.
  - \* *Lunghissimo della testa*: è posto tra il muscolo lunghissimo del collo e il muscolo semispinale della testa. Origina dai processi trasversi delle prime vertebre toraciche e dai processi articolari delle ultime 5 vertebre cervicali e si inserisce all'apice e alla faccia posteriore del processo mastoideo del temporale.
- **Mediale**: il *muscolo spinale*, è innervato dai rami posteriori dei nervi spinali dal 3° cervicale al 12° toracico; contraendosi, estende la colonna vertebrale. Forma la parte mediale del muscolo sacrospinale e si trova tra il muscolo lunghissimo e i processi spinosi. Le sue origini e le sue inserzioni si effettuano tutte sui processi spinosi.
- \* *spinale del torace*: origina dai processi spinosi delle prime 2 vertebre lombari e delle ultime 2-3 vertebre toraciche; termina ai processi spinosi delle vertebre toraciche, dalla 2 a alla 9a .
  - \* *spinale del collo*: origina dai processi spinosi delle ultime 2 vertebre cervicali e delle prime 2 toraciche e termina su quelli della 2a, 3a e 4a vertebra cervicale.
  - \* *spinale della testa*: origina dai processi spinosi delle ultime vertebre cervicali e delle prime toraciche; i suoi fasci confluiscono con quelli del muscolo semispinale della testa.

### Strato intermedio

- **Muscolo trasverso spinale**: Profondamente al muscolo erettore della colonna si trova un gruppo di muscoli disposti obliquamente che costituiscono complessivamente il muscolo trasverso spinale. È formato da tre parti poste su piani diversi:
  - *Semispinale (lamina superficiale)*: è innervato dai rami posteriori dei nervi spinali, dal 1° cervicale al 2° toracico; con la sua azione estende la testa e la colonna vertebrale, ruotandole verso il lato opposto. Forma lo strato superficiale del muscolo trasverso spinale e comprende tre parti:

- \* il *muscolo semispinale del dorso*: nasce dai processi trasversi delle ultime 6 vertebre toraciche e termina ai processi spinosi delle ultime 2 vertebre cervicali e delle prime 6 toraciche.
- \* il *muscolo semispinale del collo*: origina dai processi trasversi delle prime 6 vertebre toraciche e termina ai processi spinosi delle vertebre cervicali dalla 2a alla 5a.
- \* il *muscolo semispinale della testa*: si trova fra il legamento nucale e il muscolo lunghissimo della testa; origina dai processi trasversi delle prime 6 vertebre toraciche e inoltre dai processi trasversi e dai processi articolari delle ultime 4 vertebre cervicali. I suoi fasci, dopo essersi riuniti a quelli del muscolo spinale della testa, si portano medialmente in alto per terminare sulla squama dell'osso occipitale, tra le due linee nicali. Nel muscolo semispinale della testa si possono individuare una parte laterale ed una mediale; quest'ultima presenta nel ventre un tendine intermedio e viene perciò anche denominata muscolo digastrico della nuca. Nell'insieme esso si trova superficialmente in rapporto con i muscoli spleni e con il trapezio e profondamente gli si pongono i muscoli retti posteriori e obliqui della testa.

I muscoli semispinale del torace e del collo estendono la parte superiore della colonna vertebrale e la fanno ruotare dal lato opposto. Il muscolo semispinale della testa estende la testa.

- **Multifido**: è innervato dai rami posteriori dei nervi spinali, dal 3° cervicale all'ultimo lombare; con la sua azione estende e ruota dal lato opposto la colonna vertebrale. Forma il secondo tratto del muscolo trasverso spinale e si estende dall'osso sacro all'epistrofeo. È più voluminoso nel tratto lombo-sacrale dove è ricoperto dal muscolo lunghissimo del dorso; nelle restanti parti si trova profondamente al muscolo semispinale. I suoi fasci prendono origine dalla faccia posteriore del sacro, dai processi mammillari e accessori delle vertebre lombari, dai processi trasversi delle vertebre toraciche e dai processi articolari delle ultime 4 vertebre cervicali; con l'altra estremità i fasci si inseriscono ai processi spinosi delle vertebre lombari, toraciche e cervicali, escluso l'atlante. I fasci delle varie parti del muscolo si estendono, dall'origine all'inserzione, per 2-4 metameri. L'azione di questo muscolo è di estendere la colonna e di ruotarla dal lato opposto.
- **Rotatori**: sono innervati dai rami posteriori dei nervi spinali, dal 3° cervicale all'ultimo lombare; contraendosi, estendono e ruotano la colonna vertebrale. Sono un complesso di fasci che formano lo strato profondo del muscolo trasverso spinale e si estendono anch'essi dall'osso sacro all'epistrofeo. Originano dalla faccia posteriore dei primi due segmenti sacrali, dai processi mammillari delle vertebre lombari, dai processi trasversi delle vertebre toraciche e cervicali. Si inseriscono alla base dei processi spinosi e possono unire metameri contigui (muscoli rotatori brevi) o estendersi per due o tre segmenti (muscoli rotatori lunghi).

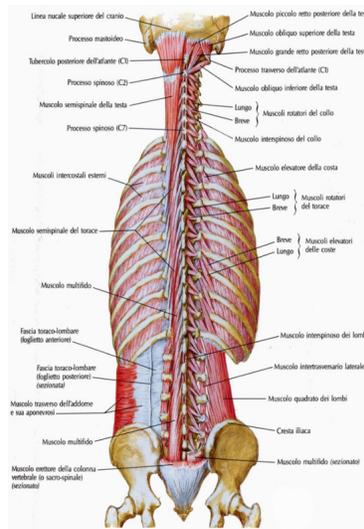


Figura 2.17: Muscoli del dorso profondi.

### Strato profondo

- **Interspinosi:** sono innervati dai rami posteriori dei nervi spinali, dal 3° cervicale all'ultimo lombare; con la loro azione estendono la colonna vertebrale. Fanno parte dei muscoli delle docce vertebrali del piano profondo. Sono tesi tra i processi spinosi di vertebre contigue e si trovano a lato dei legamenti interspinosi. Sono ben visibili nei tratti cervicale e lombare del rachide.
- **Intertrasversari:** sono innervati dai rami anteriori di tutti i nervi cervicali e dai rami posteriori dei nervi spinali, dal 1° cervicale all'ultimo lombare e la loro azione consiste nell'inclinare lateralmente la colonna vertebrale. Fanno parte dei muscoli delle docce vertebrali del piano profondo. Sono tesi tra i processi trasversi di vertebre vicine; mancano spesso nel tratto toracico. Nel rachide cervicale si distinguono due muscoli intertrasversari per lato, uno anteriore ed uno posteriore che si fissano rispettivamente ai tubercoli anteriori e posteriori dei processi trasversi. Anche nel rachide lombare si trovano due muscoli intertrasversari in ciascun lato; essi si distinguono in laterali e mediali e si tendono rispettivamente tra i processi costiformi e tra i processi mammillari.
- **Elevatori delle coste:** sono 12 paia di muscoli posti profondamente nel dorso, in vicinanza della colonna vertebrale. Sono innervati dai rami anteriori dell'8° nervo cervicale e di tutti i nervi toracici (12 paia di nervi intercostali). Con la loro azione elevano le coste e sono pertanto muscoli inspiratori. Hanno forma triangolare con la base in basso e l'apice volto in alto e medialmente; fanno seguito in dietro ai muscoli intercostali esterni e sono ricoperti dal muscolo lunghissimo. Hanno origine dall'apice dei processi

trasversi della 7a vertebra cervicale e delle vertebre toraciche, ad eccezione dell'ultima; si inseriscono alla faccia esterna e al margine superiore della costa sottostante, tra l'angolo e il tubercolo.

Gli ultimi quattro muscoli vengono anche detti muscoli elevatori lunghi in quanto si dividono in due fasci di cui uno si fissa alla costa sottostante e l'altro discende ancora per terminare alla costa seguente prendendo così inserzione su due coste.

## Muscoli del dorso correlati al rachide cervicale

A livello del tratto cervicale, oltre ai muscoli precedentemente descritti, si aggiungono i muscoli:

- **Splenio della testa:** è innervato dai rami posteriori del 2°, 3° e 4° nervo cervicale. Con la sua azione estende la testa, inclinandola e ruotandola dal proprio lato. Fa parte dei muscoli delle docce vertebrali del piano superficiale; origina dai 2/3 inferiori del legamento nucale e dai processi spinosi dell'ultima vertebra cervicale e delle prime due vertebre toraciche; i suoi fasci si portano in alto e lateralmente per inserirsi sui 2/3 laterali della linea nucale superiore e sul processo mastoideo. È ricoperto dai muscoli sternocleidomastoideo, trapezio, romboide e dentato posteriore superiore; a sua volta ricopre i muscoli semispinali e il muscolo lunghissimo della testa.
- **Splenio del collo:** è innervato dai rami posteriori del 2°, 3° e 4° nervo cervicale. Con la sua azione estende la colonna cervicale. Fa parte dei muscoli delle docce vertebrali del piano superficiale; ha origine dai processi spinosi della 3a, 4a, 5a e 6a vertebra toracica e si dirige in alto e lateralmente per inserirsi ai processi trasversi delle prime tre vertebre cervicali. Si trova profondamente al muscolo dentato posteriore superiore e al muscolo romboide e ricopre il muscolo lunghissimo del collo e il muscolo spinale del collo.
- **Sub-occipitali:** sono quattro muscoli pari e simmetrici (Figura 2.18), situati profondamente nella parte superiore del rachide, in stretto contatto con il piano scheletrico. Collegano le prime vertebre cervicali tra loro con la squama dell'osso occipitale. Sono rappresentati da:
  - **Grande retto posteriore della testa:** è innervato dai nervi sotto-occipitali e grande occipitale; contraendosi, estende e ruota la testa. Origina all'apice del processo spinoso dell'epistrofeo e si porta in alto e lateralmente per inserirsi alla squama dell'occipitale, al di sotto del terzo medio della linea nucale inferiore. È ricoperto dai muscoli semispinale della testa e dal muscolo obliquo superiore della testa; anteriormente è in rapporto con l'arco posteriore dell'atlante, con la membrana atlo-occipitale e con l'osso occipitale.
  - **Piccolo retto posteriore della testa:** è innervato dal nervo sotto occipitale e contraendosi estende la testa. Ha origine dal tubercolo posteriore dell'atlante e s'inserisce alla squama occipitale, al di sotto del terzo mediale della linea nucale

inferiore. È ricoperto dal muscolo semispinale della testa e da parte del muscolo grande retto posteriore della testa; si addossa alla membrana atlo-occipitale posteriore.

- **Obliquo superiore della testa:** è innervato dal nervo sotto-occipitale e con la sua azione estende e inclina la testa. Origina dal processo trasverso dell'atlante e si porta in alto e medialmente per inserirsi alla squama dell'occipitale, superiormente e lateralmente al muscolo grande retto. È situato tra il muscolo semispinale della testa e la membrana atlo-occipitale posteriore.
- **Obliquo inferiore della testa:** è innervato dai nervi sotto-occipitale e grande occipitale; contraendosi, ruota la testa. Origina dalla superficie laterale del processo spinoso dell'epistrofeo e si porta in alto e in fuori, per inserirsi alla faccia inferiore e al margine posteriore del processo trasverso dell'atlante. Si trova profondamente al muscolo semispinale della testa e superficialmente rispetto all'articolazione atlo-assiale posteriore. Tra il margine laterale del muscolo grande retto posteriore e i margini medialli dei muscoli obliqui superiore e inferiore, si delimita uno spazio triangolare in cui passano l'arteria vertebrale e il ramo posteriore del nervo sotto-occipitale. Agiscono sulle articolazioni atlo-occipitale e atlo-odontoidea determinando estensione, rotazione e inclinazione laterale della testa.

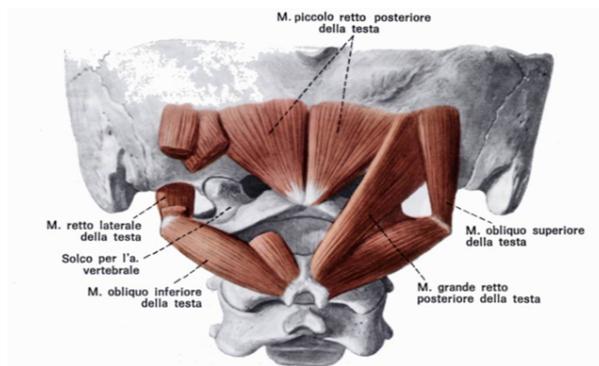


Figura 2.18: Muscoli suboccipitali.

## Muscoli situati nella parte anteriore della colonna vertebrale

Oltre ai muscoli del dorso vi sono muscoli che si sviluppano antero-lateralmente alla colonna vertebrale (Figura 2.19) rappresentati da:

- Tratto cervicale
  - Prevertebrali
  - Scaleni
- Tratto lombare
- Grande psoas
  - Piccolo psoas
  - Quadrato dei lombi
- Tratto sacrale
  - Piriforme

### Tratto cervicale

- **Prevertebrali:** si trovano sulla faccia anteriore delle vertebre cervicali e delle prime vertebre toraciche (Figura 2.20) e sono ricoperti in avanti dalla fascia cervicale profonda. Sono rappresentati da:
  - **Lungo del collo:** è innervato dai rami anteriori dei nervi cervicali, dal 2° al 6° (C2-C6) e con la sua azione flette e inclina lateralmente la colonna vertebrale. È formato da una parte mediale, da una parte laterale superiore e da una parte laterale inferiore. Anteriormente, il muscolo lungo del collo (come il muscolo lungo della testa) si pone in rapporto con il muscolo lungo della testa, con la faringe, con l'esofago, con il fascio vascolo-nervoso del collo e con il tronco dell'ortosimpatico. Posteriormente, è direttamente in contatto con la colonna vertebrale.
    - \* *La parte mediale* origina dai corpi delle prime tre vertebre toraciche e dai corpi delle ultime tre vertebre cervicali; si porta in alto per inserirsi all'arco anteriore e ai corpi delle vertebre cervicali, dalla 2 a alla 4a .
    - \* *La parte laterale superiore* origina dai tubercoli anteriori dei processi trasversi delle vertebre cervicali dalla 2a alla 5a e risale medialmente per fissarsi al tubercolo anteriore dell'atlante, insieme alla parte mediale.
    - \* *La parte laterale inferiore* si distacca dai corpi delle prime tre vertebre toraciche e si porta in alto e in fuori, inserendosi ai tubercoli anteriori dei processi trasversi delle ultime tre vertebre cervicali.

- **Lungo della testa:** è innervato dai rami anteriori dei primi tre nervi cervicali e con la sua azione flette e ruota la testa. Origina dai tubercoli anteriori dei processi trasversi delle vertebre cervicali, dalla 3 a alla 6a, e si inserisce alla faccia inferiore della parte basilare dell'osso occipitale, dietro e lateralmente al tubercolo faringeo. Anteriormente, il muscolo lungo della testa (come il muscolo lungo del collo) si pone in rapporto con il muscolo lungo della testa, con la faringe, con l'esofago, con il fascio vascolo-nervoso del collo e con il tronco dell'ortosimpatico. Posteriormente, riposa sulla parte alta del muscolo lungo del collo, sul muscolo retto anteriore della testa e sulla membrana atlo-occipitale anteriore.
- **Retto anteriore della testa:** è innervato dai rami anteriori dei primi due nervi cervicali e con la sua azione inclina determina una flessione e un'inclinazione laterale della testa. Origina dalla faccia anteriore della massa laterale e dal processo trasverso dell'atlante e si porta in alto e medialmente, per inserirsi alla faccia inferiore della parte basilare dell'occipitale, dorsalmente al muscolo lungo della testa. Si trova davanti all'articolazione atlo-occipitale.
- **Retto laterale della testa:** è innervato dal ramo anteriore del 1° nervo cervicale e con la sua azione inclina lateralmente la testa. Origina dalla faccia anteriore del processo trasverso dell'atlante e si inserisce alla faccia inferiore del processo giugulare dell'osso occipitale. Si trova lateralmente al muscolo retto anteriore e all'articolazione atlo-occipitale.
- **Scaleni:** sono innervati dai rami dei plessi cervicale e brachiale (C3-C8). Contraendosi, elevano le prime coste e inclinano lateralmente la colonna vertebrale. Si trovano profondamente nella regione laterale del collo. I muscoli scaleni sono superficialmente in rapporto con il muscolo omo-ioideo e sternocleidomastoideo, con la clavicola e con le arterie cervicale superficiale e trasversa del collo. Sulla faccia ventrale del muscolo scaleno anteriore discende il nervo frenico; la stessa faccia è incrociata in basso dall'arteria trasversa della scapola e dalla vena succlavia. Lo scaleno anteriore e il medio delimitano inferiormente, insieme con la 1a costa, un triangolo in cui passano l'arteria succlavia e i rami del plesso brachiale. Si distinguono in:
  - **Anteriore:** origina dai tubercoli anteriori dei processi trasversi delle vertebre cervicali, dalla 3a alla 6a, e termina al tubercolo dello scaleno, sulla parte anteriore della faccia superiore della 1a costa.
  - **Medio:** si distacca dai tubercoli anteriori dei processi trasversi di tutte le vertebre cervicali, escluso l'atlante, al di dietro delle origini dello scaleno anteriore; termina sulla faccia superiore della 1a costa dietro al solco per l'arteria succlavia.
  - **Posteriore:** nasce dai tubercoli posteriori dei processi trasversi delle vertebre cervicali 4a-6a, e termina sul margine superiore e sulla faccia esterna della 2a costa, decorrendo lateralmente all'inserzione dello scaleno medio sulla 1a costa.

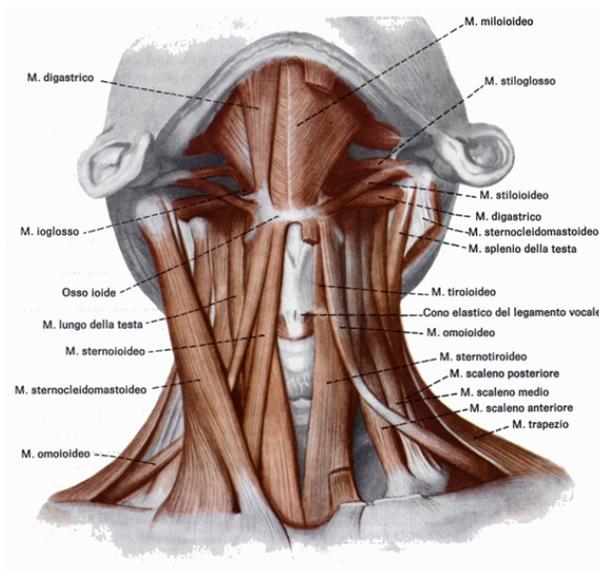


Figura 2.19: Muscoli del collo in proiezione anteriore.

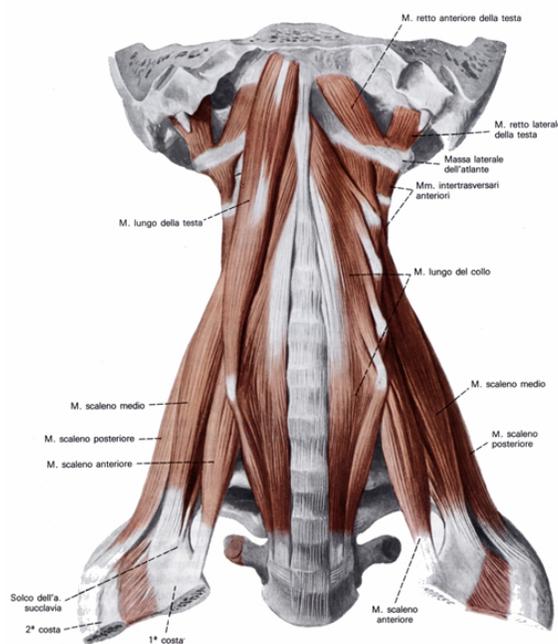


Figura 2.20: Muscoli prevertebrali visti dall'avanti.

**Tratto lombare (Figura 2.21)**

- **Grande psoas:** è fusiforme e origina, mediante una serie di arcate fibrose, dalle facce laterali dei corpi dell'ultima vertebra toracica e delle prime quattro vertebre lombari, dai dischi intervertebrali interposti e dalla base dei processi trasversi delle prime quattro vertebre lombari; si porta in basso e lateralmente, attraversa le regioni lombare e iliaca, esce dal bacino passando sotto al legamento inguinale, tra la spina iliaca anteriore inferiore e l'eminanza ileo-petitea (lacuna dei muscoli); giunto nella coscia, passa innanzi all'articolazione dell'anca e termina inserendosi al piccolo trocantere. Il muscolo corrisponde, profondamente, al muscolo quadrato dei lombi, ai processi costiformi delle vertebre lombari, ai muscoli intertrasversari e in parte al muscolo iliaco. Anteriormente è circondato, nella parte superiore, dall'arco diaframmatico mediale; è in rapporto quindi con il rene, l'uretere, i vasi renali, il colon ascendente e la vena cava inferiore a destra e il colon discendente a sinistra. Nel contesto del muscolo decorre il nervo femorale. Tra il robusto tendine terminale e la capsula fibrosa dell'articolazione dell'anca, è interposta una borsa mucosa .
- **Piccolo psoas:** è uno dei due muscoli interni dell'anca; è innervato da rami muscolari del plesso lombare (L1-L4) e, con la sua contrazione, tende la fascia iliaca. È un muscolo rudimentale, piccolo e fusiforme, posto davanti al muscolo grande psoas. Origina dalle facce laterali dei corpi dell'ultima vertebra toracica e della la lombare e dal disco tra esse interposto. Di qui si porta in basso e lateralmente e va a terminare sull'eminanza ileo-petitea e sulla fascia iliaca. Si trova anteriormente e medialmente rispetto al grande psoas.

Il muscolo psoas flette la coscia sul bacino, adducendola e ruotandola esternamente. Prendendo come punto fisso il femore, flette il tronco e lo inclina sul proprio lato.

- **Quadrato dei lombi:** è innervato dall'ultimo ramo intercostale e dai rami anteriori dei primi due o tre nervi lombari. Contraendosi, abbassa la 12 a costa, comportandosi così come muscolo espiratorio, ed inclina lateralmente la colonna vertebrale e la pelvi. Si trova nella parete addominale posteriore, tra la cresta iliaca e l'ultima costa. È formato da due strati, più o meno completi, di cui uno anteriore ed uno posteriore. Lo strato anteriore ha origine all'apice dei processi costiformi delle quattro ultime vertebre lombari e s'inserisce al margine inferiore della 12 a costa. Lo strato posteriore nasce dal labbro interno della cresta iliaca e dal margine superiore del legamento ileo-lombare e s'inserisce al margine inferiore della 12 a costa e all'apice dei processi costiformi delle prime quattro vertebre lombari. In avanti il muscolo è rivestito da una fascia che lo separa dal muscolo grande psoas, dal rene, dal colon ascendente (a destra) e discendente (a sinistra). In alto la fascia s'ispessisce e forma l'arco diaframmatico laterale del pilastro laterale del diaframma. In dietro è in rapporto con il foglietto anteriore della fascia lombo-dorsale.

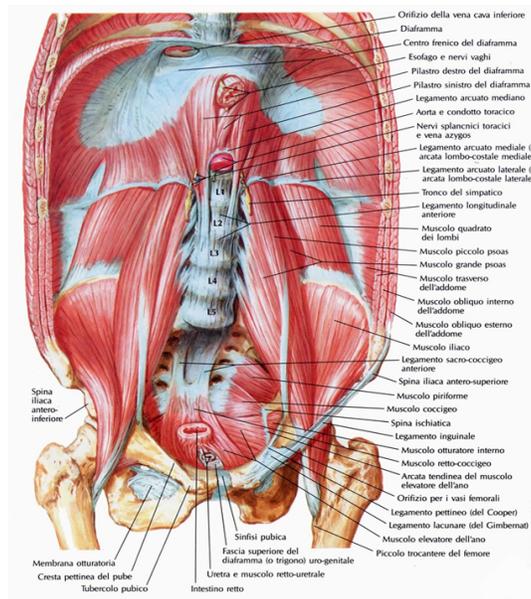


Figura 2.21: Muscoli del tratto lombare.

### Tratto sacrale

- Piforme:** uno dei muscoli esterni dell'anca ed è innervato da un ramo collaterale del plesso sacrale (L5-S1). Contraendosi ruota lateralmente il femore. Ha un'azione stabilizzante sull'articolazione coxo-femorale. È appiattito, triangolare e situato in parte all'interno e in parte all'esterno della pelvi. I suoi fasci originano dalla faccia anteriore dell'osso sacro, lateralmente al 2°, 3° e 4° foro sacrale anteriore, dal legamento sacrotuberoso e dalla circonferenza superiore della grande incisura ischiatica; essi si dirigono lateralmente e in fuori, escono dal bacino attraverso il grande forame ischiatico e si inseriscono sull'estremità superiore del grande trocantere. Il muscolo piriforme suddivide il grande forame ischiatico in due tragitti sovrapposti, i canali sovra-piriforme e sotto-piriforme. Nella sua porzione intrapelvica il muscolo corrisponde, anteriormente, all'intestino retto, ai vasi ipogastrici e al plesso sacrale; profondamente appoggia sull'osso sacro. Nella parte extrapelvica è in rapporto con il grande gluteo e con l'articolazione dell'anca. A livello del grande forame ischiatico è a contatto superiormente con il nervo e i vasi glutei superiori e inferiormente con il nervo ischiatico, con il nervo e i vasi glutei inferiori, con il nervo e i vasi pudendi interni e con il nervo cutaneo posteriore del femore.

## **Muscoli della parete anterolaterale dell'addome primariamente coinvolte nella flessione e nella rotazione del tratto toraco-lombare (Figura 2.22)**

- **Iliaco:** il muscolo iliaco è un muscolo situato nella fossa iliaca e partecipa alla formazione della parete addominale posteriore. Origina dalla fossa iliaca, dal labbro interno della cresta iliaca, dalle due spine iliache anteriori, dall'incisura fra di esse interposta e dall'ala del sacro. Le sue fibre passano inferiormente e medialmente sotto il legamento inguinale e si inseriscono al piccolo trocantere del femore con una inserzione comune al muscolo grande psoas (al quale si uniscono formando il muscolo ileopsoas). Con la sua azione flette la coscia, la ruota medialmente e partecipa alla flessione del tronco. È innervato dal nervo femorale.
- **Ileopsoas:** il muscolo ileopsoas viene spesso considerato come un unico muscolo bi-articolare, situato nella regione lombo-iliaca e nella regione anteriore della coscia. In realtà esso è formato da due porzioni distinte: il muscolo grande psoas, e il muscolo iliaco. Origina dalle facce laterali dei corpi dell'ultima vertebra toracica, dalle prime quattro vertebre lombari e dai dischi interposti, e dalla base dei processi trasversi delle prime quattro vertebre lombari. Il corpo muscolare si porta obliquamente in basso e in fuori; passa sotto al legamento inguinale e, giunto nella coscia termina sull'apice del piccolo trocantere. Tra il muscolo iliaco ed il grande psoas decorre il nervo femorale. Con la sua azione flette e ruota esternamente la coscia; flette e inclina lateralmente il tronco. Essendo il più potente flessore della coscia ha un ruolo molto importante nella deambulazione.
- **Obliquo interno:** si trova nella parete antero-laterale dell'addome, profondamente al muscolo obliquo esterno. Origina dal terzo laterale del legamento inguinale, dalla spina iliaca anteriore superiore, dai 3/4 anteriori della cresta iliaca e, in dietro, dalla faccia posteriore della fascia lombo-dorsale. I fasci del muscolo si portano in alto e medialmente; quelli più posteriori si inseriscono al margine inferiore delle ultime tre cartilagini costali; tutti gli altri continuano in una lamina fibrosa, l'aponeurosi dell'obliquo interno, che partecipa alla formazione della guaina del muscolo retto e della linea alba. La parte inferiore dell'aponeurosi dell'obliquo interno si fonde con l'aponeurosi del muscolo trasverso formando il tendine congiunto che s'inserisce al margine superiore del pube, al tubercolo pubico e alla parte mediale della cresta pettinea. La faccia superficiale del muscolo obliquo interno è in rapporto con l'obliquo esterno e, posteriormente, con il muscolo grande dorsale; la faccia profonda è in rapporto con il muscolo trasverso. Il margine inferiore entra a far parte della parete superiore del canale inguinale. È innervato dai nervi intercostali (T5-T12) e dai nervi ileoipogastrico e ileoinguinale (L1). Come il muscolo obliquo interno dell'addome, con la sua azione abbassa le coste, comportandosi quindi come muscolo espiratorio, flette il torace ma lo ruota dal lato opposto. Inoltre, determina anche un aumento della pressione addominale.
- **Obliquo esterno:** si trova nella parete anteriore e laterale dell'addome e risale sulla parete toracica laterale. Si presenta come una larga lamina appiattita, di forma quadri-

latera. Origina dalla faccia esterna delle ultime otto coste per mezzo di digitazioni di cui le prime cinque o sei si incrociano con quelle del muscolo dentato anteriore e le ultime tre con quelle del muscolo grande dorsale. Le digitazioni carnose confluiscono in una lamina piatta i cui fasci decorrono in avanti, medialmente e in basso. I fasci sorti dall'11a e 12a costa si portano quasi verticalmente in basso, per inserirsi al labbro esterno della cresta iliaca. Gli altri fasci proseguono in un'ampia aponeurosi che si porta medialmente in basso, per un'estensione compresa tra il processo xifoideo e il pube. Medialmente, l'aponeurosi dell'obliquo esterno partecipa alla formazione della guaina del retto e giunge fino alla linea alba. Inferiormente, l'aponeurosi s'inserisce al pube e alla sinfisi pubica tramite fasci che delimitano l'anello inguinale sottocutaneo. Tra il tubercolo pubico e la spina iliaca anteriore superiore, l'aponeurosi dell'obliquo esterno costituisce il legamento inguinale. La faccia superficiale del muscolo è in rapporto con lo strato sottocutaneo e, posteriormente, con il muscolo grande dorsale. La faccia profonda ricopre le ultime otto coste con i muscoli intercostali esterni e il muscolo obliquo interno. Fra il margine posteriore dell'obliquo esterno e il margine anteriore del muscolo grande dorsale esiste uno spazio triangolare, a base inferiore, corrispondente alla cresta iliaca (triangolo lombare). È innervato dagli ultimi nervi intercostali (T8-T12) e dai nervi ileoipogastrico e ileoinguinale (L1). Come il muscolo obliquo esterno dell'addome, con la sua azione abbassa le coste, comportandosi quindi come muscolo espiratorio, flette il torace ma lo ruota dal proprio lato. Inoltre determina un aumento della pressione addominale.

- **Retto dell'addome:** entra nella costituzione della parete addominale anteriore e ha la forma di un grosso nastro situato a lato della linea mediana. Ha origine superiormente con tre fasci carnosi che si distinguono in laterale, intermedio e mediale. I primi due si distaccano dalla faccia esterna e dal margine inferiore della 5a e 6a cartilagine costale, il terzo nasce dalla faccia esterna della 7a cartilagine costale e dal processo xifoideo. Il muscolo si porta quindi in basso per raggiungere l'inserzione che si effettua, mediante un corto e robusto tendine, sul margine superiore del pube, tra il tubercolo pubico e la sinfisi pubica. I fasci fibrosi più medialsi si incrociano con quelli del lato opposto al davanti della sinfisi. Il ventre muscolare presenta in genere quattro inserzioni tendinee trasversali che sono ben visibili sulla faccia anteriore, non interessando di norma tutto lo spessore del muscolo: una di queste è situata a livello dell'ombelico, due si trovano al di sopra e una, incostante, è al di sotto dell'ombelico. Il muscolo retto dell'addome si pone anteriormente in rapporto con il foglietto anteriore della guaina del retto, posteriormente con le cartilagini costali dalla 5a alla 9a, con il foglietto posteriore della guaina e, in basso, con la faccia trasversale. L'arteria epigastrica inferiore decorre tra la faccia posteriore del muscolo e il foglietto posteriore della sua guaina. Il margine laterale del muscolo corrisponde al margine laterale della guaina; il margine mediale è diviso da quello controlaterale ad opera della linea alba. È innervato dagli ultimi sei nervi intercostali e dal nervo ileoipogastrico. Contraendosi, abbassa le coste, comportandosi quindi come un muscolo espiratorio, flette il torace sulla pelvi (o viceversa) e aumenta la pressione addominale.

- Trasverso dell'addome:** è posto profondamente al muscolo obliquo interno e presenta fasci a decorso trasversale. Origina dalla faccia interna delle ultime sei cartilagini costali, con digitazioni che si alternano a quelle del diaframma, e inoltre dalla fascia lombo-dorsale, dal labbro interno dei 3/4 anteriori della cresta iliaca e dalla metà laterale del legamento inguinale. I suoi fasci, portandosi medialmente, continuano nell'aponeurosi del muscolo trasverso che partecipa alla formazione della guaina del retto e della linea alba. Le fibre carnose trapassano nell'aponeurosi secondo una linea curva a concavità mediale, la linea semilunare. La parte inferiore dell'aponeurosi del trasverso si unisce all'aponeurosi dell'obliquo interno per formare il tendine congiunto. La faccia superficiale del muscolo è in rapporto con il muscolo obliquo interno, quella profonda è rivestita dalla fascia trasversale che la separa dal peritoneo. Il margine inferiore del trasverso entra a far parte della parete superiore del canale inguinale. È innervato dai nervi intercostali (T8-T12) e dai nervi ileoipogastrico e ileoinguinale (L1). Contraendosi, porta in dentro le coste, comportandosi quindi come muscolo espiratorio, ed aumenta la pressione addominale.

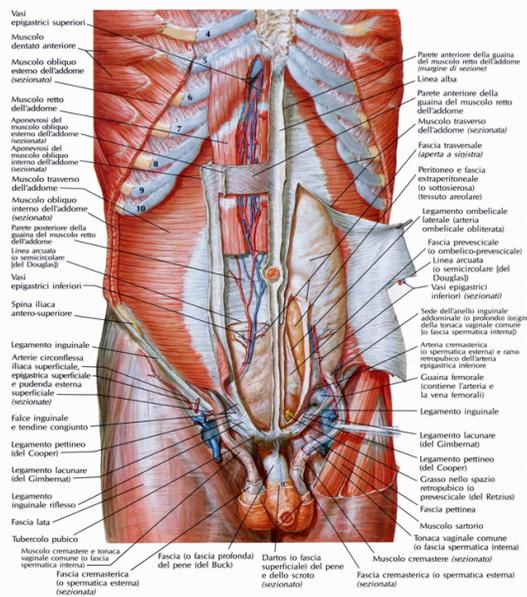


Figura 2.22: Muscoli della parete antero-laterale dell'addome.

### 2.3.1 Movimenti del rachide

Considerato nel suo insieme, il rachide rappresenta l'equivalente di una articolazione con tre gradi di libertà (Figura 2.23):

- **Flesso estensione**

È un movimento che si esegue sul piano sagittale e sull'asse trasverso. Durante l'estensione lo spazio del foro intervertebrale si riduce, viceversa nella flessione. Questo movimento è svolto quasi interamente dalla parte cervicale e lombare, mentre il tratto toracico è impossibilitato a compierlo soprattutto a causa delle articolazioni con le coste e in misura minore per lo spessore ridotto del disco rispetto ai corpi vertebrali. Sul tratto lombare l'escursione articolare lombare è di 60° in flessione e 45° in estensione.

- *Flessione*: il movimento di flessione inizia da una breve contrazione dei muscoli della parete addominale, ma effettivamente è svolto dagli erettori spinali che, allungandosi a poco a poco, contrastano la forza di gravità evitando che il tronco cada bruscamente in avanti. Durante questo movimento si tendono i legamenti e i muscoli posteriori, il nucleo polposo viene spinto indietro provocando una sollecitazione della porzione posteriore dell'anello fibroso, fino a fissurarlo e a romperlo con conseguente migrazione del nucleo.
- *Estensione*: è eseguita dalla contrazione dei muscoli posteriori: gli erettori spinali. Durante questo movimento il nucleo polposo del disco intervertebrale viene spinto in avanti sollecitando la porzione anteriore dell'anello fibroso.

- **Inclinazione laterale destra e sinistra**

Il movimento avviene sul piano frontale e sull'asse sagittale del corpo.

- **Rotazione assiale**

Questi movimenti sono effettuati dalla muscolatura addominale e da alcuni muscoli dorsali in sinergia con gli erettori spinali; il lavoro di questi ultimi sarà tanto più intenso quanto la colonna sarà flessa in avanti, proprio per la loro funzione antigravitaria. I muscoli erettori spinali, essendo coinvolti in tutti i movimenti del rachide, subiscono col tempo un accorciamento, con conseguente aumento della pressione sui dischi intervertebrali.

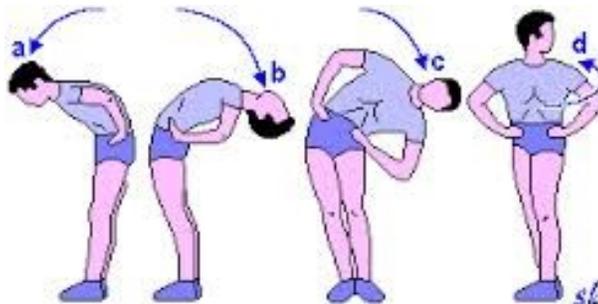


Figura 2.23: Movimenti del rachide.

L'ampiezza di questi movimenti elementari, pur essendo molto piccola ad ogni singolo livello, diviene ampia nella sua totalità dato l'elevato numero delle articolazioni vertebrali. Uno degli elementi che condiziona i movimenti della colonna è l'orientamento delle faccette articolari delle vertebre. A livello cervicale le faccette articolari sono orientate a metà tra l'orizzontalità e l'inclinazione antero-posteriore, nel tratto dorsale sono orientate all'indietro e leggermente in alto e in fuori, mentre a livello lombare sono volte in dietro e in dentro.

L'ampiezza dei movimenti dei vari segmenti rachidei può essere misurata su radiogrammi effettuati in proiezione antero-posteriore.

- *A livello del rachide cervicale:*  
la flessione è di 40° e l'estensione è di 75°;  
l'inclinazione laterale è compresa tra i 35° e i 45°;  
la rotazione è compresa tra i 45° e i 50°.
- *A livello del rachide dorsale:*  
la flessione è di 45° e l'estensione è di 25°;  
l'inclinazione laterale è di 20°;  
la rotazione è di 35°.
- *A livello del rachide lombare:*  
la flessione è di 60° e l'estensione è di 35°;  
l'inclinazione laterale è di 20°;  
la rotazione, molto limitata, è di 5°.

Questi valori sono indicativi in quanto variano notevolmente a seconda dei vari soggetti e dell'età. L'articolarietà globale del rachide può essere valutata clinicamente tramite alcuni movimenti "test" chiesti direttamente al soggetto. La flessione totale del rachide è di 110°; l'estensione massima è complessivamente di 140°; l'inflessione o inclinazione laterale totale varia da 75° a 80°; la rotazione assiale tra bacino e cranio varia tra i 90° e i 95°.

## 2.4 Midollo spinale

Il **midollo spinale** è la porzione più caudale del sistema nervoso centrale (o nevrasse) e mantiene la conformazione cilindrica del tubo neurale da cui deriva. È posto nel canale vertebrale, estendendosi da subito sotto il foro occipitale fino a livello del corpo della II vertebra lombare.

Il midollo spinale è rivestito in superficie da involucri connettivali riccamente vascolarizzati, le meningi spinali, insieme alle quali occupa il canale vertebrale. È connesso alla periferia da 33 paia di nervi spinali. Ha colore bianco ed una lunghezza media di 45 cm, con un diametro antero-posteriore di 1 cm ed uno trasverso di circa 1,2 cm. Pesa circa 28 grammi.

Il midollo spinale è flessibile, elastico e più consistente dell'encefalo: ciò è dovuto soprattutto alla compatta disposizione periferica della sua sostanza bianca. Continua cranialmente con il *bulbo* (che rappresenta la porzione più caudale del *tronco encefalico*), il confine con il

quale è dato da un piano orizzontale immaginario passante ad uguale distanza tra l'emergenza dell'ultimo paio dei nervi encefalici (nervo ipoglosso) e quella del I paio dei nervi spinale (nervo I cervicale).

Inferiormente, a livello lombare, il midollo si restringe nel *cono midollare* e continua con un lungo e sottile filamento fibroso, denominato *filo terminale*, lungo 20-25 cm e largo 2 mm, che termina sulla faccia dorsale del coccige mediante il legamento coccigeo, formatogli attorno dalle tre meningi spinali fuse in un'unica guaina, la *guaina terminale*.

Prende il nome di *cauda equina* l'insieme delle ultime radici dei nervi spinali che, con lunghissimo decorso verticale, si portano ai fori intervertebrali d'emergenza decorrendo ai lati del filamento terminale. Protetto dalle meningi spinali e dal liquido cefalorachidiano e grazie ai suoi mezzi di fissità, il midollo spinale segue la colonna vertebrale in tutti i suoi movimenti, senza entrare mai in contatto con superfici ossee. Privo dei suoi involucri meningei, il midollo spinale appare come uno stelo cilindrico, leggermente appiattito in senso antero-posteriore.

Il midollo spinale non ha calibro uniforme, presenta infatti due rigonfiamenti fusiformi che, per il livello che occupano, sono detti *rigonfiamento* (o *entumescenza*) *cervicale* e *rigonfiamento* (o *entumescenza*) *lombare*. Tali rigonfiamenti, dovuti soprattutto ad un aumento di spessore in senso antero-posteriore, corrispondono ai punti di emergenza dei nervi destinati rispettivamente agli arti superiori (*plesso brachiale*) e a quelli inferiori (*plesso lombosacrale*).

- Il rigonfiamento cervicale comincia all'estremità superiore del midollo spinale e si estingue a livello della II vertebra toracica, avendo nella sua parte media, più espansa, un diametro frontale di 14 mm.
- Il rigonfiamento lombare inizia a livello della IX vertebra toracica e termina alla I vertebra lombare, misurando 8 cm di lunghezza e calibro di circa 12 mm; continua caudalmente nel cono midollare.

Il midollo spinale presenta curvature sagittali che corrispondono a quelle della colonna vertebrale e, nell'insieme, gli conferiscono un profilo a S. La curva più accentuata è a livello cervicale e presenta una convessità anteriore. Il midollo spinale è invece concavo anteriormente entro la parte toracica e torna a farsi convesso verso l'avanti entro quella lombare.

Il midollo spinale non riempie interamente la cavità del canale vertebrale, ma ne occupa la sola parte centrale, rimanendo separato dalle pareti del canale medesimo per l'interposizione dello *spazio perimidollare*, che contiene le meningi spinali e, esternamente a queste, il tessuto adiposo peridurale nel quale decorrono abbondanti vasi sanguiferi, soprattutto venosi.

Sulla *superficie del midollo spinale* si osservano solchi longitudinali tra i quali si delimitano parti rilevate dette *cordoni*. Nel mezzo delle superfici ventrale e dorsale del midollo sono visibili la *fessura mediana anteriore* e, rispettivamente, il *solco mediano posteriore* che suddividono il midollo in due metà uguali e simmetriche destra e sinistra. In ciascuna metà così individuata si riconoscono poi, in direzione antero-posteriore, quattro solchi, detti rispettivamente *solco intermedio anteriore*, *solco laterale anteriore*, *solco laterale posteriore*, *solco intermedio posteriore*.

- La *fessura mediana anteriore* si presenta variamente profonda (da 2,5 a 4 mm) in rapporto con la presenza dei rigonfiamenti cervicali e lombare; essa percorre tutto il midollo spinale dal limite con il bulbo fino al cono midollare.
- Il *solco mediano posteriore* si estende anch'esso dal bulbo al cono midollare ed è poco profondo. Con decorso dorso-ventrale, si stacca da esso un setto di glia, un setto posteriore che si porta nella compagine del midollo spinale.
- Il *solco intermedio anteriore*, visibile soltanto nel tratto cervicale del midollo, si localizza tra la fessura mediana anteriore e il solco laterale anteriore. Discendendo, esso si avvicina progressivamente alla linea mediana insieme con quello controlaterale, finché entrambi si confondono con la fessura mediana anteriore.
- Il *solco laterale anteriore*, situato a circa 3 mm dalla linea mediana cui si avvicina procedendo verso il basso, si estende per tutta la lunghezza del midollo, presentandosi come una doccia cribrata larga 2 mm che, in vicinanza del cono midollare, risulta appena marcata.
- Il *solco laterale anteriore* corrisponde all'emergenza delle radici anteriori dei nervi spinali. • Il solco laterale posteriore è più profondo del precedente e decorre anch'esso per tutta la lunghezza del midollo, a circa 3 mm dal solco mediano posteriore. Corrisponde al punto di penetrazione delle radici posteriori dei nervi spinali nel midollo spinale.
- Il *solco intermedio posteriore* è appena accennato; si trova a livello dei neuomeri cervicali e toracici superiori, tra il solco laterale posteriore e il solco mediano posteriore.

Ai tratti della superficie midollare che i solchi delimitano si dà, come detto, il nome di *cordoni*. Questi si presentano come rilievi superficiali determinati dal raggruppamento di fibre mieliniche a decorso prevalentemente longitudinale. I cordoni sono tre per ciascun antimerlo del midollo spinale e prendono rispettivamente il nome di cordone anteriore, cordone laterale e cordone posteriore.

- Il *cordone anteriore*, compreso tra la fessura mediana anteriore e il solco laterale anteriore, prosegue in alto nelle piramidi bulbari e si assottiglia approssimativamente in direzione del cono midollare. È diviso dal solco intermedio anteriore, dove questo esiste, in due fasci secondari.
- Il *cordone laterale*, compreso tra il solco laterale anteriore e il solco laterale posteriore, dà attacco in superficie ai legamenti denticolati, formazioni di dipendenza meningeale. A livello cervicale, inoltre, emergono, in corrispondenza di esso, le radicole del nervo accessorio (XI paio dei nervi encefalici). Poiché il solco laterale anteriore non è molto marcato, il cordone laterale appare spesso in continuità con quello anteriore, in un'unica formazione denominata *cordone antero-laterale*.
- Il *cordone posteriore* si trova fra il solco laterale posteriore e il solco mediano posteriore ed è ben distinto da quello controlaterale solo a livello cervicale. Solo nella

parte più alta del midollo spinale, il cordone posteriore è suddiviso dal *solco intermedio posteriore* in due fasci secondari di cui uno mediale (o *fascicolo gracile, di Goll*) e uno laterale (o *fascicolo cuneato, di Burdach*). Tali fascicoli aumentano di volume procedendo dal basso verso l'alto.

Il midollo spinale è mantenuto in sede anzitutto dalla sua continuità con il bulbo. Le radici dei nervi spinali che, dal midollo, si portano ai fori intervertebrali e il filamento terminale, collegato alla parete del canale vertebrale, contribuiscono a mantenerlo fisso. Un'importante mezzo di fissità del midollo spinale è dato infine dai *legamenti denticolati*.

Già all'osservazione macroscopica di una sezione trasversa del midollo è possibile riconoscere l'esistenza di due costituenti distinti, la *sostanza grigia* e la *sostanza bianca*. La sostanza grigia occupa la parte centrale dell'organo; la sostanza bianca si dispone alla periferia. All'interno della sostanza grigia si vede, inoltre, la sezione del *canale centrale* (o *canale dell'ependima*) che si estende, con calibro variabile, per tutta la lunghezza del midollo spinale.

La *sostanza grigia del midollo spinale* (Figura 2.24) occupa la porzione centrale di quest'ultimo ed è formata da due porzioni simmetriche estese in direzione dorso-ventrale e riunite da un tratto trasversale, la *commessura grigia*, in cui si trova il canale centrale (o dell'ependima). Nel complesso, dunque, la sostanza grigia presenta una conformazione ad H (o a farfalla) in cui si distinguono, mediante un piano frontale immaginario passante per il canale centrale, una porzione anteriore, la *colonna anteriore*, ed una posteriore, la *colonna posteriore*. Queste due colonne, nelle sezioni traverse del midollo, prendono rispettivamente il nome di *corno anteriore* e *corno posteriore*. Il corno anteriore e quello posteriore dello stesso lato si mettono tra loro in continuità tramite un territorio grigio denominato *massa intermedia*.

Il *corno anteriore del midollo spinale* è una tozza zona quadrangolare e arrotondata che si porta in avanti e all'esterno, rimanendo separata dalla superficie del midollo ad opera della sostanza bianca; è tozzo e molto più largo del corno posteriore. Vi si distinguono, in direzione ventro-dorsale, una testa e una base.

La *testa* ha contorno festonato, dal quale sporgono un rilievo mediale ed uno laterale; quest'ultimo è il *processo laterale del corno anteriore*, molto sviluppato a livello dei rigonfiamenti cervicale e lombare. Dal contorno festonato della testa del corno anteriore, origine reale della radice anteriore del nervo spinale, fuoriescono fascetti di fibre nervose che emergono dal solco laterale anteriore del midollo come radicole, conflueno poi nelle radici anteriori dei nervi spinali.

La *base* del corno anteriore è in continuità con il corno posteriore tramite la massa intermedia. Dalla superficie laterale della base del corno anteriore si distaccano prolungamenti della sostanza grigia che si spingono lateralmente per breve tratto, formando una massa grigia, soprattutto evidente a livello toracico (fra l'VIII segmento cervicale e il II segmento lombare); si tratta della *colonna laterale* (*corno laterale*, nelle sezioni trasverse), che non va confusa con il processo laterale della colonna anteriore.

La *massa intermedia del midollo spinale* si trova fra la base del corno anteriore e quella del corno posteriore, sporgendo verso l'esterno. È soprattutto sviluppata a livello cervicale dove costituisce la *formazione reticolare* composta di cellule frammiste e fibrose. In cor-

rispondenza della formazione reticolare emergono, a livello dei primi neuomeri cervicali, le fibre radicolari del nervo accessorio (XI paio dei nervi encefalici). A partire dalla massa intermedia il corno posteriore si dirige indietro e in fuori fin quasi a raggiungere la superficie dorsale del midollo spinale, dalla quale resta separata ad opera di un'esile porzione di sostanza bianca con fibre a decorso longitudinale, la *zona marginale* (di Lissauer).

Il *corno posteriore del midollo spinale* appare, nell'insieme, più lungo e assottigliato di quello anteriore. Si dirige in dietro e lateralmente, giungendo fino in vicinanza della superficie del midollo spinale; esso è infatti più lungo del corno anteriore rispetto al quale è però più sottile e con contorno regolare. Vi si distinguono in direzione ventro-dorsale una *base* che continua con la massa intermedia e con la commessura grigia, un collo ristretto ed una testa leggermente ingrossata che termina con una porzione assottigliata, l'apice. A questo si addossa un cappuccio di aspetto gelatinoso denominato *sostanza gelatinosa* (di Rolando). Uno strato di fibre nervose con cellule sparse, denominato *zona spongiosa* (o *strato zonale*) (di Waldeyer) separa la sostanza gelatinosa dalla zona marginale (di Lissauer). Perciò, procedendo dalla superficie esterna del midollo in direzione del corno posteriore, si incontrano successivamente la zona marginale, la zona spongiosa, la sostanza gelatinosa e l'apice del corno posteriore. In corrispondenza della faccia mediale della testa del corno posteriore penetrano nella sostanza grigia fascetti di fibre appartenenti alla radice posteriore che vanno a stratificarsi sulla faccia stessa.

La *commessura grigia del midollo spinale* è un tratto mediano di sostanza grigia teso fra le due formazioni simmetriche date dal corno anteriore, dalla massa intermedia e dal corno posteriore. In avanti, una lamina di fibre mieliniche (la *commessura bianca anteriore*) divide la commessura grigia dal fondo della fessura mediana anteriore. Dorsalmente, invece, la commessura stessa è raggiunta dal *setto posteriore*, un setto gliale che si distacca dal fondo del solco mediano posteriore. La presenza nel suo contesto del canale centrale consente di dividerla in una porzione anteriore, *commessura grigia anteriore*, e in una porzione posteriore, *commessura grigia posteriore*. Intorno al canale centrale, la sostanza grigia della commessura si fa granulare, semitrasparente e prende il nome di *sostanza gelatinosa centrale*.

Come per la sostanza bianca, la sostanza grigia del midollo spinale presenta un diverso sviluppo e una diversa conformazione a seconda dei neuomeri, in rapporto anche con la formazione reticolare e del corno laterale.

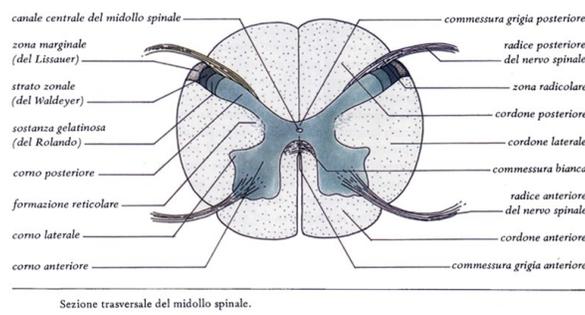


Figura 2.24: Sezione trasversale del midollo spinale.

La quantità di sostanza grigia aumenta procedendo dall'estremità del cono midollare fino al rigonfiamento lombare, diminuisce poi a livello toracico e aumenta di nuovo nel rigonfiamento cervicale per ridursi infine gradualmente procedendo in direzione craniale (Figura 2.25). Tale comportamento è in rapporto al volume dei nervi cui la sostanza grigia dà origine. Infatti, il maggior sviluppo della sostanza grigia si ha a livello delle radici dei grossi nervi destinati agli arti, in corrispondenza cioè dei rigonfiamenti cervicale e lombare.

Le variazioni quantitative della sostanza grigia sono più evidenti a livello del corno anteriore; per quanto riguarda il corno posteriore, è da rilevare il notevole sviluppo della sostanza gelatinosa (di Rolando) a livello dei neuomeri sacrali. Nei neuomeri cervicali superiori le corna anteriori, quadrangolari, presentano un pronunciato processo laterale; la formazione reticolare è estesa e le corna posteriori, ripiegate lateralmente, presentano un esile collo e una grossa testa. Nei neuomeri del rigonfiamento cervicale le corna anteriori sono voluminose, la sostanza reticolare si riduce e le corna posteriori hanno una sporgenza meno accentuata. Nei neuomeri toracici le corna anteriori sono quadrangolari e il loro volume decresce; la formazione reticolare si addensa nelle corna laterali e le corna posteriori, esili e allungate, hanno il collo molto sottile.

Nei neuomeri lombari le corna anteriori sono molto sviluppate, al pari di quelle posteriori che appaiono fortemente deviate in fuori; le corna laterali si riducono notevolmente, così come la formazione reticolare. Nei neuomeri sacrali le corna anteriori e quelle posteriori sono entrambe slargate, senza alcuna distinzione in testa e base; manca la formazione reticolare. Nei neuomeri coccigei, la sostanza grigia occupa buona parte del volume del midollo e si presenta come un'unica massa in cui manca la distinzione fra corna anteriori e corna posteriori.

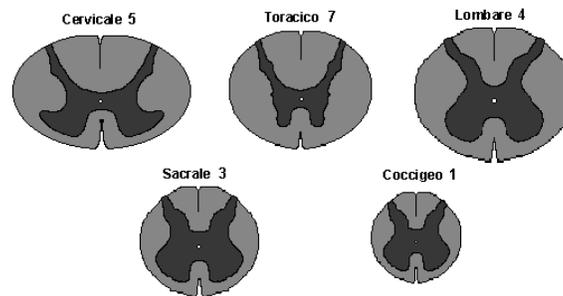


Figura 2.25: Sezioni del midollo spinale a vari livelli.

La *sostanza bianca del midollo spinale* (Figura 2.26) è formata da fasci di fibre mieliniche a decorso prevalentemente longitudinale che circondano la sostanza grigia e sono, a loro volta, rivestiti dalla più interna delle meningi, la pia madre. La fessura e i solchi visibili sulla

superficie esterna del midollo spinale si portano, per varia estensione, nella profondità della sostanza bianca che viene così suddivisa in tre grossi *cordoni* (o *funicoli*) pari: il *cordone anteriore*, il *cordone laterale* e il *cordone posteriore*, individuabili anche sulla superficie esterna. Una sottile lamina di sostanza bianca, la *commessura bianca* (anteriore e posteriore), riunisce i cordoni anteriori e posteriori dei due lati.

Il *cordone anteriore* del midollo spinale è localizzato fra la fessura mediana anteriore e il solco laterale anteriore, caratterizzato dai tratti intra-midollari delle radici anteriori dei nervi spinali.

Questi ultimi fascetti di fibre, come pure quelli corrispondenti alle radici posteriori, hanno decorso orizzontale e perciò incrociano perpendicolarmente i sistemi di fibre longitudinali del cordone anteriore. Poiché il corno anteriore si arresta ad una certa distanza dalla superficie del midollo spinale, il cordone anteriore risulta delimitato in modo incompleto dal contiguo cordone laterale.

Il cordone anteriore viene diviso da un setto gliale che si approfonda a partire dalla zona più mediale della superficie ventrale del midollo, in una parte mediale (dove decorre il *fascio piramidale interno*) e in una parte laterale (dove ha sede il *fascio fondamentale del cordone anteriore*). Questo setto gliale è l'emanazione di uno strato di nevroglia disposto su tutta la superficie esterna del midollo a formare lo *strato gelatinoso corticale* (o *strato sub-piale*) (di *Waldayer*).

Il *cordone laterale* del midollo spinale si estende in superficie tra il solco laterale anteriore e il solco laterale posteriore. Profondamente risulta interposto tra il corno anteriore, che lo delimita parzialmente dal cordone anteriore, ed il corno posteriore che, giungendo fino quasi alla superficie del midollo spinale, lo separa quasi interamente dal cordone posteriore. Il cordone laterale rimane collegato con il cordone posteriore solo da un sottile strato di sostanza bianca che incappuccia l'estremità del corno posteriore e che è la *zona marginale* (di *Lissauer*).

Il cordone laterale risulta scomposto in numerosi fasci di varie dimensioni da setti di nevroglia, più o meno completi, derivati anch'essi dallo strato gelatinoso corticale.

Il *cordone posteriore* del midollo spinale si estende in superficie tra il solco laterale posteriore e il solco mediano posteriore. In profondità è delimitato lateralmente dalla *zona radicolare*, costituita dalle fibre radicolari posteriori che entrate nel midollo spinale si dispongono sul contorno mediale del corno posteriore e, medialmente, dal setto posteriore, sepimento di fibre gliali che si estende dalla commessura grigia posteriore al solco mediano posteriore.

A livello dei neuromeri cervicali e toracici superiori, esso risulta diviso in una porzione mediale (*fascicolo gracile*) e una laterale (*fascicolo cuneato*). Questa divisione è data da un robusto setto di glia che si approfonda a partire dal solco intermedio posteriore. Le porzioni più profonde dei cordoni posteriori dei due lati sono connesse da una lamina bianca, localizzata dietro la commessura grigia, detta *zona cornucommisurale*.

Come per la sostanza grigia, anche per la sostanza bianca si osservano variazioni nella disposizione ai vari livelli del midollo spinale. La sostanza bianca è infatti ridottissima all'apice del cono midollare, va accrescendosi sempre più in direzione craniale, presentando il massimo spessore a livello dei rigonfiamenti lombare e cervicale. Ciò è in rapporto, da un lato, con il numero crescente di fibre che procedendo in senso cranio-caudale, penetrano nel

midollo con le radici posteriori dei nervi spinali, dall'altro, con la progressiva riduzione delle fibre nervose originate nell'encefalo che, procedendo in senso cranio-caudale, vanno via via arrestandosi nei vari neuomeri del midollo spinale. I segmenti cervicali contengono perciò un maggior numero di fibre. Il rapporto fra sostanza grigia e sostanza bianca nei neuomeri midollari è di 1: 3 nel rigonfiamento cervicale, 1: 5 nei neuomeri toracici e 1: 1 nella metà superiore del rigonfiamento lombare. Ancor più caudalmente, la sostanza grigia prevale su quella bianca.

Il *canale centrale* (o dell'ependima) del midollo spinale, nell'adulto, è raramente pervio per tutta l'estensione del midollo spinale. Esso rappresenta il residuo del primitivo canale neurale e contiene una piccola quantità di liquido cefalorachidiano; risulta rivestito dall'ependima.

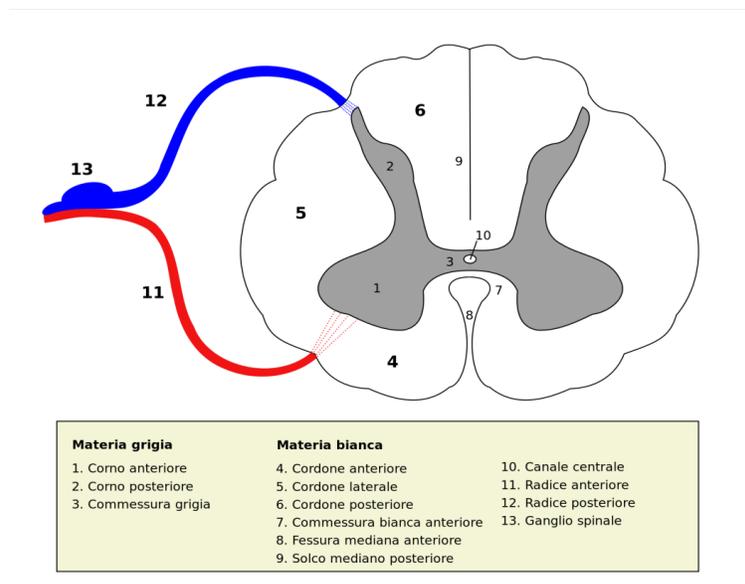


Figura 2.26: Organizzazione complessiva del midollo spinale.

Attraversando il bulbo, in alto continua con la cavità del IV ventricolo encefalico. A livello del rigonfiamento cervicale, il lume è ridotto a una fessura antero-posteriore; nel tratto toracico appare invece di forma rotondeggiante, con diametro di 0,1-0,5 mm, mentre a livello del rigonfiamento lombare esso presenta profilo ovoidale. In basso, il canale centrale raggiunge il cono midollare e si spinge entro il filamento terminale interno. In corrispondenza del cono midollare, il canale centrale può presentare una dilatazione fusiforme che prende il nome di *ventricolo terminale* (di Krause).

Questo è lungo circa 1 cm e largo 0,5-2 mm; nelle sezioni trasversali appare triangolare, con l'apice rivolto ventralmente. Il ventricolo terminale esiste nei primi anni di vita. Si riduce

fino a scomparire tra i 20 e i 40 anni quando la sua cavità viene occupata dalla sostanza gelatinosa centrale.

Per quanto riguarda la vascolarizzazione del midollo spinale, i vasi sono in continuità con quelli dell'encefalo, particolarmente del tronco encefalico. Alla sua vascolarizzazione partecipano le *arterie vertebrale, cervicale ascendente e intercostale suprema* (collaterali dell'arteria succlavia), le *arterie intercostali posteriori* (collaterali dell'aorta toracica), le *arterie lombari* (collaterali dell'aorta addominale e della sacrale mediana), le *arterie sacrali laterali* (collaterali dell'arteria iliaca interna).

Le *arterie vertebro-midollari* segmentali provenienti da diversi livelli della colonna vertebrale formano una rete extramidollare ed una rete intramidollare.

La *rete extramidollare*, durante lo sviluppo, è costituita da rami anteriori, pari e simmetrici, che penetrano nel canale vertebrale, passando attraverso i fori intervertebrali dove sono satelliti dei nervi spinali. Si distinguono, pertanto, in tale ambito, *arterie vertebro-midollari cervicali* (provengono dalle arterie vertebrale e cervicale ascendente), *toraciche* (provengono dalle arterie intercostali), *lombari* (provengono dalle arterie lombari), *sacrali e coccigee* (provengono dall'arteria sacrale laterale).

A livello del midollo spinale, come nell'encefalo, mancano vasi linfatici provvisti di parete propria. I fluidi interstiziali vengono drenati lungo le guaine che circondano i vasi sanguigni (guaine perivascolari) e concorrono in tal modo alla produzione del liquido cefalorachidiano.

## Capitolo 3

# Rachide e postura

La "postura" indica la posizione del corpo nello spazio e la relativa relazione dei diversi segmenti corporei.

Al termine "postura" sono tuttavia associate varie definizioni, tra cui:

- *l'atteggiamento che il nostro corpo assume nello spazio in relazione al nostro rapporto con l'ambiente esterno. Essa rappresenta un mezzo di comunicazione tra il nostro mondo interiore e quello che ci circondano*
- *l'adattamento personalizzato di ogni individuo all'ambiente fisico, psichico ed emozionale*
- *il modo di atteggiarsi del corpo umano determinato dal suo apparato locomotore in opposizione alla forza di gravità*

Una postura bilanciata è essenziale per il mantenimento dell'efficienza muscolo-scheletrica e la prevenzione delle sindromi algiche, e più in generale per l'ottimizzazione dello stato di salute e della qualità della vita.

In particolare, la perdita dell'allineamento del tronco è tra i fattori più comunemente coinvolti nella patogenesi delle malattie della colonna vertebrale, nelle manifestazioni dolorose croniche o ricorrenti e nel progressivo deterioramento della funzionalità motoria in ambito occupazionale, sportivo e nelle attività della vita quotidiana.

Inoltre, verosimilmente anche in relazione alla concomitante diffusione di stili di vita scorretti, specie in termini di sedentarietà e di iper-alimentazione, fin dalla giovane età, gli squilibri posturali sono sempre più spesso responsabili di disturbi muscolo-scheletrici già nell'infanzia e nell'adolescenza, con manifestazioni che spaziano dalla lombalgia alla dorsalgia, dalla cervicalgia alla cefalea.

In uno studio recente, è emerso che il dolore della colonna vertebrale è già un problema nel 12,7% dei bambini delle scuole elementari, e che una postura scorretta aumenta di 2,5 volte il rischio di sintomatologia algica.

Va infine considerato che studi longitudinali hanno dimostrato come la presenza di dolore al rachide in adolescenza rappresenti un fattore di rischio per la medesima condizione nella vita adulta.

### 3.1 Implicazione delle catene muscolari e articolari sul rachide

Nelle alterazioni posturali gli squilibri più facilmente visibili si hanno sia a livello statico sia biomeccanico: nella *statica*, con la perdita dei rapporti armonici ed equilibrati tra i vari segmenti scheletrici nei tre piani dello spazio; a livello *biomeccanico*, con la rottura delle sinergie muscolari equilibratrici e l'alterazione della meccanica articolare, in quanto variano sia i punti di applicazione delle forze muscolari, sia i loro momenti, sia la distribuzione dei carichi sui segmenti scheletrici. Indipendentemente dagli elementi di disturbo primari e dal tipo di perturbazione iniziale, l'alterazione posturale si inserisce in ogni caso in un complesso sistema organizzato di catene articolari funzionalmente collegate con le catene muscolari grazie alle strutture capsulo-legamentose e alle fasce aponevrotiche.

Mentre le catene muscolari danno vita al movimento, ne condizionano l'intensità e in parte l'ampiezza e garantiscono il mantenimento della statica, le catene articolari sono piuttosto responsabili dell'escursione angolare e insieme della direzione del movimento.

In virtù di questa interrelazione funzionale tra catene muscolari e catene articolari, un disassamento iniziale causato da una perturbazione localizzata provoca uno sbilanciamento articolare con conseguente contrazione muscolare di stabilizzazione, o viceversa. Non è infatti possibile una corretta organizzazione articolare senza equilibrio delle tensioni muscolari.

Questo equilibrio, che garantisce la coesistenza di una buona stabilità e di una buona mobilità articolare, è quindi altamente auspicabile, in quanto ogni disequilibrio delle tensioni muscolari provoca immediatamente la riorganizzazione di un nuovo equilibrio adattativo, al caro prezzo di disassamenti segmentari che, a loro volta, comportano una sostanziale asimmetria dei volumi corporei e delle funzioni cinetiche, con conseguente rielaborazione dello schema corporeo.

Infatti le sensazioni cinestetiche provocano modificazioni adattative come risposta all'alterazione posturale, creando uno schema posturale economico e schemi motori compensativi, che soddisfino l'efficacia del gesto, nonostante la limitazione dovuta all'alterazione morfologica o funzionale.

Le sedi degli errori posturali sono quattro sub-unità articolari a configurazione spaziale, correlate tra loro attraverso l'interposizione dei seguenti segmenti:

- cranio-mandibolare: l'articolazione è quella temporomandibolare, con sei gradi di libertà,
- cingolo scapolare: racchiude le articolazioni acromion-clavicolare, sterno-clavicolare e scapolo-omerale; le prime due sono unite mediante il rachide cervicale,
- cingolo pelvico: comprende le articolazioni sacrococcigea, sacro-iliaca e ileo-femorale,
- complesso piede-caviglia: costituito dalle articolazioni peroneo-tibioastragalica, sotto- astragalica e calcaneo-cuboide;

Le sub-unità a configurazione spaziale costituiscono i sistemi tampone delle sollecitazioni meccaniche in flessione-estensione, latero-flessione e torsione, espresse dal sistema muscolo-legamentoso, con l'obiettivo primario di proteggere la colonna vertebrale. Fintanto che tali sollecitazioni si mantengono entro valori fisiologici, l'organismo si adatta e compensa. Oltre tali valori compaiono le disfunzioni, le algie, i disequilibri statici e dinamici.

Esiste una stretta interdipendenza funzionale fra i vari segmenti che determinano l'atteggiamento posturale del corpo. Per analizzarli si può partire dall'alto o dal basso, ma in presenza di uno squilibrio posturale bisogna considerare l'intera catena biomeccanica per comprendere il meccanismo patogenetico.

È abbastanza diffusa nella posturologia la classificazione delle patogenesi di *tipo ascendente* o *discendente*, che permette di distinguere se un'alterazione posturale dipende da una cattiva posizione dei piedi, degli arti inferiori, del bacino (tipo ascendente), o da una cattiva posizione del sistema cranio-mandibolare come nel caso di una mandibola deviata, retrusa o protrusa, e di conseguenza da una malocclusione (tipo discendente).

Nelle alterazioni posturali il meccanismo è sempre reciproco: un'alterazione posturale di tipo ascendente può influenzare la posizione cranio-mandibolare, costringendo la mandibola ad assumere una posizione scorretta, allo stesso modo un'alterazione cranio-mandibolare può influenzare la posizione della colonna e del bacino con conseguente compensazione.

La colonna vertebrale viene influenzata in entrambi i casi e si adatta, in alcuni casi con deviazioni macroscopiche (iperlordosi, ipercifosi, scoliosi), in altri attraverso compensi, blocchi e/o micromovimenti delle articolazioni, che possono portare a lesioni e sub-lussazioni. In seguito a questi compensi, l'organismo prova dolore e per meccanismi riflessi attiva degli spasmi muscolari che riducono il movimento dell'articolazione interessata.

## Catene muscolari

Sono rappresentate da una serie di muscoli contigui tra loro e ogni singolo muscolo rappresenta un anello della catena che abbraccia l'intera struttura corporea. I muscoli appartenenti alla stessa catena, si comportano come un'unica struttura.

Le catene muscolari e fasciali sono organizzate anatomicamente, in modo tale da garantire il loro ruolo statico-dinamico.

Queste strutture mio-fasciali sono disposte dal capo ai piedi e sono in continuità dal punto di vista biomeccanico e funzionale. In particolare, il sistema fasciale, attraverso l'aponeurosi, garantisce un continuum tridimensionale che ingloba il sistema contrattile senza interruzione. In questo caso il sistema fasciale può essere considerato una "rete" che regola e coordina il movimento. La disposizione anatomica però differisce tra le due diverse muscolature, generalmente, la disposizione della muscolatura anti-gravitaria è più retta e differisce dalla disposizione della muscolatura fasica tipica dei sistemi crociati. D'altro canto la funzione della muscolatura dinamica gioca un ruolo primario nell'organizzazione del movimento attraverso le catene di coordinazione motoria dei due sistemi crociati.

Questi due sistemi crociati, anteriore e posteriore, sono indissociabili e sinergici tra loro nella funzione della motricità dinamica del corpo umano.

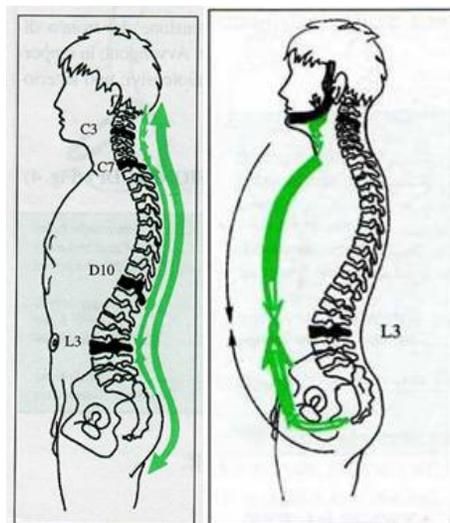
Una catena muscolare è un sistema di muscoli poliarticolari imbricati (che cioè si ricoprono similmente alle tegole di un tetto). Tutti gli elementi di una catena muscolare sono solidali, ciò significa che qualsiasi azione localizzata (sia allungamento che accorciamento) provoca l'accorciamento dell'insieme del sistema (per flessione o rotazione).

### Catene rette del tronco

La flessione e l'estensione del tronco dipendono dalle catene rette e avvengono in rapporto a due importanti assi miotensivi: uno anteriore e uno posteriore. L'anteriore unisce D1 al sacro prendendo sterno, pube e coccige. Intercalati tra queste strutture ossee troviamo i muscoli intercostali medi, grandi retti e perineali.

Questa catena anteriore forma un potente pilastro verticale di fronte all'asse rachideo, che a sua volta forma l'asse posteriore. Quest'ultimo è formato dalla colonna vertebrale, dai dischi e dai muscoli paravertebrali con funzione soprattutto di appoggio. L'asse posteriore, con i suoi muscoli corti, è come una molla di richiamo, equilibra e modera l'azione dell'asse anteriore.

I muscoli grandi retti sollevano il pube, ma abbassano anche lo sterno in direzione dell'ombelico. Proprio questa zona dell'ombelico sembra essere una zona privilegiata di forze. Il perineo, con tutte le sue fibre longitudinali agisce come un prolungamento dei grandi retti, verticalizzando il sacro. Lo stiramento durante un lavoro passivo, può sollecitare solo alcune fibre, invece durante un lavoro attivo, il perineo ha ogni fibra che lavora in modo sinergico.



(a) Catena di estensione. (b) Catena di flessione.

Figura 3.1

Quattro sono tra le principali catene muscolari (Figure 3.1a, 3.1b) del nostro corpo (secondo Mézières) e due crociate (secondo Bousquet):

### **Catena posteriore**

È la più estesa, è costituita da tutti quei muscoli profondi e superficiali che vanno dalla linea occipitale alla punta delle dita dei piedi. Comprende sul piano superficiale: il trapezio e il gran dorsale; sul piano medio: i romboidei, l'elevatore della scapola e i dentati postero-superiori e postero-inferiori; sul piano profondo può essere suddiviso a sua volta in tre piani:

- il piano superficiale costituito dall'ereettore della colonna;
- il piano intermedio rappresentato dal trasverso spinoso;
- il piano profondo comprendente i m. interspinosi e i m. intertrasversi.

Sulla regione posteriore dell'arto inferiore troviamo invece il semimembranoso, il semitendinoso, il bicipite femorale, gli adduttori, il popliteo, i gemelli, il soleo, il plantare gracile il tibiale posteriore, i flessori lunghi delle dita ed i flessori plantari sulla regione posteriore del piede.

Rappresenta la catena posturale della statica e ci mantiene eretti contro la gravità.

### **Catena antero-inferiore**

La Catena Antero-Inferiore è costituita dagli scaleni, dal diaframma, dall'ileopsoas e dalla fascia iliaca. Questa catena è fondamentale nella respirazione. La sua retrazione trascina la testa in avanti, cifotizza il dorso e antepone le spalle.

### **Catena anteriore del collo**

È costituita dal piccolo e grande retto, dal lungo del collo e dal tendine centrale che collega il rachide cervicale al diaframma e all'asse viscerale. Il piccolo retto va dalla massa laterale dell'atlante all'apofisi basilare dell'occipite, il grande retto va dalle apofisi trasverse di C3-C6 all'apofisi basilare dell'occipite. Il lungo del collo è composto da tre parti: da fibre oblique discendenti, fibre oblique ascendenti e da fibre longitudinali che collegano l'atlante a D1, D2, D3. Si estende quindi dall'apofisi basilare dell'occipite al corpo della terza vertebra dorsale. I muscoli della catena anteriore del collo accorciandosi aumentano la lordosi posteriore.

### **Catena anteriore del braccio**

È costituita dal coraco-brachiale, dal bicipite, dal brachiale, dal brachio-radiale, dal lungo supinatore, da tutti i flessori e pronatori dell'avambraccio compresi i muscoli dell'eminanza tenar e ipotenar. Questa catena è molto soggetta a fenomeni di retrazione e l'accorciamento cronico di questa catena determina una marcata anteposizione delle spalle, una flessione del gomito e una pronazione eccessiva dell'avambraccio alla quale si somma un'intrarotazione di tutto l'arto superiore.

### Catene crociate

Hanno un ruolo fondamentale nella dinamica del tronco; assicurano il movimento di torsione che è complementare ai movimenti di arrotolamento e raddrizzamento delle catene rette; questi sono quindi sistemi complementari, non antagonisti. Le catene crociate, a livello del tronco, generano movimenti di torsione: una spalla va in direzione dell'anca opposta.

La *catena crociata anteriore* organizza una torsione anteriore; la catena crociata posteriore organizza una torsione posteriore. Le catene crociate sono costituite da piani muscolari che collegano la metà sinistra del tronco alla metà destra. Queste fibre oblique hanno due apici o estremità: la spalla e l'anca opposta. L'asse di questo movimento è obliquo e va dalla testa omerale a quella femorale opposta passando dall'ombelico.

Il centro di torsione si organizza in un asse relativo al metamero L3, in particolare:

- L3 è la piattaforma intorno alla quale si organizzano flessione ed estensione. L3 diventa inoltre una importante sede di convergenza delle forze torsive. A livello del corpo vertebrale convergono le forze anteriori, mentre la spinosa è il centro di convergenza delle forze di torsione posteriori.
- A livello addominale, alla stessa altezza di L3, è posto l'ombelico. Esso, oltre a essere, come già detto, il centro di convergenza delle forze di arrotolamento (flessione-estensione), rappresenta inoltre il centro di convergenza delle forze torsive sul piano anteriore.

Il centro di torsione si viene a trovare sulla linea che collega l'ombelico al processo spinoso di L3, a piombo della linea di gravità: questo punto risiede sul corpo di L3.

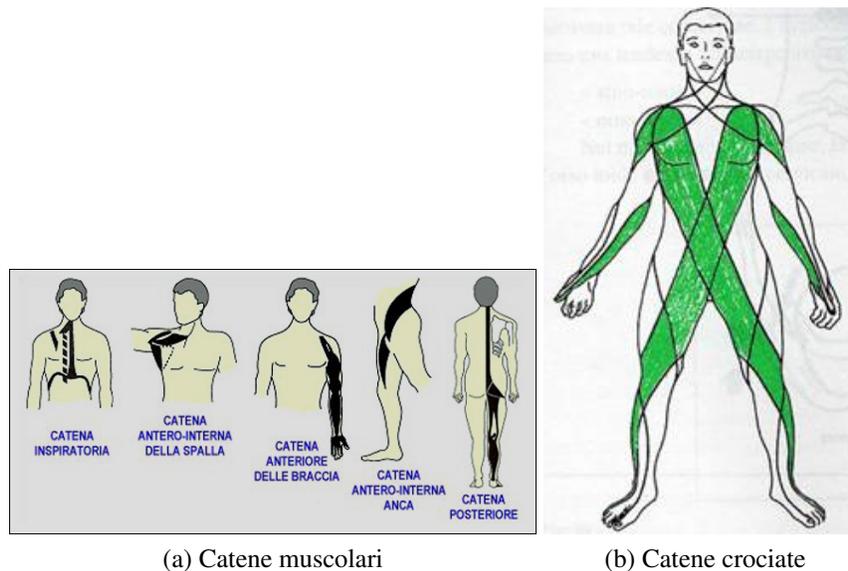


Figura 3.2

# Capitolo 4

## Morfogenesi del rachide

I primi abbozzi del Sistema Nervoso Centrale cominciano a comparire nell'embrione a 18 giorni dal concepimento sotto forma di placca neurale. Nella placca neurale si forma dapprima un piccolo canale, *doccia neurale*, le cui sponde, *creste neurali*, cominciano ad avvicinarsi e a fondersi a "chiusura lampo". Alla fine si forma un vero e proprio tubo, con estremità aperte (neuroporo craniale e caudale). Il *neuroporo* craniale si chiude al 24° giorno dal concepimento e quello caudale al 26°, questo processo si chiama *neurulazione*.

Dalla parte cefalica del tubo neurale si svilupperà il cervello, da quella media e caudale il midollo spinale. Si ritiene che per formare il tubo neurale servano almeno quattro "cerniere lampo" ed un meccanismo di canalizzazione:

- 1° *cerniera* è bidirezionale, si chiude contemporaneamente verso l'alto o verso il basso, e serve a chiudere il tubo neurale nella parte cervico-dorsale dell'embrione, processo che si completa il 26° giorno dalla data del concepimento;
- 2° *cerniera*, anch'essa bidirezionale, chiude la parte craniale vera e propria, entro il 24° giorno dalla data del concepimento;
- 3° *cerniera* chiude la parte anteriore del cranio e si congiunge con la 2°;
- 4° *cerniera* ha la funzione di raccordo tra cranio e colonna;
- 5° *cerniera* è la parte più caudale del tubo neuronale e si forma attraverso un processo di aggregazione e differenziazione cellulare poi si canalizza e si ricongiunge alla parte lombare in alto.

Tra il 26° e il 28° giorno dal momento del concepimento, il processo di chiusura si è praticamente concluso.

Il tubo neurale, nella parte posta caudalmente al quarto paio di somiti, da origine al midollo spinale. Le pareti laterali del tubo neurale si ispessiscono, riducendo gradualmente le dimensioni del canale neurale, finché solo uno stretto canale centrale del midollo spinale è presente tra la nona e la decima settimana. Nei primi tre mesi di vita intrauterina il midollo spinale cresce nella stessa misura della colonna vertebrale e occupa l'intera lunghezza del

canale vertebrale. Il suo limite superiore corrisponde, come nell'adulto, a un piano passante tra l'emergenza del nervo ipoglosso (XII paio di nervi encefalici) e quella del primo nervo spinale (C1), mentre l'estremità inferiore giunge in basso sino al coccige. In questo periodo, tutti i nervi spinali emergono ad angolo retto dalla superficie dei vari *segmenti midollari* (o *neuromeri*), per portarsi ai rispettivi fori intervertebrali.

A partire dal 4° mese fetale, lo sviluppo della colonna vertebrale, nel tratto toracico e lombare, è più rapido di quello del midollo spinale, per cui quest'ultimo apparentemente risale nel canale vertebrale (*ascesa del midollo spinale*). A ciò consegue che, nei tratti toracico e lombare, il punto di emergenza delle radici spinali dalla superficie del midollo viene a situarsi più in alto rispetto al corrispondente foro intervertebrale. Queste radici, prima di raggiungere il foro di uscita del canale vertebrale, presentano perciò un tragitto obliquo in basso e in fuori all'interno del canale vertebrale. Le ultime radici, lunghissime e quasi verticali, formano la *cauda equina*.

In conseguenza dell'ascesa del midollo si forma anche il *filamento terminale* a seguito di uno stiramento e assottigliamento del tratto più caudale dell'abbozzo midollare che è fissato al coccige. Al 6° mese fetale, il cono midollare si trova a livello dei primi segmenti sacrali. Alla nascita, l'ascesa del midollo è quasi completa e la sua estremità inferiore corrisponde alla 2a-3a vertebra lombare.

## Formazione vertebrale

Molecole segnale di uno specifico gene, prodotto dalla notocorda e dalla piastra del pavimento del tubo neurale, inducono il differenziamento dello sclerotomo. Le cellule dello sclerotomo perdono le molecole di adesione intercellulare e si trasformano in cellule mesenchimali che migrano verso la notocorda ed il tubo neurale.

In ogni sclerotomo la porzione ventrale circonda la notocorda e, per induzione di questa, forma l'abbozzo del corpo vertebrale mentre la porzione dorsale circonda il tubo neurale da cui è indotto a formare l'arco vertebrale.

Ogni sclerotomo si suddivide in una metà craniale ed una metà caudale. La metà caudale, proliferando rapidamente, si fonde con la metà craniale dello sclerotomo successivo formando così il corpo di una vertebra.

La riorganizzazione degli sclerotomi nei corpi vertebrali, definita ri-segmentazione, permette ai nervi spinali di emergere tra una vertebra e l'altra. La corda dorsale, spezzettata dalle cellule che comporranno il corpo vertebrale, assume dapprima l'aspetto di una corona di rosario, poi progressivamente regredisce fino a rimanere racchiusa come nucleo polposo tra le cellule sclerotomiche del disco intervertebrale che si forma tra corpi vertebrali successivi.

Lo sviluppo degli sclerotomi nei corpi vertebrali procede in parallelo con la segmentazione dei nervi spinali che emergono dal midollo spinale a livello del somite corrispondente.

Ogni vertebra è formata dalla fusione di due sclerotomi e quindi è in relazione a due somiti successivi. Inoltre ogni nervo spinale emerge dal foro intervertebrale per distribuirsi ad un'area somitica.

I corpi delle vertebre, che si condensano intorno alla notocorda, presentano inizialmente una fase membranosa. A questa segue una fase cartilaginea, durante la quale si formano gli

archi vertebrali protesi ad abbracciare il midollo, i nervi spinali e le arterie. Lo sviluppo definitivo prevede la formazione di tre nuclei principali di ossificazione, uno per il corpo ed uno per ogni mezzo arco vertebrale, e altri nuclei complementari che daranno origine al processo spinoso ed ai processi trasversi.

Ogni alterazione, se si verifica, avviene in tempi precedenti, quando la donna non sa neppure di essere incinta.

Qualora il tubo neurale non si chiuda bene viene anche a mancare il supporto alla formazione delle cellule mesodermiche sovrastanti, da cui si sviluppano le ossa della scatola cranica e delle vertebre.

Si determinano così i difetti di chiusura del tubo neurale (DTN), come l'anencefalia, la Spina Bifida e l'encefalocele.

I vari Difetti del Tubo Neurale sono il risultato del mancato funzionamento di una delle cerniere indicate sopra; nel caso della Spina Bifida toracica o lombare deriverebbero da una "smagliatura", più o meno localizzata, della cerniera numero 1.

## 4.1 Anomalie nella morfogenesi del rachide

In seguito a un arresto di sviluppo nella vita intrauterina può venire a mancare la saldatura delle parti di cui si compone una vertebra e ne risulterà una fessura (*schisi*). Questa può interessare una sola o più vertebre ed essere accompagnata da tumore erniario formato dal contenuto del canale vertebrale v. rachischisi; spina bifida).

La parte inferiore della colonna vertebrale, e precisamente il sacro con le ultime vertebre lombari e il coccige, sono sede preferita di malformazioni congenite. In corrispondenza del coccige nei primi mesi della vita embrionale si osserva un piccolo prolungamento in forma di coda, che s'atrofizza dopo il terzo mese. Per un arresto di tale processo d'involuzione può persistere anche dopo la nascita un'appendice caudale. Nella stessa sede non è rara una lieve depressione cutanea, chiamata *fossetta coccigea*, che rappresenta la persistenza di una formazione transitoria nella vita embrionale.

In questa regione si trovano talvolta tumori, di solito *cisti dermoidi*, che si possono fistolizzare, più raramente *teratomi*, ossia tumori costituiti da vere inclusioni fetali.

In seguito ad arresto di sviluppo, il sacro e il coccige possono mancare in parte o del tutto e tali assenze sono accompagnate da disturbi funzionali anche gravissimi, che ben di rado possono venire mitigati dalla chirurgia riparatrice.

L'ultima vertebra lombare può avere un'imperfetta saldatura ossea dell'arco, per cui il corpo e la parte anteriore dell'arco con le apofisi articolari superiori costituiscono un tutto osseo saldato soltanto con tessuto fibroso al rimanente (parte posteriore dell'arco e apofisi articolari inferiori).

Tale anomalia è chiamata *spondilolisi* e molto spesso conduce sotto la forza del carico o per azione traumatica a uno scivolamento in avanti del corpo della vertebra lombare, con tutta la colonna soprastante, sul sacro.

Tale fenomeno è chiamato *spondilolistesi*. In casi rari l'anomalia colpisce la quarta vertebra lombare. La spondilolistesi porta a un'esagerazione della lordosi lombare, che non

scompare nella flessione in avanti, e a un lieve accorciamento dell'altezza del tronco: la distanza fra bacino e gabbia toracica è diminuita. Nei casi prodottisi lentamente i disturbi sono lievi sotto forma di stanchezza precoce e relativa rigidità lombare, sono più intensi quando lo scivolamento avviene in seguito a trauma. La cura richiede l'uso di un corsetto e nei casi più gravi anche un atto operativo per fissare la vertebra scivolante.

Per turbato sviluppo durante la vita embrionale una o più vertebre possono presentare *anomalie morfologiche* ossia di costruzione, quali la mancanza di mezza vertebra, quella di mezzo o di tutto un arco vertebrale, la fusione di corpi o di archi, irregolarità delle apofisi articolari.

Tali anomalie sono spesso causa di deformità della colonna che si sviluppano appena nell'adolescenza o nell'età adulta. Si riconoscono all'esame radiografico e sono spesso accompagnate da alterazioni cutanee: nevi, zone di peluria, ecc.

Altre volte le anomalie consistono in un eccesso o in un *difetto* del numero complessivo delle vertebre. La riduzione del numero delle vertebre cervicali, spesso congiunta a fusione di singoli metameri con conseguente rigidità, produce un accorciamento del collo e s'associa di solito a turbe del sistema nervoso.

Relativamente frequenti sono le *anomalie nella differenziazione regionale* dei singoli segmenti della colonna e hanno sede nelle vertebre di passaggio tra un segmento vertebrale e il vicino.

Importanti per la connessione che possono avere con certe sindromi morbose sono le anomalie nel passaggio cervico-dorsale e in quello lombo-sacrale. La *dorsalizzazione* della settima vertebra cervicale con la formazione di costole più o meno rudimentali può dare disturbi per compressione di nervi e di vasi sanguigni. Più frequente è la *sacralizzazione* della quinta vertebra lombare, che può essere parziale o totale, simmetrica o asimmetrica; le apofisi trasverse grosse ricordano le vertebre sacrali.

L'anomalia può determinare una *scoliosi statica* come pure disturbi anche gravi per compressione e stiramento della quinta radice nervosa lombare con nevralgie, turbe della sensibilità e anche fatti paralitici. Benché queste anomalie abbiano origine congenita, i disturbi che ne derivano insorgono di solito appena nell'età adulta e vengono spesso attribuiti a piccoli infortuni.

Alle volte per vizio di atteggiamento del feto nella cavità uterina si può sviluppare una *scoliosi congenita*, che però non è accompagnata da difetti scheletrici.

Una deformità vertebrale consistente in un aumento del diametro orizzontale, mentre l'altezza è di solito ridotta, è stata descritta da V. Putti col nome di *platispondilia* (πλατύς "largo"). Essa può interessare una o più vertebre e s'associa spesso ad altre anomalie congenite dello scheletro. Questa deformazione delle vertebre può diventare nell'età adulta causa di dolori per compressione radicolare. Se sono colpite più vertebre, il tronco di questi pazienti apparisce sproporzionatamente corto.

### 4.1.1 Difetti del tubo neurale (DTN)

Si tratta di difetti dovuti ad un alterato meccanismo di chiusura del tubo neurale che si verifica, in genere, in prossimità dei neuropori. La mancata chiusura del tubo neurale può essere

a sua volta la causa dei difetti di formazione dell'osso circostante per mancata induzione.

Le malformazioni possono interessare indipendentemente il sistema nervoso, le meningi, il cranio e la colonna vertebrale o essere variamente combinate. I quadri clinici possono essere:

- *anencefalia*, dovuta alla mancata chiusura della porzione più craniale della doccia neurale con difetto di formazione delle ossa della volta cranica e di saldatura mediana dello scheletro faciale e mancato sviluppo del telencefalo, incompatibile con la vita.
- *oloposencefalia*, dovuta a mancata o parziale divisione mediana della vescicola telencefalica e degli abbozzi oculari; nella forma comoleta ne risulta un cervello monovernicolare, olosferico, con un unico occhio mediano, ciclopico. Forme meno gravi sono l'arrinencefalia in cui la malformazione coinvolge prevalentemente la parte anteriore del telencefalo ed è espressa da una unica cavità ventricolare, senza scissura interemisferica, scissura di Silvio, opercolo rolandico e bulbi olfattori.
- *Mielo-meningocele o spina bifida*, espressione più frequente dello stato disrafico (da 1 a 4 casi ogni 1.000 nati) ed è dovuto ad un difetto di chiusura della parte caudale della doccia neurale, con protrusione del midollo e delle meningi attraverso una schisi vertebrale posteriore. Le cause sono prevalentemente genetiche, anche se alcune sostanze farmacologiche (valproato di sodio) assunte nel primo trimestre di gravidanza, carenze vitaminiche materne (acido ascorbico e acido folico) ed il diabete materno sembrano aumentare il rischio di insorgenza. La malformazione ha sede più frequentemente a livello del midollo lombare e sacrale, ma può interessare qualsiasi segmento midollare con varia estensione e coinvolge soprattutto la sostanza grigia midollare con segni clinici motori, sensitivi e trofici, frequentemente associati a segni clinici dovuti a complicazioni ischemiche radicolo-midollari secondarie all'ernia attraverso la schisi vertebrale. Se attraverso la schisi vertebrale erniano solo gli involucri meningei si realizza il meningocele; se si verifica solo un difetto di chiusura dell'arco vertebrale il quadro è quello di una spina bifida occulta, di solito asintomatica e limitata ad una vertebra o, più spesso, estesa a diversi archi vertebrali, eccezionalmente alla totalità delle vertebre ed al cranio.
- *Siringomielia e siringobulbia*, malattia a decorso lentamente progressivo, caratterizzata dalla presenza di cavità poste in prossimità del canale centrale del midollo o nel bulbo. Dalla localizzazione e dall'estensione di queste lesioni dipende la sintomatologia, che comporta disturbi della sensibilità termo-dolorifica a topografia sospesa, della motilità e del trofismo.

# Capitolo 5

## Spina bifida

La spina bifida rientra nelle malattie da difetto di chiusura del tubo neurale, detto stato disrafico, termine con il quale vengono indicate malformazioni mediane dovute ad un difetto di chiusura della doccia neurale e, quindi, alterata formazione del tubo neurale, e ad errori di sviluppo delle strutture mesodermiche in rapporto col sistema nervoso centrale.

Le disrafie spinali sono il risultato di un'anomalia nella cascata di eventi embriogenetici che attraverso la fase di gastrulazione, neurulazione primaria e neurulazione secondaria portano alla formazione del midollo spinale e dei tessuti che lo rivestono.

La spina bifida è un difetto del tubo neurale (DTN), cioè quelle malformazioni del cervello, cervelletto, tronco cerebrale e midollo spinale (sistema nervoso centrale) e delle strutture adiacenti (meningi, vertebre, legamenti e muscoli), dovute ad una chiusura difettiva di quella parte centrale dell'embrione dalla quale si forma il sistema nervoso centrale (tubo neurale) durante il primo trimestre di gravidanza, più frequentemente tra il 18 ed il 29 giorno di gestazione.

Nello sviluppo dell'embrione, il primo abbozzo del midollo spinale è rappresentato dalla placca midollare che, successivamente si trasforma in doccia midollare, poi, per la riunione dei suoi margini lungo la linea posteriore mediana, diviene tubo midollare chiuso. Contemporaneamente, attorno al midollo, si formano da ciascun lato gli abbozzi scheleto-genici dell'arco vertebrale che, anch'essi chiudono lungo la linea posteriore mediana, completando il canale o speco vertebrale.

Quindi, per un arresto di sviluppo, l'arco vertebrale può rimanere aperto posteriormente e talora, nello stesso tratto rachideo, a tale schisi vertebrale si associano malformazioni del midollo, delle radici e delle meningi spinali. La spina bifida è abbastanza frequente e si osserva quasi sempre nel tratto lombo-sacrale.

## 5.1 Classificazione

La *spina bifida* può essere classificata (Figura 5.1) in:

- *Spina bifida occulta*: è l'entità patologica meno grave e più frequente, arrivando a coinvolgere almeno il 5% della popolazione generale. Si tratta di un difetto di fusione limitato agli archi vertebrali senza anomalie a carico di meningi, midollo spinale e radici nervose. Per lo più asintomatica, la sua esistenza può essere suggerita da alterazioni a carico della cute sovrastante quali emangiomatosi, discromia, ipertricosi oppure dal riscontro di un seno dermico. Spesso, nella letteratura, il termine di disrafismo spinale occulto è sinonimo di midollo ancorato.

Tuttavia, in alcuni casi, come nelle cisti neurenteriche e in alcuni seni dermici il cono midollare, non è ancorato ed è in posizione normale.

In letteratura sono state proposte diverse classificazioni dei disrafismi spinali occulti (James and Lassman, 1972; Till, 1975; Anderson, 1975; Pang, 1982; Raimondi, 1987; Scatliff, 1989; Choux, 1993). Sui disrafismi spinali occulti può essere stilata una ulteriore classificazione data dalla presenza di diverse lesioni quali:

- *Lipomi*: accumuli di grasso all'interno del canale spinale,
- *Aderenze, bande fibrose, filum ispessito e diastematomyelia*,
- *Meningocele anteriore* (raro):
  - \* Sacrale anteriore: l'erniazione del sacco durale nella regione pelvica passa attraverso un difetto congenito del sacro,
  - \* Lombare anteriore,
  - \* Toracico anteriore;
- *Seno dermico*: si estende classicamente dalla cute fino ad una profondità variabile. Passa attraverso lo strato sottocutaneo, attraverso la schisi delle lamine verso il sacco durale. Esso può terminare sulla dura o estendersi al disotto di questa fino allo spazio subaracnoideo. Può anche terminare in un tumore dermoide o epidermide situato tra le radici spinali della cauda equina.
- *Cisti neurenterica*: queste sono lesioni molto rare che possono essere definite come cisti la cui parete è costituita da epitelio mucoso gastrointestinale in contatto con strutture del sistema nervoso centrale di solito a livello del midollo spinale.
- *Meningocele*: è la protrusione della dura madre e dell'aracnoide attraverso una soluzione di continuità nei rivestimenti osteo-ligamentosi del midollo spinale per un difetto di fusione del tubo neurale. Rappresenta il 10% dei casi di spina bifida e si presenta come una sacca rigonfia di liquor cerebro-spinale, posta a livello della linea mediana e ricoperta da cute o da membrana. La cauda equina può talora aderire al sacco durale e le radici nervose estroflettersi dorsalmente ad angolo retto. Un meningocele craniale o cervicale alto può essere associato ad una stenosi dell'acquedotto di Silvio.

- *Mielomeningocele*: quando attraverso il difetto di chiusura fuoriesce il tessuto nervoso: nella sacca erniata oltre al liquor si ritrovano le radici spinali ed il midollo displasico che appare come una struttura discoidale centrale e rilevata di colorito giallo-rossastro ricca di vasellini. La sacca è delimitata dalla cute che trapassa verso l'interno in un rivestimento meningeo il quale termina a sua volta sul placode centrale.

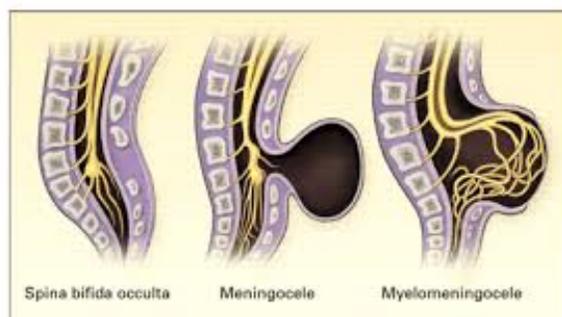


Figura 5.1: Principale classificazione della spina bifida.

### 5.1.1 Cause

La Spina Bifida è dovuta ad un meccanismo multifattoriale, ovvero all'azione combinata, sinergica, di vari fattori endogeni (genetici) ed esogeni (ambientali):

- *Fattori genetici* (endogeni): il ruolo di alcuni geni nell'insorgenza della Spina Bifida è dimostrata dal fatto che il 5% di tutte le famiglie in cui un individuo è affetto da Spina Bifida esiste anche un parente prossimo affetto da forme più o meno gravi di Spina Bifida. Infatti, il rischio di ricorrenza della patologia dipende dal grado di parentela con il soggetto affetto, essendo più elevato per i fratelli o sorelle, più basso per cugini di primo grado.  
Inoltre, la ricerca scientifica negli ultimi 20 anni si è focalizzata sui meccanismi alla base dell'effetto preventivo dell'acido folico, indagando i geni codificanti per diversi enzimi coinvolti nel metabolismo dei folati. In alcuni di essi sono state identificate alcune varianti polimorfiche (mutazioni geniche presenti anche in individui sani) che sono oggi considerate importanti fattori genetici di rischio per la Spina Bifida, in quanto compromettono la funzionalità degli enzimi per i quali codificano andando ad alterare le numerose reazioni metaboliche in cui l'acido folico svolge il ruolo di cofattore essenziale.
- *Fattori ambientali* (esogeni): tra i fattori di rischio ormai conclamati esistono l'ipertermia, l'iperglicemia e l'obesità materna. Inoltre, l'assunzione da parte della madre di farmaci antiepilettici (acido valproico, fenilidantoina) conferisce un rischio maggiore

(10-20 volte) di avere un figlio con Spina Bifida. Esistono, infine, altri fattori ambientali, fino ad oggi testati solo su alcuni gruppi etnici non italiani e con abitudini di vita in parte diverse dalle nostre da tenere in considerazione. Bassi livelli plasmatici di acido folico, dovuti o a carenze nella dieta di tale vitamina, o ad una predisposizione genetica, sono stati osservati in donne che hanno avuto figli con Spina Bifida. Per tale motivo è importante l'assunzione farmacologica di acido folico nel periodo peri-concezionale. In definitiva, nonostante le incertezze e la variabilità delle cause, dal punto di vista pratico esistono alcune possibilità concrete di prevenzione della Spina Bifida.

## 5.2 Implicazioni e conseguenze

I danni causati dalla Spina Bifida sono numerosi e irreversibili. A seconda della gravità della malformazione e della sua evoluzione, un bambino può essere affetto o andare incontro a:

- *problematiche neurologiche* (meningiti e infezioni cerebrali).
- *idrocefalo*, l'80% dei bambini affetti da Spina Bifida soffre di idrocefalia, patologia che può assumere forme più o meno gravi o addirittura non necessitare alcun trattamento. Il termine idrocefalo deriva dal Greco e letteralmente significa "acqua nella testa": è quindi una malattia legata alla maggiore pressione e/o maggiore quantità di liquor all'interno dei ventricoli cerebrali. La pressione interna aumenta e poiché le ossa del cranio dei neonati non sono perfettamente saldate l'una all'altra, la loro testa aumenta di volume. La forma di idrocefalia connessa alla Spina Bifida è congenita, ciò significa che è presente sin dalla nascita; in questo caso, ad interferire con il normale flusso del liquor è una malformazione della struttura del cervello nella parte posteriore della testa, detta malformazione di Chiari.
- *Malformazione di Chiari*, una malformazione congenita, in cui cervelletto e tronco encefalico sono collocati più in basso rispetto alla posizione normale, poiché l'area che di solito li contiene (la fossa cranica posteriore) è più piccola di quanto dovrebbe essere. I sintomi di questa forma sono: cattivo funzionamento degli ultimi nervi cranici, problemi legati alla deglutizione, difficoltà respiratorie, paralisi delle corde vocali, disturbi del cervelletto, episodi di apnea da disfunzione del tronco encefalico, dolori alla nuca, parestesie agli arti, possibile tardiva sindrome da ipertensione endocranica.
- *Disturbi dell'apparato urinario e intestinale*: i bambini affetti da Spina Bifida non sono in grado di controllare lo sfintere urinario e quello anale, per cui si può avere impedimento allo svuotamento (ritenzione e stitichezza ostinata), incontinenza (perdita involontaria) urinaria e fecale. Purtroppo, molte persone affette da Spina Bifida non si rendono nemmeno conto di aver contratto un'infezione urinaria, perché la lesione neurale li priva della sensibilità al dolore. Inoltre, la terapia normalmente consigliata nella cura delle cistiti (somministrazione di antibiotici e di liquidi extra) non è molto efficace, poiché in questi casi la vescica si svuota a fatica, rendendo difficile la depurazione.

- *Deficit intellettivo*, la maggior parte dei bambini con Spina Bifida presenta uno sviluppo intellettivo normale. Si riscontra un deficit in non più del 10-15% dei casi ed è in rapporto alla presenza di un idrocefalo, nel caso in cui a terapia di shunting sia stata effettuata tardi, l'idrocefalia sia stata aggravata da infezioni come la meningite e la ventricolite (infiammazione che colpisce i ventricoli dell'encefalo), l'idrocefalia abbia richiesto più di tre interventi, o in concomitanza di una paralisi cerebrale infantile, dovuta a traumi da parto o a infezioni.
- *Allergia al lattice*, a seconda della parte del corpo coinvolta dalla reazione allergica, che può avvenire tramite la pelle, la bocca, gli occhi, i genitali, la vescica, il retto, il flusso sanguigno e la respirazione, i sintomi possono essere dermatite, eczema cutaneo, shock anafilattico. L'allergia al lattice è un problema molto grave per le persone affette da Spina Bifida infatti, numerosi prodotti indispensabili per la cura quotidiana della patologia, dai guanti ai cateteri, contengono lattice, senza contare che i ripetuti interventi chirurgici ai quali tali pazienti sono sottoposti comportano un contatto frequente con strumenti medici a base di gomma naturale. È possibile diagnosticare l'allergia tramite un esame clinico che si esegue sul siero del sangue, il RAST test.
- *Disabilità motorie*: frutto di più fattori, periferici o centrali, spesso associati tra loro; essa è molto diversa in rapporto al livello lesionale, infatti alcuni bambini affetti da Spina Bifida camminano bene e hanno solo difficoltà nel mettersi in punta di piedi, altri invece non raggiungono mai la capacità di ergersi in posizione retta e camminare da soli.

Le problematiche più comuni sono:

- piede torto,
- lussazione congenita dell'anca,
- scoliosi, cifosi,
- valgismo del ginocchio,
- maggior consistenza o maggior cedevolezza dei muscoli paralizzati,
- paralisi, periferica-sensitiva o centrale.

La malformazione midollare colpisce precocemente il feto con deficit di movimento e di sensibilità già nella vita intrauterina e già alla nascita presenza di deformità quali:

- lussazione anca,
- ginocchia flesse,
- piede torto equino varo supinato,
- piede talo valgo.

Deformità secondarie si sviluppano durante la crescita per:

- Squilibrio muscolare,
- Effetti della postura e del carico,
- Anomalie di crescita ossea, fratture ed osteoporosi.

Tra questi:

- Talismo, piattismo e valgo-pronazione del piede,
- Valgismo del ginocchio,
- Lussazione dell'anca,
- Scoliosi;

La localizzazione della lesione (Figura 5.2) determina in gran parte la gravità del quadro sintomatologico:

### **LIVELLO S4-S5**

Se la lesione interessa solo i segmenti spinali terminali S4-S5, non vi saranno significative perdite di forza agli arti inferiori, ma un cedimento del pavimento pelvico che produrrà un apparente sedere piatto con ano beante (totalmente rilasciato).

### **LIVELLO S2-S3**

- *Paralisi motoria*: parte della muscolatura intrinseca del piede: adduttore dell'alluce (S1-S2), flessore lungo dell'alluce (L5-S1-S2), flessore lungo delle dita (L5-S1-S2), quadrato plantare (S1-S2), lombricali (S1-S2), interossei plantari e dorsali (S1-S2).
- *Paralisi sensitiva*: regione perianale.
- *Stazione eretta*: non esiste alcun problema per l'acquisizione da parte del soggetto della stazione eretta in modo autonomo e nel pieno rispetto di questo appuntamento dello sviluppo neuromotorio.
- *Cammino*: per il deficit della muscolatura intrinseca del piede (L5-S1-S2) si riduce l'irrigidimento dell'articolazione del tarso durante la fase di spinta (push off). L'ipostenia del flessore lungo dell'alluce e del flessore lungo delle dita (L5-S1-S2) rende difficile per il soggetto il cammino sulle punte. Nel suo complesso, tuttavia, la marcia non mostra alcuna limitazione di ambiente, di resistenza e di durata.
- *Compensi*: a livello del piede sono sufficienti calzature ortopediche e plantari.
- *Malformazioni primitive*: generalmente assenti; è possibile un metatarso varo.
- *Deformità secondarie*: per effetto del carico il piede può acquistare col tempo una deformità in piatto-valgo-pronazione. Il calcagno è generalmente valgo. In qualche caso viene favorito il valgismo del ginocchio.

**LIVELLO S1-S2**

- *Paralisi motoria*: sono compromessi solo parzialmente gli estensori dell'anca, specie il grande gluteo (L5-S1-S2), gli ischio-crurali, specie il bicipite femorale sia al capo lungo (L5-S1-S2-S3) che al capo breve (L5-S1-S2), il soleo (L5-S1-S2), il gastrocnemio (S1-S2), ed altri planti-flessori estrinseci come il plantare (S1-S2), mentre risulta compromessa in maniera importante tutta la muscolatura intrinseca del piede (L5-S1-S2).
- *Paralisi sensitiva*: regione interglutea, genitali e segmento prossimale della superficie posteromediale delle cosce, a volte estensione distale fino tallone.
- *Stazione eretta*: all'articolazione tibiotarsica si verifica un movimento in senso orario di tutto il corpo rispetto al piede (flessione dorsale) che porta il paziente a cadere in avanti. Per non cadere egli flette le ginocchia (movimento antiorario), aumentando l'impegno antigravitario del quadricipite, per incremento del braccio della forza di gravità.

All'anca l'ipostenia degli estensori può essere aggirata limitando la flessione delle coxo-femorali (un momento flessorio troppo elevato condurrebbe la muscolatura glutea verso una totale insufficienza nei confronti del movimento di estensione).

Quando vengono estese le ginocchia, per ridurre l'impegno antigravitario del quadricipite, le anche tendono a flettersi (movimento orario) ed il paziente può cadere in avanti con il tronco.

Per mantenere la stazione eretta egli è costretto a:

1. flettere ed estendere continuamente le ginocchia, con inevitabile affaticamento;
  2. compiere una marcia sul posto, cadendo da un piede all'altro;
  3. equilibrarsi verso avanti appoggiandosi con una mano ad un sostegno;
  4. portare gli arti inferiori in marcata rotazione interna "puntellando" un ginocchio contro l'altro, ma occorre per questo la complicità di una spiccata antiversione dei colli femorali (cosce intraruotate).
- *Cammino*: viene acquisito in genere lievemente in ritardo e sempre prima della capacità di stare fermo in piedi. Si assiste alla scomparsa della fase di spinta (push off) quando il tallone si solleva dal suolo. Durante il trasferimento del carico da un arto all'altro viene meno l'azione dei flessori plantari a frenare la corsa in avanti della gamba, con conseguente aumentata flessione del ginocchio al momento di iniziare il pieno appoggio.

Il piede, per la paralisi della muscolatura intrinseca, tende a cedere nel suo primo raggio, deformandosi in piatto-valgo-pronazione, specie durante la fase finale dell'appoggio monopodale, quando il carico si porta verso la punta e procede successivamente verso il tallone controlaterale. In complesso tuttavia il paziente riesce a camminare liberamente in qualsiasi ambiente senza vere limitazioni di resistenza o di durata.

- *Compensi:*
  - a livello dell'anca è sufficiente il peso del tronco che, passando dietro l'asse trasverso delle coxofemorali, costituisce una forza estensoria in grado di sostituire l'azione degli estensori deficitari;
  - a livello del ginocchio l'azione del quadricipite (indenne) per il raddrizzamento antigravitarario e la forza peso in aiuto agli ischiocrurali compromessi;
  - a livello della tibiotarsica un vincolo meccanico (ortesi gamba piede o AFO) per impedire la flessione dorsale del piede e la conseguente caduta in avanti dell'intero corpo.
  
- *Malformazioni primitive:*
  - talismo con o senza cavismo e dita ad artiglio per il cedimento dei plantiflessori estrinseci (metaplasia plastica) ed irrigidimento dei plantiflessori intrinseci (metaplasia fibrosa), di fronte all'azione dei dorsiflessori conservati ed agli effetti della forza peso;
  - equinismo con o senza cavismo per la ridotta crescita in lunghezza dei plantiflessori, intrinseci ed estrinseci (metaplasia fibrosa). Purché non eccessiva, questa deformità può rivelarsi funzionalmente utile, perché frenando la caduta in avanti del corpo sul piede può vicariare l'ipostenia dei plantiflessori.  
E' tuttavia difficile che la retrazione dei plantiflessori si mantenga equilibrata per tutta la durata dello sviluppo somatico;
  - disallineamento malleolare (posteriorizzazione del malleolo peroneale);
  - intra ed extra torsione tibiale.
  
- *Deformità secondarie:*
  - alluce valgo e deformità ad artiglio delle dita;
  - posteriorizzazione del malleolo peroneale e valgismo del calcagno;
  - talismo: dovuto all'azione deformante della forza peso nella stazione eretta e nel cammino ed allo squilibrio tra dorsiflessori conservati e plantiflessori compromessi durante il riposo. Una deformità marcata in talismo, con carico prevalente sui talloni, aumenta nel paziente le difficoltà di bilanciamento in stazione eretta;
  - equinismo: per metaplasia fibrosa del tricipite surale paralitico e conseguente sua mancata crescita in lunghezza;
  - valgo-pronazione: favorita dalla "medializzazione" dell'asse meccanico rispetto all'asse anatomico e dalla prevalenza dei peronei (L4-L5-S1) sul tibiale posteriore (L5-S1). Quando il piede diviene talo-valgo-pronato, la tibia tende a torcersi esternamente ed il ginocchio può allora divenire flesso-valgo;

- varo-supinazione: una deformità in talo-varo-supinato può essere prodotta dalla "prevalenza" del tibiale anteriore (L4-L5-S1) ed accompagnarsi ad intratorisione tibiale;
- piede cavo: se la muscolatura intrinseca paretica subisce una metaplasia fibrosa;
- piede riflesso: quando lo squilibrio fra muscolatura intrinseca (metaplasia plastica), flessori plantari (metaplasia fibrosa) e flessori dorsali (conservati) è marcato, il calcagno tende a verticalizzarsi ed il piede assume un aspetto rotondeggiante;
- valgismo del ginocchio accompagnato, a volte, da una modesta limitazione articolare in flessione, specie se sono presenti talo-valgismo del piede ed antiversione del bacino;
- tendenza a sviluppare un'antiversione del bacino (flessione delle anche) e ad accentuare in funzione compensatoria la lordosi lombare.

### LIVELLO L5-S1

- *Paralisi motoria*: sono parzialmente conservati gli abduttori: piccolo gluteo (L4-L5-S1) e medio gluteo (L4-L5-S1), gli ischiocrurali interni (L4-L5-S1-S2), il gracile (L2-L3-L4) ed i flessori dorsali del piede (L4-L5-S1): estensore lungo e breve delle dita, peroneo terzo, estensore lungo e breve dell'alluce, tibiale anteriore, mentre risultano gravemente compromessi il grande gluteo (L5-S1-S2), il bicipite femorale capo lungo (L5-S1-S2-S3) e capo breve (L5-S1-S2), i plantiflessori estrinseci (L5-S1-S2) compreso il femorali posteriore (L5-S1) e la muscolatura intrinseca del piede (L5-S1-S2).
- *Paralisi sensitiva*: genitali, regione glutea, superficie posteriore delle cosce e delle gambe, pianta dei piedi, dal calcagno verso il margine esterno della punta.
- *Stazione eretta*: alla tibio-tarsica ed al ginocchio i problemi sono gli stessi del livello S1-S2 (flessione dorsale del piede e modesta flessione compensatoria del ginocchio), mentre a livello dell'anca risulta ulteriormente compromessa la possibilità di estensione per il deficit più marcato dei glutei.  
Per fare in modo che linea di gravità condotta dalla forza peso passi al di dietro dell'asse trasverso delle coxofemorali, il paziente mantiene l'anca nella massima estensione possibile affidandosi alla accentuazione della lordosi lombare ed alla retropulsione delle spalle, nel caso che l'estensione da sola non risulti più sufficiente per la comparsa di un'antiversione del bacino.
- *Cammino*: il soggetto cammina "cadendo" sul proprio ginocchio semiflesso, per poi sollevarsi durante la fase di pieno appoggio e cadere di nuovo sul ginocchio controlaterale semiflesso al semipasso successivo. Per contenere la caduta laterale del bacino, conseguente alla ipostenia del medio gluteo, e facilitare il distacco da terra dell'arto inferiore in fase di sospensione, il tronco si inclina sul piano frontale dal lato dell'arto in appoggio, mentre il quadrato dei lombi contribuisce a sollevare l'emibacino controlaterale.

Il baricentro, anziché spostarsi lungo una linea sinusoidale, sale in alto avanti per poi cadere bruscamente verso il basso (movimento a denti di sega). Il paziente è in grado di compiere qualche passo anche senza tutori, ma con grande instabilità e ridotta resistenza; con le ortesi riesce invece rapidamente a raggiungere una sufficiente autonomia, sicurezza e resistenza su quasi tutti i terreni.

- *Compensi:*

- anca: il peso del baricentro, passando al di dietro dell'asse trasverso delle coxoemorali, costituisce una forza estensoria alla quale si opporranno senza difficoltà i muscoli flessori dell'anca indenni (L1-L2-L3-L4) e favoriti dalla eccentricità della contrazione e dalla presenza di vincoli passivi (capsula articolare, legamento di Bertin);

L'insufficienza del medio gluteo (L4-L5-S1) riduce sul piano frontale la stabilità laterale del bacino durante l'appoggio monopodale ed obbliga il paziente ad una maggior enfasi nel pendolo frontale. Durante l'appoggio bipodale, la stabilità laterale viene invece sufficientemente garantita dagli adduttori conservati (L2-L3-L4);

- ginocchio: il peso di m\*\* per produrre la flessione, il quadricipite per l'estensione. Per la compromissione degli ischiocrurali (L4-L5-S1-S2) diviene minore la stabilità frontale del ginocchio;

- tibiotarsica: in fase di appoggio, il peso di m\*\*\* tende a produrre la flessione dorsale della gamba sul piede, mentre in fase di sospensione il sollevamento del piede è affidato alla contrazione dei dorsiflessori (L4-L5-S1).

Non vi sono compensi naturali alla caduta in avanti del corpo sul piede, salvo la rara evenienza di una retrazione "di misura" del tricipite surale (metaplasia fibrosa); occorre perciò utilizzare un vincolo meccanico (ortesi) che arresti la flessione dorsale e garantisca una sufficiente stabilità laterale al ginocchio, fino alla acquisizione di una marcia sicura.

- *Malformazioni primitive:*

- piede equino varo supinato con intrarotazione tibiale, generalmente con rigidità di tipo artrogripotico;
- talismo verticale;
- piede ciondolante;
- tibia torta (intraruotata o extraruotata).

- *Deformità secondarie:*

- dita: alluce valgo, dita ad artiglio o accavallate, dita affollate;

- piede: talo-valgo-pronazione per effetto del peso che passa all'interno del piede e per la prevalenza dei dorsiflessori, specie del peroneo terzo (L4-L5-S1) e dell'estensore lungo e breve delle dita (L4-L5-S1), sui plantiflessori (L5-S1-S2).  
La tibia va incontro ad una deformazione in extrarotazione e per il paziente aumenta la difficoltà ad equilibrarsi in stazione eretta. Per metaplasia fibrosa dei muscoli cavisti il piede può cavizzarsi;
- ginocchio: flesso-valgismo per azione:
  - \* dal basso della deformità in talo-valgo-pronato del piede ed in extrarotazione della tibia;
  - \* dall'alto della deformità in flesso adduzione delle cosce;
  - \* per effetto del pendolo frontale eseguito durante la marcia.  
Si assiste col tempo all'instaurarsi di una "rotula alta" per cedimento del tendine sottorotuleo, con conseguente aumento della difficoltà del quadricipite a produrre una completa estensione del ginocchio durante il cammino. Una certa importanza nell'origine della deformità è anche da attribuirsi al decubito dorsale durante il sonno con arti inferiori in triplice flessione;
- anca: flesso adduzione
  - \* per prevalenza della muscolatura flesso-adduttrice su quella estenso-abduttore;
  - \* per ritardo della verticalizzazione;
  - \* per eccessivo utilizzo della locomozione quadrupedica (che favorisce anche la risalita della rotula);
  - \* per eccessivo tempo trascorso in posizione seduta;
  - \* per adozione di ortesi errate (tibiotalarica a 90°, ginocchio esteso);  
L'anca non risulta dislocata alla nascita ma può lussarsi nei primi tre anni di vita;
- rachide: iperlordosi lombare rigida, compensatoria della flessione delle anche e della antiversione del bacino.  
Qualora siano presenti un equinismo congenito non corretto chirurgicamente o un recurvato congenito rigido di ginocchio o venga acquisita una marcata limitazione articolare in flessione alle coxofemorali, la stazione eretta ed il cammino del paziente comporteranno di necessità l'appoggio a supporti ortopedici per gli arti superiori (canadesi, tripodi, bastoni), per frenare la caduta in avanti del tronco.  
In questo caso, non verrà sfruttata appieno la potenzialità residua del paziente, specie a livello del quadricipite, il cui impegno verrà ridotto dal peso di m\*\* che, passando al davanti dell'asse di flesso estensione del ginocchio, tenderà ad estendere questa articolazione.  
E' come se il paziente assumesse i compensi propri del livello lesionale soprastante (L4-L5).  
Utilizzando appoggi per gli arti superiori, vi saranno invece meno problemi di instabilità laterale del ginocchio.

All'opposto, una limitazione articolare in flessione al ginocchio fra 10° e 20°, specie se l'anca è flessa, può rappresentare per il paziente un indubbio vantaggio ed essere una condizione non solo da rispettare, ma se possibile da favorire artificialmente dal basso, posizionando opportunamente la tibiotarsica in flessione dorsale.

### LIVELLO L4-L5

- *Paralisi motoria*: risultano gravemente compromessi gli estensori dell'anca: grande gluteo (L5-S1-S2) ed ischiocrurali (L4-L5-S1-S2), gli abduuttori medio e piccolo gluteo (L4-L5-S1) incluso il tensore della fascia lata (L4-L5-S1), i flessori del ginocchio (L4-L5-S1-S2) - a volte restano tracce del semitendinoso (L4-L5-S1-S2)- , i muscoli della gamba e del piede, ad esclusione del tibiale anteriore (L4-L5-S1), che può essere parzialmente attivo. E' questo il livello spinale in cui risulta più elevato lo sbilanciamento muscolare tra flessori (L1-L2-L3-L4) ed adduttori (L2-L3-L4) praticamente indenni, ed estensori (L5-S1-S2) ed abduuttori (L4-L5-S1) completamente paralizzati.
- *Paralisi sensitiva*: genitali, regione glutea, superficie posteriore delle cosce e delle gambe, pianta dei piedi, regione anterolaterale delle gambe.
- *Stazione eretta*: la conservazione dei flessori dell'anca (L1-L2-L3-L4) e del quadricipite femorale (L2-L3-L4) consentirebbe teoricamente al paziente di adottare lo stesso compenso posturale incontrato a L5-S1, ma per il livello L4-L5 è più difficile conservare una sufficiente estensione dell'anca.

Quasi sempre, perché la linea di gravità condotta dalla forza peso passi al di dietro dell'asse trasverso di flesso estensione delle coxofemorali, occorre fare ricorso:

1. alla accentuazione della lordosi lombare;
2. alla flessione compensatoria delle ginocchia;
3. alla retropulsione delle spalle;
4. alla estensione degli arti superiori

Le anche vengono stabilizzate in flesso-adduzione, con conseguente flesso-valgismo delle ginocchia, extratorsione delle tibie e talo-valgo-pronazione dei piedi. Se la limitazione articolare in flessione delle anche supera i 30°, il paziente deve fare ricorso a supporti ortopedici per uno o più spesso per entrambi gli arti superiori.

- *Cammino*: è sempre affidato alla caduta sul ginocchio flesso e alla sua successiva estensione ad opera del quadricipite, quando l'arto inferiore controlaterale in sospensione oltrepassa la verticale.

La difficoltà di stabilizzare lateralmente il bacino, per il deficit del medio e del piccolo gluteo e l'interferenza degli adduttori, aggrava il problema di sollevare da terra l'arto inferiore in sospensione ed impone al paziente un'accentuazione del pendolo frontale verso il lato in appoggio (marcia dondolante o pendolare).

Per aumentare la lunghezza del passo, egli ruota sull'arto a terra, in parte all'anca in parte al suolo, trasferendo all'arto in sospensione la forza inerziale (pendolo sagittale), purché il baricentro relativo dei segmenti tutorizzati resti sufficientemente basso. E' per questo motivo che il peso della ortesi può non costituire un ostacolo all'avanzamento dell'arto inferiore. La lunghezza del semipasso resta tuttavia modesta.

La possibilità di realizzare il cammino senza ricorso all'appoggio degli arti superiori risulta, ovviamente, molto più difficile che per il livello L5-S1 e viene comunque compromessa la velocità, la sicurezza e la resistenza complessiva. Il cammino può avvenire anche in ambienti esterni, ma con limitazioni rispetto al tipo di terreno.

Con i supporti ortopedici (canadesi, tripodi, bastoni), il cammino presenta una minore inclinazione del tronco sul piano frontale (pendolo frontale) ed una maggior lunghezza del passo, legata alla possibilità di trasferire il carico su un di arto in cui il ginocchio può oltrepassare di molto la posizione conquistata nello spazio dall'anca. Lo schema è generalmente a quattro tempi (arto inf. dx, sup. sn, inf. sn, sup dx. e via di seguito).

- *Compensi*: a rachide lombare, anca e ginocchio sono gli stessi incontrati a L5-S1. La compromissione dei dorsiflessori alla tibiotarsica aumenta la difficoltà di sollevamento da terra e di avanzamento nello spazio di un arto inferiore reso più lungo dalla caduta del piede. I tutori dovranno quindi compensare anche questo movimento (antiequino).

Se il paziente utilizza supporti ortopedici per gli arti superiori, la linea di gravità passa al davanti delle tre articolazioni portanti dell'arto inferiore. All'anca l'azione dei glutei verrà sostituita dalla spinta sugli arti superiori, al ginocchio sarà favorita l'estensione e quindi non potrà essere pienamente sfruttata la forza residua del quadricipite, mentre il piede si deformerà in piatto-valgo-pronazione.

Sul piano frontale, il pendolo bilancia la caduta di bacino (Trendelenburg).

- *Malformazioni primitive*:

- anca flessa addotta;
- coxa valga con lateralizzazione della testa femorale;
- lussazione congenita monolaterale o bilaterale (mielodisplasica). Si caratterizza per un cotile poco profondo e l'assenza del segno dello scatto. La lussazione monolaterale è più grave di quella bilaterale perché conduce inevitabilmente ad obliquità pelvica, iperappoggio ischiatico e scoliosi;
- ginocchio recurvato per metaplasia plastica degli ischiocrurali a quadricipite intatto (raro);
- tibia torta intraruotata o extraruotata (torsione fisiologica = 15° verso l'esterno);
- piede equino-varo-supinato rigido (artrogripotico);

- piede talo valgo pronato, piede ballante, piede deforme per alterazioni scheletriche;
  - calcagno varo per l'azione isolata del tibiale anteriore;
  - deformità dell'alluce e delle altre dita.
- *Deformità secondarie:* l'interferenza degli adduttori (L2-L3-L4) porta ad una coxa valga-antiversa e successivamente alla sublussazione o alla lussazione, a volte monolaterale più spesso bilaterale, con segno dello scatto positivo. Ad anche lussate, per effetto dell'avvicinamento dei punti di inserzione, l'interferenza degli adduttori si riduce (falsa innocenza).

Il processo lussante inizia nel bambino qualche tempo dopo l'acquisizione della capacità di passare da supino a seduto, quando viene ridotta generalmente l'attenzione verso questo aspetto, rassicurati dall'assenza di una lussazione congenita.

Fra gli elementi responsabili della acquisizione di una limitazione articolare in flessio-adduzione ricordiamo:

- il ritardo della verticalizzazione;
- l'eccessiva esercitazione della locomozione quadrupedica;
- l'eccessivo tempo trascorso in posizione seduta;
- la non adeguata educazione posturale.

La lussazione, attraverso l'obliquità del bacino, può favorire la comparsa di una scoliosi evolutiva. La flessione dell'anca conduce sempre ad un'iperlordosi lombare rigida, a volte dolorosa, che tuttavia può conferire più stabilità al rachide nei confronti della progressività della scoliosi.

Il ginocchio viene trascinato in flessione dalla antiversione del bacino e dal talismo del piede ed in valgismo dalla intrarotazione della coscia e dalla extrarotazione della gamba.

Per il piede vale quanto descritto per il livello L5-S1, ma con minor gravità (minor talismo e minor valgismo), poiché il solo muscolo conservato è il tibiale anteriore (L4-L5-S1), che potrebbe secondo Sharrard giustificare invece una deformità in varismo. E' però più frequente la comparsa di decubiti sulle aree del piede sottoposte a carico.

### LIVELLO L3-L4

- *Paralisi motoria:* oltre agli estensori (L5-S1-S2) ed agli abduttori dell'anca (L4-L5-S1), risultano compromessi in parte gli adduttori (L2-L3-L4), compreso il gracile (L2-L3-L4), in parte il quadricipite (L2-L3-L4), che a ragione viene considerato il passaporto per il cammino, i flessori del ginocchio (L4-L5-S1-S2) e tutti i muscoli della gamba.
- *Paralisi sensitiva:* è risparmiata la superficie anteriore delle cosce e delle ginocchia.

- *Stazione eretta*: è indispensabile il ricorso a supporti ortopedici per gli arti superiori, anche se alcuni pazienti, particolarmente abili, possono imparare a stare in piedi (ma non a camminare) sfruttando la forza peso, opportunamente proiettata dietro l'anca, davanti al ginocchio e davanti alla tibiotarsica. Più frequentemente è dato di assistere alla stabilizzazione passiva del ginocchio ad opera della forza peso, quando l'anca è flessa. L'entità del carico sostenuto dagli arti superiori è direttamente proporzionale alla misura della flessione dell'anca ed inversamente proporzionale alla lordosi lombare ed alla flessione compensatoria delle ginocchia.
- *Cammino*: l'insufficienza del quadricipite (L2-L3-L4) impone generalmente un vincolo meccanico al ginocchio, il cui grado di flessione andrà rapportato all'entità della limitazione articolare in flessione dell'anca, purché la tibiotarsica lo consenta, per ridurre l'impegno degli arti superiori. Il paziente cammina avanzando, attraverso la flessione dell'anca, un arto inferiore reso più corto dall'inclinazione controlaterale del tronco (pendolo frontale) e dall'elevazione omolaterale del bacino attraverso il quadrato dei lombi (T12-L1-L2-L3).  
La parziale compromissione degli adduttori (L2-L3-L4) migliora il pendolo frontale rispetto al livello L4-L5. La rotazione sull'arto in appoggio favorisce l'avanzamento per inerzia di quello in sospensione e per questo il peso del tutore può non costituire un ostacolo.  
Lo schema della marcia può essere a due o a quattro tempi. Il cammino avviene prevalentemente intramoenia, G data la ridotta velocità complessiva e la rapida affaticabilità del paziente. Per i percorsi extramoenia e in ogni caso per tutti gli spostamenti che richiedono velocità e sicurezza, il paziente deve far ricorso alla carrozzina ortopedica.
- *Compensi*:
  - anca:
    - \* l'impiego degli arti superiori attraverso i supporti ortopedici;
    - \* l'inclinazione omolaterale del tronco e l'elevazione controlaterale del bacino.
    - \* l'appoggio posteriore del tutore, purché un sostegno ischiatico troppo alto non conduca il bacino in antiversione.
  - ginocchio: un tutore ad asse posteriorizzato consente di sfruttare la forza residua del quadricipite in fase d'appoggio, conservando la mobilità dell'articolazione in fase di sospensione. Se invece il quadricipite è troppo compromesso occorre bloccare l'articolazione del ginocchio.  
Se è necessario adottare al ginocchio una flessione compensatoria della limitazione articolare in flessione all'anca, non sarà in alcun modo possibile sfruttare la forza residua del quadricipite per l'aumento del braccio di leva della forza di gravità;
  - tibiotarsica: il vincolo meccanico dell'ortesi con 20° di escursione intorno all'angolo retto, se il ginocchio è esteso, o verso la flessione dorsale, se il ginocchio

viene bloccato in parziale flessione per compensare una limitazione articolare in flessione dell'anca.

- *Malformazioni primitive:*
  - anca flessa addotta in rotazione laterale;
  - lussazione congenita monolaterale o bilaterale (anca mielodisplasica). La lussazione può ridursi ad anca flessa ed accentuarsi con il carico;
  - ginocchio recurvato con marcata limitazione alla flessione (retrazione del quadricipite);
  - tibia torta;
  - piede torto artrogriposico.
- *Deformità secondarie:* la compromissione degli adduttori (L2-L3-L4) riduce leggermente il rischio di una lussazione acquisita delle coxofemorali. Resta grave la limitazione articolare in flessione, favorita dal ritardo della verticalizzazione e dal mantenimento della posizione seduta, mentre perde importanza la locomozione quadrupedica che il paziente non riesce più a realizzare per l'insufficiente stabilità del bacino. Il valgismo e l'antiversione del collo femorale sembrano minori che al livello precedente. L'impiego di un'articolazione con arresto contiene il valgismo del ginocchio e l'extrarotazione tibiale. L'iperlordosi lombare è sempre rigida. Il rischio di scoliosi evolutiva diviene sempre più elevato. Per il ginocchio e per il piede vale quanto già illustrato per i livelli precedenti, con maggiore incidenza del piede ballante. Il difetto di crescita degli arti inferiori diviene più marcato.

### LIVELLO L2-L3

- *Paralisi motoria:* sono ancora parzialmente conservati i flessori dell'anca, sia superficiali (L2-L3-L4) che profondi (L1-L2-L3-L4), mentre risulta gravemente compromesso il quadricipite (L2-L3-L4). Paralisi sensitiva: risulta risparmiata la sensibilità della superficie ventrale delle cosce.
- *Stazione eretta:* mentre a livello della tibiotarsica e del ginocchio risulta indispensabile introdurre vincoli meccanici, all'anca potrebbe essere ancora utilizzata la forza peso proiettata dietro all'asse trasverso delle coxofemorali, poiché sono conservati i muscoli flessori.  
Tuttavia, nella pratica, come per il livello L3-L4 è indispensabile far ricorso a supporti ortopedici per gli arti superiori ed a tutori coscia gamba piede per gli arti inferiori.
- *Cammino:* il paziente necessita di tutori lunghi per gli arti inferiori, articolati all'anca ad una presa di bacino rigida, e di supporti ortopedici per entrambi gli arti superiori. Se l'articolazione dell'anca consente tre gradi di libertà di movimento, il paziente per

avanzare utilizza l'inclinazione omolaterale del tronco, la rotazione sull'arto in appoggio, l'elevazione controlaterale del bacino e la flessione dell'arto inferiore in sospensione. Lo schema della marcia è a quattro tempi.

Se l'articolazione dell'anca consente due gradi di libertà (flesso estensione ed adduzione-abduzione) come avviene con apparecchi tipo Sharrard, il paziente deve ruotare l'arto al suolo, non essendogli possibile ruotare l'anca all'interno del tutore per l'altezza della presa di bacino. Il cammino avviene a due tempi.

Se l'articolazione dell'anca consente un solo grado di libertà (flesso-estensione), il paziente deve adottare lo swing-through, cioè il pendolo sagittale, ottenuto dondolando attraverso le canadesi o le stampelle. Va considerato che questo schema di cammino, di grande efficacia per il poliomielitico, risulta estremamente difficile per il paziente spina bifida, che per la presenza della paralisi sensitiva (periferica e centrale) e dei disturbi dell'equilibrio non è in grado di elaborare parametri essenziali come posizione di partenza, velocità di avanzamento, inerzia trasmessa agli arti inferiori, stabilità dell'appoggio, distribuzione del peso, ecc.

Il cammino viene esercitato esclusivamente intramoenia ed in definiti momenti o situazioni della giornata. Per i veri spostamenti il paziente deve far ricorso alla carrozzina ortopedica.

- *Compensi:*
  - anca:
    - \* gli arti superiori attraverso i supporti ortopedici per l'estensione;
    - \* l'inclinazione controlaterale del tronco e l'elevazione omolaterale del bacino per il sollevamento dell'arto inferiore che deve essere avanzato;
    - \* la presa di bacino, che stabilizza gli arti inferiori rispetto al tronco, e l'eventuale aggiunta di tiranti elastici pro estensione-abduzione-extrarotazione.
  - ginocchio: il vincolo meccanico della ortesi;
  - tibiotarsica: il vincolo meccanico della ortesi, che deve consentire 20° di escursione attorno all'angolo retto.
- *Malformazioni primitive:*
  - lussazione congenita (mielodisplasica) dell'anca;
  - instabilità del ginocchio;
  - tibia torta;
  - piede torto (più spesso equino varo supinato), piede ballante;
  - dita accavallate.
- *Deformità secondarie:*
  - rachide: iperlordosi lombare e scoliosi evolutiva;

- anca: flessione-abduzione-extrarotazione per l'influenza della forza di gravità in posizione prona e supina. Più rara rispetto al livello precedente la comparsa di una coxa valga-antiversa e di una lussazione acquisita, in genere entro la prima infanzia;
- ginocchio: flessione. Il deficit del quadricipite favorisce il progressivo aggravamento di questa deformità;
- piede: equinismo e supinazione, varismo e deformità scheletriche, piede ballante. Dita accavallate o affollate.  
Queste deformità vengono favorite:

- \* dal ritardo della verticalizzazione;
- \* dal tempo trascorso in posizione supina;
- \* dal tempo trascorso in posizione seduta.

Va segnalata inoltre l'elevata ricorrenza di fratture patologiche degli arti inferiori, generalmente indolori, favorite dalla atrofia ossea e dalla osteoporosi. Nel cammino la flessione dell'anca comporta un'accentuazione della lordosi lombare ed un maggior impegno antigravitario per gli arti superiori.

La flessione del ginocchio può in parte compensare quella dell'anca, mentre in senso opposto va l'equinismo, che a sua volta necessiterebbe, per essere compensato, di un ginocchio recurvato e di un'anca iperestesa

## LIVELLO L1-L2

- *Paralisi motoria*: risultano parzialmente compromessi i flessori dell'anca sia superficiali (L2-L3-L4) che profondi (L1-L2-L3-L4), mentre è ancora parzialmente conservata la capacità di elevare il bacino attraverso la contrazione del quadrato dei lombi (T12-L1-L2-L3).
- *Paralisi sensitiva*: la sensibilità è conservata sulla superficie ventrale della radice delle cosce.
- *Stazione eretta*: per poter stare in piedi, il paziente ha bisogno di un'ortesi che vincoli contemporaneamente tutte le articolazioni portanti dell'arto inferiore (tutore coscia gamba piede articolato ad una presa di bacino lombo pelvica) e di supporti ortopedici per entrambi gli arti superiori (stampelle, canadesi, quadripodi, bastoni).
- *Cammino*: pur essendo ancora possibile sfruttare lo schema di inclinazione laterale del tronco e di elevazione controlaterale del bacino (pendolo frontale), la perdita dei flessori rende troppo corto il passo, nonostante la possibilità di ruotare sull'anca dell'arto in appoggio attraverso l'articolazione a tre gradi di libertà di movimento. In questa direzione il rendimento del tutore può essere migliorato se confezionato con un maggior grado di abduzione (effetto compasso).  
Con un'articolazione a due gradi di libertà (flesso-estensione, adduzione-abduzione),

gli arti inferiori possono ancora avanzare singolarmente. Il sollevamento dell'arto avviene per opera del pendolo frontale (inclinazione laterale del tronco ed elevazione controlaterale del bacino), e l'avanzamento per opera dei flessori e del peso del segmento, attraverso un pendolo sagittale creato al momento del suo sollevamento dalla posizione più avanzata conquistata nello spazio dal bacino rispetto al piede.

Anziché lo schema inclinazione-rotazione-flessione, il paziente utilizzerà però con maggior probabilità lo schema swing-to, cioè un semipendolo sagittale di entrambi gli arti inferiori che vengono avanzati contemporaneamente fino alla linea che unisce virtualmente l'appoggio al suolo dei supporti ortopedici per gli arti superiori. Con questo schema, è sufficiente all'anca un solo grado di libertà di movimento (flesso estensione). Il paziente deve essere però in grado di sollevarsi di peso sugli arti superiori ed i supporti ortopedici devono offrirgli per questo una sufficiente stabilità e resistenza. In tutti i casi il ginocchio deve essere bloccato, mentre alla tibiotarsica possono essere consentiti 20° gradi di flesso estensione intorno all'angolo retto, oppure l'effetto dell'articolazione può essere sostituito da una suola a dondolo (o all'olandese).

Il cammino avviene esclusivamente intramoenia e per limitati periodi della giornata. Nelle altre situazioni il paziente fa ricorso alla carrozzina ortopedica.

- *Compensi:*

- anca:

- \* gli arti superiori per l'estensione attraverso i supporti ortopedici;
- \* il peso del tronco per il pendolo frontale;
- \* il peso dell'arto inferiore per il pendolo sagittale;
- \* la presa di bacino lombo pelvica per stabilizzare gli arti inferiori rispetto al tronco;

- ginocchio e tibiotarsica: come per L2-L3.

- *Malformazioni primitive:* come per L2-L3.

- *Deformità secondarie:* A livello dell'anca compare l'instabilità articolare, mentre si riduce ulteriormente il rischio di lussazione secondaria. Per la compromissione dei flessori, diviene meno frequente l'instaurarsi di una limitazione articolare in flessione. L'accentuazione della lordosi lombare, che può compensare una sottostante antiversione del bacino, appare meno frequente e può essere presente al contrario una cifosi lombare, a volte ingravescente. E' sempre molto elevato il rischio di scoliosi evolutiva.

Per effetto della forza di gravità, gli arti inferiori giacciono in flessione extrarotazione all'anca, con un certo grado di flessione alle ginocchia ed equinismo ai piedi (posizione a batrace o rana). Se non trattata, col tempo la deformità in flessione può aumentare fino al punto in cui gli arti giacciono in abduzione ad angolo retto ed in flessione ad angolo retto a livello delle ginocchia. Diviene sempre maggiore

la frequenza delle fratture spontanee degli arti inferiori.

Per il ginocchio e per il piede vale quanto già considerato per il livello L2-L3.

### LIVELLO T12-L1

- *Paralisi motoria*: l'insufficienza del quadrato dei lombi (T12-L1-L2-L3) diviene marcata ed il paziente perde la capacità di elevare il bacino.
- *Paralisi sensitiva*: l'anestesia interessa l'intero arto inferiore.
- *Stazione eretta*: come per L1-L2, ma con la presa di bacino prolungata fino al livello toracico.
- *Stazione seduta*: l'instabilità del tronco sul bacino può comportare la necessità di un corsetto lombare univalva avvolgente che consenta al paziente di liberare gli arti superiori dai compiti posturali e di prevenire e contenere la scoliosi posturale. In relazione all'assetto del torace possono comparire problemi respiratori.
- *Cammino*: lo schema di elezione è lo swing-to, cioè il semipendolo sagittale di uno o di entrambi gli arti inferiori fino alla linea che unisce a terra i supporti ortopedici per gli arti superiori. All'anca l'articolazione dovrà consentire 1-2 gradi di libertà di movimento, a seconda che l'avanzamento degli arti inferiori sia simultaneo o alternato. A questo livello lesionale la capacità di realizzare un cammino reale rimane comunque modesta e limitata nel tempo. Il paziente deve fare un uso continuativo della carrozzina ortopedica.
- *Compensi*:
  - anca:
    - \* gli arti superiori attraverso i supporti ortopedici;
    - \* il peso degli arti inferiori attraverso il pendolo sagittale;
    - \* la presa di bacino toraco-lombo-pelvica;
  - ginocchio e tibiotarsica: come per L2-L3.
- *Malformazioni primitive*: come per L2-L3.
- *Deformità secondarie*: accanto alle deformità degli arti inferiori come per L1-L2 (anche in leggera flessione e rotazione esterna, ginocchia leggermente flesse e piedi modestamente equini), acquistano importanza la cifosi lombare o dorsolombare e la scoliosi posturale, dovute all'insufficiente stabilità del tronco rispetto al bacino. Molto rara l'iperlordosi lombare per cedimento della muscolatura addominale e poco comune la scoliosi evolutiva lesionale, purché si adottino opportuni provvedimenti di sostegno posturale. Divengono sempre più frequenti le fratture patologiche degli arti inferiori. Le deformità secondarie tendono ad aggravarsi specie nella terza infanzia e nell'adolescenza per anomalie di crescita vertebrale.

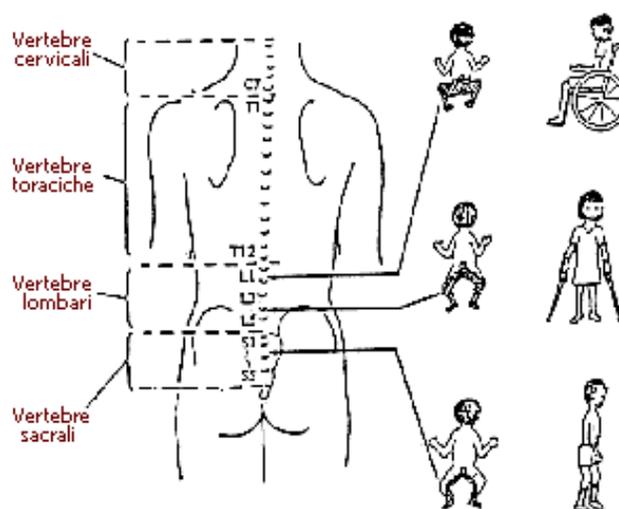


Figura 5.2: Tipo di lesione a seconda del livello del rachide coinvolto.

### 5.3 Epidemiologia

Conoscere il numero delle persone con Spina Bifida in Italia non è un dato sufficiente ad indicarne la sua incidenza; è infatti importante considerare in primo luogo il numero dei bambini che ogni anno nascono con la Spina Bifida ma è altrettanto determinante conoscere l'entità delle interruzioni di gravidanza in seguito alla diagnosi prenatale.

In Italia l'incidenza della spina bifida è di 4-6 casi ogni 10.000 nati (circa 360 nuovi casi all'anno), in Gran Bretagna è di 8 su 1000, 1 su 1000 in Giappone.

La stima della frequenza della spina bifida in termini di prevalenza totale (numero di casi di spina bifida tra i nati + numero casi di spina bifida in interruzioni terapeutiche di gravidanza (IVGT) dopo diagnosi prenatale ed in termini di prevalenza tra i nati (numero di casi di spina bifida tra i nati) può essere desunta dai registri di malformazioni operanti in alcune regione Italiane. Si stima che attualmente la prevalenza totale della spina bifida in Italia sia dello 0,38 per mille nati. Data una percentuale di circa il 70% di IVGT la prevalenza tra i nati risulta dello 0,11 per mille (1 su 8750 nati, circa 64 casi/anno). La stima della prevalenza nella popolazione (numero di persone con esiti dovuti alla spina bifida presenti nella popolazione) è ignota. In assenza di una specifica e costosa indagine potrebbe essere stimata sulla base dei tassi di prevalenza tra i nati degli anni passati e sulla stima della sopravvivenza.

I dati epidemiologici ricavati dal Registro Nazionale delle Malattie Rare, stimano che la prevalenza di base, rappresentata dal numero delle nascite di bambini con Spina Bifida (dati del 2008), è pari a 1,1/10.000 (circa 64 casi l'anno); sommando le nascite al numero delle interruzioni volontarie di gravidanza in seguito alla diagnosi per Spina Bifida, si ottiene una prevalenza compresa tra 3,25 e 3,6/10.000 (circa 165 casi l'anno). Ciò indica che ogni anno il 62% dei casi di Spina Bifida viene interrotto durante la gravidanza e che quindi il numero

totale potenziale di casi di Spina Bifida salirebbe a 365 nuovi casi l'anno, con un'incidenza di 1 gravidanza/1300.

Secondo il Registro Epidemiologico dell'Emilia Romagna IMER (Indagine sulle Malformazioni congenite in Emilia Romagna), la Spina Bifida rappresenta la malformazione neurologica di più frequente riscontro, costituendo il 27,9% del totale delle malformazioni congenite del Sistema Nervoso Centrale.

La scarsità e disomogeneità dei dati, che non vengono segnalati al Registro Nazionale delle Malattie Rare da tutte le Regioni, porta a ritenere che vi sia una sottostima dei casi reali di Spina Bifida in Italia.

## 5.4 Prevenzione e trattamento della spina bifida

Esistono tre tipi di prevenzione per questa patologia:

- **Prevenzione primaria**, il cui obiettivo è di evitare l'insorgenza della patologia. Sebbene le cause della patologia non sono ancora completamente stabilite, una cosa è sicura: la corretta assunzione di *Acido Folico* (o **vitamina B9**) da parte della futura mamma previene il 75-90 % dei casi di Spina Bifida.

Tutte le donne in età fertile dovrebbero pertanto seguire una dieta sana e bilanciata, ricca di alimenti contenenti Acido Folico sotto forma di folati, come gli agrumi, le banane, il latte, le fragole, la frutta secca, il fegato, il lievito di birra, i legumi, le barbabietole, i cavoli, gli asparagi, gli spinaci e i cereali integrali.

La nostra alimentazione però, per quanto varia ed equilibrata, sembra essere insufficiente a garantire un apporto ottimale di Acido Folico specie durante la gravidanza, quando il fabbisogno di questa vitamina aumenta notevolmente. Per questo, il Network Italiano Promozione Acido Folico per la Prevenzione Primaria di Difetti Congeniti, coordinato dall'Istituto Superiore della Sanità (ISS) tramite il Centro Nazionale Malattie Rare (CNMR), raccomanda a tutte le donne che desiderano avere un figlio, o che non ne escludono attivamente la possibilità, di assumere regolarmente, almeno un mese prima del concepimento e per tutto il primo trimestre della gravidanza, Acido Folico «puro» sotto forma di integratore alimentare, nelle seguenti quantità:

- 0,4 mg di acido folico al giorno per tutte le donne;
- 4,0 – 5,0 mg al giorno per le donne che presentano riconosciuti fattori di rischio per DTN, ed altre malformazioni suscettibili di riduzione del rischio con acido folico (es. precedente gravidanza esitata in DTN, anamnesi familiare positiva per malformazioni, diabete insulino-dipendente, epilessia).

**Prevenzione secondaria**, o diagnosi precoce, che ha lo scopo di individuare la patologia in uno stadio molto precoce.

Viene effettuata attraverso l'ausilio di bitest, tritest, esami ecografici di 1° e 2° livello, amniocentesi, risonanza magnetica fetale. Qualora la diagnosi venisse conferma-

ta, è consigliato alla donna di rivolgersi ad un Centro Ospedaliero specializzato nel trattamento di tali patologie.

**Prevenzione terziaria**, effettuata quando una patologia si è manifestata chiaramente e consiste in interventi che cercano di evitare le complicazioni legate alla patologia.

Nel trattamento della Spina Bifida la prevenzione terziaria è largamente applicata, grazie all'intervento di un team multidisciplinare di medici specializzati nella cura e nel trattamento delle complicanze associate ad essa.

## Trattamento

Il trattamento delle forme varie di Spina Bifida è soprattutto di tipo chirurgico. In genere, i neonati affetti vengono operati nei primi giorni di vita, per limitare la possibilità di infezioni e i danni spinali. Non sempre però gli interventi chirurgici hanno esito risolutivo: il risultato dipende molto dalla gravità della patologia, dalla sede della lesione, dal danno al midollo spinale nonché dallo stiramento e danno delle radici spinali. Dopo l'intervento segue la fisioterapia e in un secondo momento la chinesioterapia, che permettono il recupero funzionale dei deficit dovuti alla patologia.

L'intervento deve quindi essere multidisciplinare per essere efficace intendendo per multidisciplinare la partecipazione di diverse figure come:

- neurochirurgo,
- neuropsichiatra infantile,
- pediatra di base,
- urologo,
- ortopedico,
- fisioterapista,
- tecnico ortopedico,
- terapeuta della neuropsicomotricità,
- assistente sociale,
- educatore professionale;

Inizialmente è importante eseguire una buona valutazione del caso, per definire lo stato del soggetto e impostare un programma adeguato, per identificare i segni di un potenziale sviluppo di danni secondari e accrescere le misure preventive, per monitorare i cambiamenti che potrebbero indicare una progressione della disfunzione neurologica.

Quindi, in genere, si valuta:

- ROM,
- Lunghezza muscolare,
- Allineamento articolare,
- Deformità,
- Tono muscolare,
- Forza muscolare (LIVELLO DI LESIONE) e squilibrio muscolare,
- Resistenza,
- Sensibilità (LIVELLO DI LESIONE),
- Postura,
- Sviluppo motorio,
- Mobilità,
- Ausili e ortesi,
- Accessibilità ambientale;

Nel trattamento di un bambino con Spina Bifida di deve conoscere cosa manca e può essere sostituito (es. livello di lesione), cosa resta e può essere utilizzato, prevenire le situazioni che possono portare alla perdita del compenso o di una funzione, prevenire le retrazioni muscolari.

#### **5.4.1 Focus sui centri spina bifida in Italia**

I luoghi di eccellenza per la cura della Spina Bifida sono rappresentati da strutture sanitarie spesso localizzate all'interno di reparti ospedalieri pediatrici (Pediatria, Chirurgia Pediatrica, Urologia Pediatrica, Neurochirurgia), ma appositamente dedicate alla cura della Spina Bifida. Si tratta di Centri costituiti da un'equipe multidisciplinare che sin dai primi giorni di vita del bambino diventa e resta il punto di riferimento per la famiglia relativamente a qualunque aspetto del percorso di cura, neurologico, chirurgico, fisiatrico, ortopedico, urologico, neuropsichiatrico.

La Spina Bifida comporta infatti una complessità di problemi tra loro strettamente collegati e l'approccio multidisciplinare e coordinato tra gli specialisti è la base di tutti i percorsi di cura rivolti a tale patologia. Per ciascun bambino/ragazzo con Spina Bifida viene definito un programma riabilitativo personalizzato, multidisciplinare e con una periodicità definita, sulla base dell'età, del livello di gravità della disabilità e, in qualche caso, della distanza geografica.

La distribuzione geografica dei Centri Spina Bifida è piuttosto omogenea sul territorio nazionale, anche se spesso le strutture si distinguono tra loro per eccellenze in determinate specificità, richiamando pazienti anche geograficamente distanti.

Lo STUDIO ANTARES 2011 consiste in un'analisi dell'organizzazione dei percorsi di cura per la Spina Bifida, che ha coinvolto 16 Centri esperti distribuiti tra Nord, Centro e Sud Italia, ottenendo un'adesione allo studio dell'81%. Ai referenti medici interpellati si è richiesto di descrivere l'organizzazione dei servizi di cura rivolti alle persone con Spina Bifida, specificandone il regime assistenziale adottato e la composizione dell'equipe medica.

Particolare attenzione è stata data alla gestione dell'età adolescenziale e del passaggio all'età adulta dei pazienti, si sono indagate le modalità con cui tale fase è organizzata: qual è la struttura di riferimento per l'età adulta (dove per età adulta si intende quei soggetti che hanno compiuto il 18° anno di età)? Come avviene la transizione? Quali sono le figure mediche che rispondono alle esigenze di questa fascia d'età?

Un altro focus ha riguardato la gestione vescico-sfinteriale, aspetto rilevante nella maggior parte delle persone con Spina Bifida; si sono indagate le principali complicanze urologiche e intestinali rilevate, le modalità di gestione adottate e come avviene l'addestramento al cateterismo e all'autocateterismo. Infine, si sono analizzate le criticità e i punti di forza di ciascun sistema organizzativo, per estrapolare, da tutte le informazioni ottenute, uno scenario globale dello stato dell'arte dell'offerta sanitaria rivolta a persone con una patologia cronica, quale è la Spina Bifida, che sta mutando nelle sue esigenze di cura.

Dall'indagine è emerso che la modalità di erogazione dei servizi di cura più diffusa è quella ambulatoriale, seguita dal Day Hospital e dal ricovero presso i Reparti ospedalieri di pertinenza (Neonatologia, Chirurgia Pediatrica, Pediatria, Terapia Intensiva, Neurochirurgia, Urologia, Neuro-Urologia). Il ricorso ai ricoveri è limitato ai casi di necessità, rappresentati dagli interventi chirurgici, dall'insorgenza di complicanze, dall'accoglienza di pazienti extra-regione e dalla gestione di aspetti particolarmente delicati (es. addestramento all'autocateterismo) (Grafico 1).

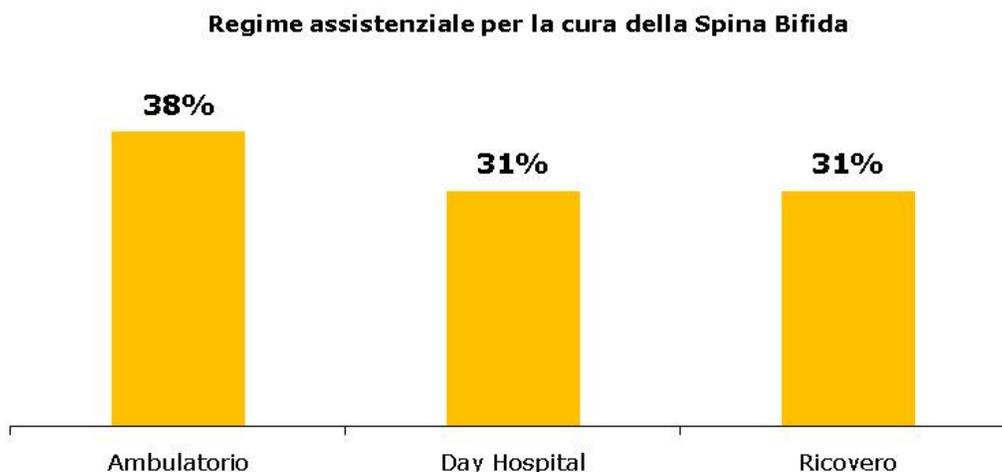


Figura 5.3: Grafico 1

Le professionalità mediche inserite nell'èquipe per la cura della Spina Bifida sono numerose, prevedendo fino a 30 diverse specializzazioni. La composizione dei team varia tra i Centri Spina Bifida interpellati, tuttavia sono comuni le figure di maggior riferimento, rappresentate da Fisiatra, Neurochirurgo, Ortopedico, Urologo e Psicologo (nel Grafico 2 indicati con il bordo giallo). Sono poi presenti il Fisioterapista, il Pediatra, il Chirurgo Plastico, il Neuropsichiatra Infantile, il Chirurgo (sia pediatrico che specializzato in difetti rettali) ed il Nefrologo. Leggermente meno inseriti all'interno dell'èquipe medica sono l'Infermiere e figure solitamente interpellate per consulenze, quali l'Endocrinologo, l'Oculista, il Gastroenterologo, il Neuroradiologo, il Neonatologo, il Dietologo, il Genetista, l'Assistente Sociale, la Segreteria, l'Allergologo, il Terapista Occupazionale, il Neurofisiologo, l'Infettivologo, il Neurologo e il Dermatologo. Piuttosto scarsa è la rappresentanza delle figure mediche specifiche per i percorsi di cura rivolti agli adulti, ovvero l'Andrologo, il Ginecologo, il Neuro-Urologo e lo Psico-Sessuologo, quest'ultima professionalità riscontrata presso un solo Centro Spina Bifida (nel Grafico 2 indicati con il bordo rosso) (Grafico 2).

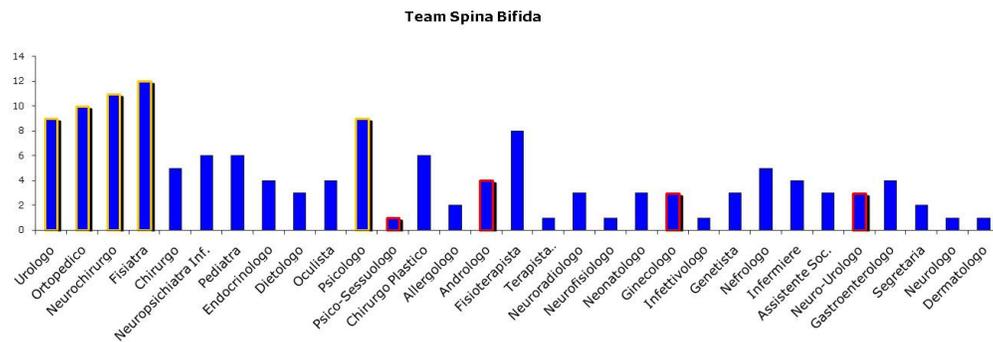


Figura 5.4: Grafico 2

Complessivamente, i Centri analizzati rappresentano il punto di riferimento dei percorsi di cura di quasi 4000 persone. Non è stato possibile rilevare con precisione la componente adulta che, comunque, presso le strutture in grado di definirne la quantità, oscilla tra il 30% ed il 60% dei pazienti complessivi con Spina Bifida (Grafico 3).

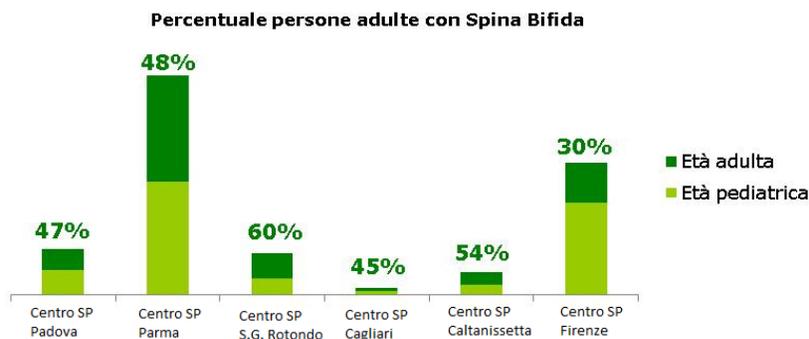


Figura 5.5: Grafico 3

I servizi di cura di base non differiscono in maniera significativa tra i Centri, che seguono la prassi di prendere in carico il bambino con Spina Bifida sin dalla nascita e, nel caso di diagnosi pre-natale, i genitori a partire dalla diagnosi, offrendo loro tutto il percorso multidisciplinare previsto per la patologia: visite specifiche ambulatoriali o in Day Hospital, diagnostica, interventi chirurgici e trattamento di eventuali complicanze acute. Maggiori diversità si rilevano per quanto riguarda il supporto psicologico, talvolta integrato all'interno del percorso di cura e con una figura professionale dedicata (46% dei Centri), altre volte a disposizione su richiesta o per casi specifici (45%) (Grafico 4).

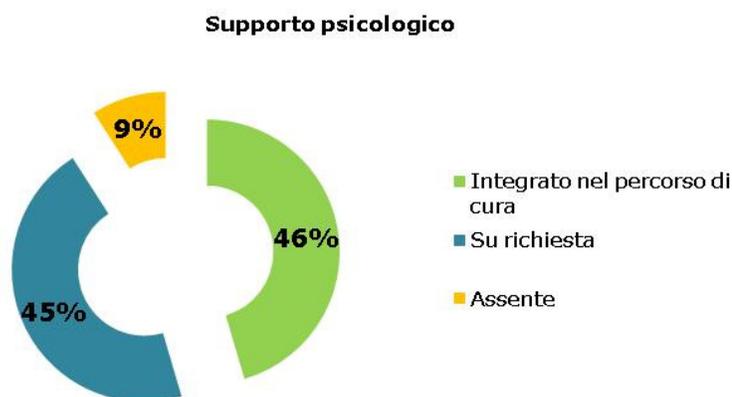


Figura 5.6: Grafico 4

Alla gestione degli aspetti vescico-sfinteriali è stata dedicata un'attenzione particolare, a causa della frequenza e della complessità delle disfunzioni che si verificano nel tratto urinario e più in generale in corrispondenza dell'intera area sacrale. In particolare, sono state indagate le più frequenti complicanze, le modalità di gestione adottate e, nel caso di ricorso al cateterismo, l'erogazione del servizio di addestramento. La principale complicanza rilevata è la vescica neurologica, ovvero l'alterazione dei meccanismi di regolazione del tratto urinario, che porta nella maggior parte dei casi a problemi di incontinenza (nel Grafico 5 evidenziato in giallo).

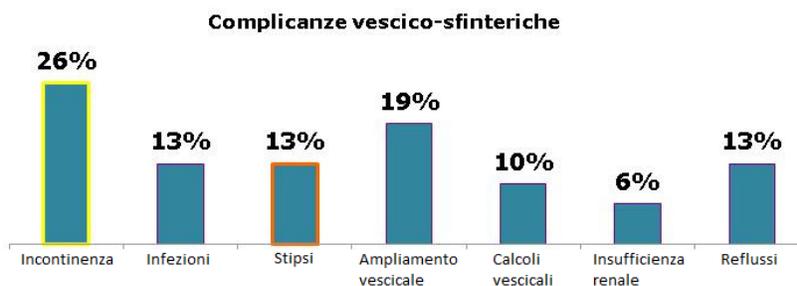


Figura 5.7: Grafico 5

Tra le altre complicazioni, si rilevano anche il ricorso all'intervento di ampliamento vescicale, la frequenza di infezioni del basso tratto urinario, i reflussi vescico-ureterali (ritorno dell'urina dalla vescica verso i reni, attraverso i canali dell'uretere), calcoli vescicali e, meno frequentemente, insufficienza renale.

Oltre alle disfunzioni urinarie, viene sottolineata l'importanza e la frequenza della stipsi intestinale (nel Grafico 5 evidenziato in arancione), che porta a disfunzioni dell'evacuazione rettale.

Tale complicanza, più trascurata in passato, attualmente è oggetto di particolare attenzione da parte dei professionisti medici, tanto che in alcuni Centri Spina Bifida la figura del Gastroenterologo specializzato in disfunzioni rettali è parte integrante del team medico.

Per quanto riguarda la gestione della vescica neurogena, il ricorso al cateterismo intermittente è la modalità adottata all'unanimità. In qualche caso il catetere è abbinato all'utilizzo di urofarmaci e all'impiego di sistemi di svuotamento rettale.

Il ricorso a interventi più invasivi, quali ad es. le operazioni chirurgiche, è generalmente limitato ai casi di particolare complessità.

Particolarmente seguita è la fase dell'addestramento al cateterismo, rivolto ai genitori per l'età pediatrica, e all'autocateterismo.

Quest'ultimo passaggio, in particolare, viene eseguito a partire dagli 8 anni di età circa, a seconda del livello di disabilità e di autonomia del bambino con Spina Bifida.

Trattandosi di una fase piuttosto delicata, presso tutti i centri vengono dedicate delle figure apposite (solitamente rappresentate da infermieri) e dei momenti specifici (talvolta ricorrendo anche al ricovero) per l'insegnamento all'utilizzo del catetere in autonomia.

Viene inoltre considerato l'impatto psicologico dell'operazione, prevedendo il coinvolgimento dei genitori del bambino/ragazzo e, se necessario, dello Psicologo. Data la valenza di questo passaggio, che non rappresenta solo un'operazione fisica ma riguarda un elemento importante di raggiungimento dell'autonomia, alcune Associazioni inseriscono l'addestramento all'autocateterismo all'interno di specifici programmi per l'autonomia dei bambini/ragazzi con Spina Bifida.

Con le dovute attenzioni, tale fase non è comunque considerata un aspetto di criticità nel percorso di cura.

Lo studio mette in evidenza che il numero dei Centri a cui si rivolge il paziente con Spina Bifida si rivolge lungo il percorso di cura è compreso in maggior parte tra 2 (per il 39% degli interpellati) e 3 (per il 26%), mentre sono inferiori i casi in cui si consulta una sola struttura o, al contrario, un numero uguale o maggiore di 4; va tuttavia segnalata la percentuale del 9% rilevata per le famiglie che hanno interpellato più di 6 centri di cura.

Quanto alla loro tipologia, si tratta prevalentemente di Centri Spina Bifida (42%) e Ospedali (34%), con una componente importante di singoli specialisti a cui si rivolge per consulenze occasionali o limitate nel tempo (13%).

Le altre tipologie di strutture indicate sono i Centri Ortopedici (4%), le ASL (3,5%), i Centri di Riabilitazione (3,5%) e solo in 1 caso è stata indicata anche l'Unità Spinale, con una percentuale inferiore all'1%. I trasferimenti extra-regionali sono un aspetto rilevato nel 73% degli intervistati.

In un percorso di cura per Spina Bifida, solitamente, non si individua solo una struttura sanitaria di riferimento, ma anche una o più figure mediche che spesso rappresentano il fulcro di buona parte o dell'intero progetto riabilitativo nel tempo.

L'Urologo è il professionista medico più indicato dai pazienti quale figura di riferimento (30%), seguito dal Fisiatra (17%), dal Neurochirurgo (16%), dall'Ortopedico (10%), dal Chirurgo Pediatra e dal Neuropsichiatra Infantile (entrambi al 6%).

Altre figure socio-sanitarie vengono citate in percentuali più basse: Endocrinologo, Oculista, Infermiere, Fisioterapista, Psicologo, Pediatra e Medico di Medicina Generale, Dietista, Ematologo, Neurologo.

La frequenza delle visite di controllo risulta mediamente compresa tra i 6 mesi e l'anno, con una maggiore tendenza verso i follow-up annuali (44%) rispetto ai semestrali (38%).

In percentuali inferiori vengono indicate le visite ogni 4 mesi (9%), 2 anni (6%) o limitate a casi di necessità (3%) (Grafico 6).

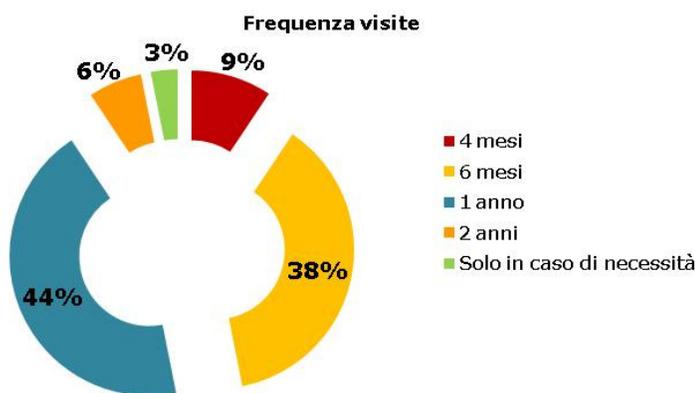


Figura 5.8: Grafico 6

Nello studio vengono anche presi in considerazione i supporti da parte dei servizi territoriali, che nel 48% degli intervistati vengono identificati nel supporto delle ASL locali, per quanto riguarda la fornitura di presidi e ausili ma non solo (talvolta anche per il sostegno offerto tramite alcune figure specifiche quali il Fisioterapista, il Neuropsichiatra Infantile, lo Psicologo o l'Assistente Sociale).

Secondariamente vengono citati i sostegni scolastici (30%), per quanto riguarda le figure degli insegnanti di sostegno e, più raramente, del supporto infermieristico per il cateterismo del bambino a scuola.

Tra i supporti ricevuti sul territorio compaiono anche le Associazioni (12%), che intervengono su più fronti nell'affiancare le famiglie lungo il percorso di cura socio-sanitario, gli Educatori (10%), figure differenti dagli insegnanti di sostegno perché seguono i bambini/ragazzi con Spina Bifida fuori dall'orario scolastico, occupandosi anche degli aspetti di socializzazione.

Infine, più rari risultano i supporti forniti dai territori relativamente all'inserimento lavorativo dei ragazzi al termine del periodo scolastico (appena il 5%) (Grafico 7).

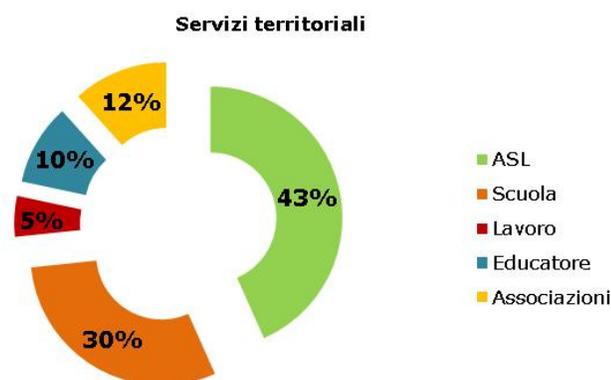


Figura 5.9: Grafico 7

La sezione dello studio espressamente rivolta alla raccolta delle impressioni, rileva un panorama variegato di criticità percepite lungo il percorso di cura, di cui la più diffusa è l'iter burocratico necessario per l'ottenimento dei supporti territoriali (14%), sia per la fornitura di ausili e presidi che per l'ottenimento degli adeguati sostegni scolastici. Un'altra criticità diffusa è la distanza geografica (13%), molto disagiata soprattutto nei casi di emergenza.

La scarsa organizzazione rilevata presso il Centro Spina Bifida di riferimento, che in alcuni territori non è considerato di aiuto per le famiglie e le obbliga a dover coordinare autonomamente i molteplici aspetti di cura da seguire, e la carenza di uno specifico aspetto di cura sono indicati elementi di criticità dall'11% dei soggetti.

## Capitolo 6

# Metodi di riferimento per la ginnastica posturale

Come è stato anticipato precedentemente, il trattamento della Spina Bifida risulta essere multidisciplinare e comprendere dal trattamento chirurgico, agli interventi post-operatori, alla fisioterapia, ma non un percorso post-fisioterapico che accompagni il paziente nel contenimento e magari risoluzione dei problemi a lungo termine derivanti dall'operazione.

E' in questo contesto che uno Specialista nelle Scienze Motorie, può lavorare sulla ri-programmazione posturale, sulla rieducazione motoria e funzionale finalizzate ai gesti della quotidianità come camminare, sedersi/sdraiarsi per terra e rialzarsi, correre.

Ovviamente questo è possibile nei casi che, dopo l'iter di trattamento, risultano con conseguenze meno gravi e dove l'attività proposta possa risultare effettivamente di beneficio per la persona.

La ginnastica posturale, tramite i metodi elencati e descritti di seguito, può dare beneficio a livello di scompensi post-chirurgici ma anche agire su gli schemi motori di base, rieducando il soggetto dal punto di vista motorio e funzionale.

### 6.1 Metodi di consapevolezza corporea

#### Tecnica Alexander

Insegna a coordinare i rapporti tra postura, respirazione e movimento, eliminando le tensioni inutili ed ottimizzando l'energia necessaria a svolgere qualsiasi attività in modo efficiente. Si fonda sulla pratica dell'auto-osservazione e sull'idea del controllo cosciente del movimento (primary-control, Figura 6.1), in quanto molti problemi locomotori, posturali e altre difficoltà che le persone incontrano in se stessi dipendono, per Alexander, dalla mancanza di consapevolezza.

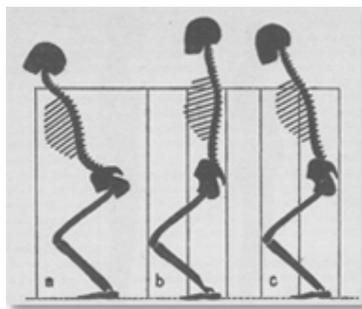


Figura 6.1: Primary-control

Questa tecnica si svolge principalmente con sedute individuali, dove l'insegnante aiuta ad orientare in modo armonioso, utilizzando indicazioni verbali ma anche il tocco delle mani, invitando la persona a diventare consapevole del modo in cui si muove e del rapporto che esiste tra le parti del suo corpo durante gli spostamenti nello spazio, soprattutto delle posizione e del movimento di collo e testa e del loro allineamento con le spalle.

L'insegnante stimola la persona a portare l'attenzione al modo in cui sta modificando se stesso per raggiungere lo scopo, piuttosto che lo scopo stesso. Tutti impieghiamo abitualmente tensioni di cui non siamo consapevoli, provocando compressione ed accorciamenti in varie parti del corpo, in particolare nel rapporto testa-collo-schiena. Certe abitudini posturali rinforzano gli accorciamenti muscolari e inducono una progressiva rigidità.

Prestando attenzione a ciò che realmente facciamo con il nostro corpo possiamo abbandonare gli automatismi compressivi ed imparare a distinguere le tensioni superflue da quelle necessarie. Mediante intenzioni mirate, abbinate a certe posizioni o movimenti, si ottiene l'allungamento della muscolatura che, ritrovando il grado appropriato di tensione elastica, favorisce il funzionamento ottimale dei meccanismi posturali che garantiscono l'equilibrio con il minimo sforzo.

Liberando il collo si dà alla testa la possibilità di guidare l'allungamento del tronco, dando inizio ad una serie di adattamenti positivi per tutto il corpo, che favoriscono una respirazione più libera e naturale, oltre ad un migliore funzionamento generale di tutto l'organismo.

## Metodo Feldenkrais

Il Metodo Feldenkrais è un sistema educativo globale che utilizza il movimento come strumento per lo sviluppo di una piena consapevolezza del sé all'interno di un processo di auto-miglioramento permanente. Basandosi sull'idea che la persona sia un'unità complessa costituita da un insieme (corpo, mente, pensiero ed emozioni) che interagisce costantemente con l'ambiente esterno per formare l'esperienza della vita, il Metodo Feldenkrais sostiene l'idea che migliorando anche solo uno degli elementi costitutivi, si può innescare un miglioramento significativo in tutto l'insieme.

E poiché il movimento rappresenta una costante presente in tutte le manifestazioni vitali dell'uomo (siano esse emozionali, intellettuali o sensoriali), partendo dalla consapevolezza dei propri processi motori e cambiando il proprio modo di muoversi, l'individuo può liberarsi dai condizionamenti esterni e dall'abitudine per giungere così ad una piena auto-realizzazione.

Attraverso la Consapevolezza del corpo in movimento e lo sviluppo della propriocezione, la persona affina e cambia infatti l'immagine di sé, immagine sulla cui base agisce nella propria esistenza, gettando le basi di un cambiamento profondo e duraturo.

Il Metodo Feldenkrais, stimolando e riorganizzando il sistema nervoso per mezzo del movimento, porta quindi non solo ad un maggior benessere fisico, ma contribuisce positivamente al cambiamento di tutti i processi vitali della persona, rendendola artefice del proprio benessere globale.

Si articola nella pratica in due diverse e complementari modalità di insegnamento:

- lezioni di gruppo, *Consapevolezza attraverso il movimento (CAM)*, dove l'insegnante guida quasi esclusivamente attraverso la voce, fornendo indicazioni che orientano gli allievi verso un'osservazione accurata del corpo in movimento e propone variazioni che suggeriscono nuove possibilità e disinnescano gli schemi abituali. Rispettando le modalità e i ritmi di ogni partecipante, la voce dell'insegnante accompagna il gruppo verso un ascolto concentrato ed un'esplorazione di sé molto approfondita, alla ricerca di quei cambiamenti che si producono durante il processo. Poiché il movimento è presente nei processi che coinvolgono percezione, pensiero, ed immaginazione, durante la lezione di CAM la persona è interamente coinvolta.

Le sequenze proposte dall'insegnante guidano di volta in volta all'esplorazione di articolazioni, muscoli, respirazione, relazioni tra le diverse parti del corpo e spesso ripercorrono le tappe dello sviluppo motorio dell'essere umano. Utilizzando movimenti semplici, piacevoli ed accessibili a tutti anche se a volte inusuali, le lezioni di CAM portano la persona ad arricchire il proprio repertorio motorio, a ridurre il dispendio di energie e a migliorare l'efficacia delle proprie azioni.

- La seconda modalità di insegnamento è detta di *Integrazione Funzionale (IF)*: nel lavoro individuale di Integrazione Funzionale, che si propone gli stessi obiettivi di quello di CAM, l'insegnante incontra la persona in un contesto in cui le parole sono meno importanti. L'insegnante tocca e muove la persona in maniera rispettosa e non invasiva, per portarla con gentilezza a diventare consapevole dei propri processi motori, per accompagnarla a scoprire alternative e nuove possibilità e per aiutarla ad integrare, tramite il movimento, le sue differenti sfere (corporee, emotive e mentali) in un tutto unico, armonico e funzionale.

Nella lezione di Integrazione Funzionale, attraverso il tocco si stabilisce un contatto diretto tra il sistema nervoso dell'allievo e quello dell'insegnante, i quali, dialogando attraverso il movimento, generano un contesto di apprendimento e di possibile cambiamento.

La lezione di Integrazione Funzionale avviene con l'ausilio di un lettino e di altri strumenti (cuscini, rulli, coperte, ecc.), che rendono più confortevole la situazione dell'allievo, il quale è comodamente vestito e può scegliere lui stesso la posizione in cui preferisce lavorare.

## Metodo

La teoria di si basa sull'osservazione della anatomia e la fisiologia muscolo-scheletrica: la muscolatura posteriore è sempre molto forte e tendenzialmente accorciata, tanto che essa costringe il corpo a disegnare delle lordosi, cioè degli archi, in tutta la sua lunghezza. I muscoli posteriori sono più numerosi e hanno inserzioni sulle ossa di quelli anteriori.

Il 97% dei muscoli posteriori sono lunghi, poli-articolari e formano una catena continua dalla sommità del cranio alla punta dei piedi: questa catena è strutturata per assorbire in grandissima parte gli sforzi del corpo ma è costruita in modo che tutti i muscoli che la compongono comportino come un solo muscolo.

Così ogni azione, anche limitata ad un solo punto, provoca l'accorciamento di tutta la catena. Ogni volta che siamo tesi, che ci innervosiamo o che blocchiamo una emozione, irrigidiamo la muscolatura posteriore nel suo insieme. François ha ribaltato tutti i concetti della riabilitazione classica, mettendo a punto una tecnica estremamente precisa ed efficace: parte da una osservazione del corpo, la terapia è essenzialmente individuale, diversa per ogni paziente, segue la forma del suo corpo e tende a rimettere "in asse" ed in simmetria le parti che non lo sono più, attraverso delle posture che aiutano il corpo ad allungarsi e a ripristinare la forma e la funzione corretta.

Per farlo è necessario innanzitutto ristabilire una respirazione libera, attraverso il diaframma; la respirazione, soprattutto nei problemi di schiena ma non solo, risulta essere poco ampia e insufficiente poiché il diaframma è bloccato in fase inspiratoria. Non si tratta quindi di imparare movimenti particolari, ma di allungare la muscolatura posteriore nel suo insieme, sempre durante l'espiazione, in modo da liberare il diaframma. Con questo metodo, secondo l'autrice, si possono trattare molte patologie come la lombalgia, la scoliosi, l'artrosi, la periartrite, l'alluce valgo, le ginocchia valghe e vare, piedi piatti o cavi, la sciatica, ernia del disco e altro.

Il metodo è basato sul sistema propriocettivo di inibizione (riflesso miotatico inverso), che inibisce gli agonisti e facilita gli antagonisti e si attiva ad una soglia di tensione del tendine con un peso compreso fra i 100 e i 200 grammi. La trazione stabile sui muscoli posteriori troppo forti porta dunque al recupero dei muscoli anteriori troppo deboli. Da questo metodo, deriva una conseguenza di grande importanza: *"la postura e il movimento umano non sono programmati geneticamente"*, ma vengono modificati dalla nostra stessa volontà, dalle circostanze della vita, soprattutto dalle complicità post-traumatiche a carico dell'immagine corporea, intendendo la conoscenza che abbiamo del nostro corpo in relazione all'ambiente che ci circonda (dimensione spazio-temporale). Le "aggressioni" più pericolose sono quelle che vengono subite dai sistemi oste-artro-muscolare e viscerale a livello, però, inconscio, soprattutto se ripetitive, che scateneranno una sorveglianza costante del nostro corpo, atto a proteggerci, per cui l'ipertono diverrà costante. In via schematica, l'approccio mézièrista consiste prima di tutto nel normalizzare la forma (struttura) di un corpo che tramite giochi di retrazioni e accorciamenti muscolari, principalmente della parte posteriore, si manifestano paramorfismi o dismorfismi (scoliosi, iperlordosi, cifosi, ginocchio varo o valgo, rettilinizzazione della colonna vertebrale, ecc.).

*"È assolutamente necessario considerare il corpo come una totalità e curarlo come tale,*

*tenendo conto non di una moltitudine di sintomi, ma dell'unica causa di queste deformazioni: il riaccorciamento di tutta la muscolatura posteriore è l'effetto inevitabile dei movimenti quotidiani del corpo".*

Per la prima volta viene abbandonato il concetto segmentario-analitico dell'allungamento. In presenza di un dolore in una certa regione, l'intervento sarà diretto verso la ricerca del compenso muscolare e il riequilibrio della postura del paziente che avviene tramite respirazione e postura corretta.

### **Antiginnastica metodo Bertherat**

Thérèse Bertherat, definisce ANTIGINNASTICA la sua tecnica di movimento, perché invece di rafforzare i muscoli, li rende lunghi, plastici ed armoniosi. La Bertherat attribuisce molta importanza al rapporto tra le tensioni muscolari e dinamiche intrapsichiche, la necessità particolare di allungare la muscolatura posteriore, il ruolo centrale della respirazione come flusso del movimento, la frequente relazione tra i problemi respiratori e la rigidità dei muscoli dorsali. L'Antiginnastica si avvale dell'utilizzo di palline, che sistemate in punti precisi, vanno a decontrarre i muscoli per ripristinare la percezione di zone spesso escluse dal vissuto sensoriale del paziente come la schiena.

Gli esercizi di Antiginnastica si eseguono sia individualmente, sia in gruppo e cercano sempre di risalire dal conflitto muscolare (blocco, tensione) alla causa che lo ha provocato (quasi sempre legata ad una reazione di difesa o ad una paura).

### **Rieducazione posturale globale (RPG) metodo Souchard**

La Rieducazione Posturale Globale è una metodica di riarmonizzazione e di riequilibrio della struttura muscolo-scheletrica messa a punto da Philippe E. Souchard, il quale, con le sue teorie dalle fondamenta rigorosamente scientifiche, mette in discussione la maggior parte delle idee sulla muscolazione, sulle patologie articolari e sulla terapia del dolore in genere. Lo studio, la diagnosi e la terapia della postura secondo questa metodologia, partono da concetti base sull'evoluzione funzionale dell'individuo.

Si basa su una netta distinzione di comportamento e ruolo dei muscoli della statica e dei muscoli della dinamica. Il principio cardine di questa metodica è che i muscoli statici più rimangono accorciati (in contrazione) più diventano retratti e resistenti all'allungamento, mentre quelli dinamici possono essere accorciati (contratti) liberamente e favoriti in questo da un pre-allungamento. Ne deriva che i muscoli statici andranno esercitati in modo eccentrico e quelli dinamici in modo concentrico.

Superando i limiti della, Souchard pone inoltre particolare attenzione al muscolo respiratorio diaframma e al nervo fibroso che lo sostiene, nonché alla sua azione sinergica con i muscoli posteriori e psoas. Souchard ritiene che le catene muscolari della statica siano prevalentemente due: anteriore e posteriore.

Alla catena anteriore appartengono:

- La catena inspiratoria, formata dai seguenti muscoli: diaframma con il suo tendine sospenditore, scaleni, gran dentato, sternocleidomastoidei e piccolo pettorale.

- La catena antero-interna della spalla, formata dai seguenti muscoli: sottoscapolare, parte superiore del gran pettorale e coracobrachiale.
- La catena anteriore del braccio, formata dai seguenti muscoli: bicipite, brachiale anteriore, coracobrachiale, lungo-supinatore, grande e piccolo palmare e dai muscoli dell'eminanza thenar ed ipothernar.
- La catena antero-interna dell'anca, formata dai muscoli ileo-psoas e dai muscoli adduttori pubici.

La scelta delle posture da utilizzare è fatta dopo una valutazione del paziente effettuata in modo differenziato sui muscoli dinamici e statici, dopo una anamnesi ed un esame delle retrazioni. Souchart individua prevalentemente due quadri morfologici:

- *Anteriore*: i pazienti appartenenti a questa categoria possono presentare prevalentemente queste caratteristiche: testa in avanti, ipercifosi, iperlordosi, bacino antiverso, femore intraruotato e ginocchia valghe, calcagno e piede valgo.
- *Posteriore*: i pazienti appartenenti a questa categoria possono presentare prevalentemente queste caratteristiche: nuca corta, dorso piatto, ipolordosi lombare e diaframmatica, bacino retroverso, ginocchia vare, calcagno e piede varo.

Da questi due principali quadri morfologici derivano i due principali gruppi di posture:

- Posture con l'apertura dell'angolo coxo-femorale per agire sulla catena anteriore.
- Posture con chiusura dell'angolo coxo-femorale per agire sulla catena posteriore.

Entrambe possono essere effettuate a braccia aperte o chiuse.

### **Metodo delle «Tre Squadre» di Morelli**

Il metodo di rieducazione posturale "Les Trois Equerres" nasce dalla evoluzione degli insegnamenti di F., elaborati e sviluppati in più di 30 anni d'esperienza e di ricerca da Nicole Verkimpe Morelli e dal marito, allievi di, e negli ultimi anni dalla collaborazione con Ugo Morelli.

Nel 1947, da una intuizione di, prende forma il trattamento posturale, quando arrivò alla sua attenzione una paziente con una gibbosità dorsale, e, avendola messa in posizione supina, notò che in realtà la cifosi dorsale alto non era che la congiunzione di due lordosi alterate: dorsale bassa-lombare e cervico-dorsale alta.

Per cui tentando di appiattare la curva cifotica dorsale, le due lordosi aumentavano vistosamente. Lo squilibrio, quindi, nasceva dall'accorciamento e rigidità della muscolatura delle lordosi e non dalla loro ipotonia. capì inoltre, che per ottenere un reale allungamento di tale muscolatura del tronco, non andava trattata segmentariamente, ma nella totalità della sua catena tonica: nasce così il primo principio di globalità.

Il metodo delle Tre Squadre ha sviluppato, pur rispettando i fondamentali del metodo, un protocollo terapeutico, dolce e progressivo, che mentre rimuove la causa primaria di una patologia d'origine posturale attraverso delle posture di "messa in tensione" muscolare, elimina il dolore nel più breve tempo possibile. Lo scopo del trattamento posturale è di lavorare sulle rigidità muscolari e le loro cause primarie.

La "messa in tensione" dovrà essere globale, leggera e progressiva senza produrre il riflesso di stiramento; sarà effettuata supini, seduti e in piedi, permettendo l'allungamento della muscolatura tonica rigida senza zone di fuga né compensi.

Questo metodo si basa su 4 leggi:

- 1 Legge: *Per esercitare un reale allungamento del muscolo retratto, non si dovranno permettere dei compensi o delle vie di fuga in uno o più piani dello spazio, altrimenti ciò che è allungato su uno dei tre piani dello spazio è sottratto agli altri due. Ogni messa in tensione deve essere esercitata sui tre piani dello spazio: sagittale, frontale, orizzontale.*
- 2 Legge: *Ogni messa in tensione di un muscolo retratto deve necessariamente avere un punto fisso e l'altro in "allontanamento" da esso. Si lavora in contrazione eccentrica.*
- 3 Legge: *Il muscolo che alla valutazione è risultato rigido, che chiameremo zona di rigidità primaria, va posto in tensione nei tre piani dello spazio impedendo i compensi su tutta la catena tonica di cui esso fa parte. Altrimenti ciò che si conquista in una zona della catena tonica, viene sottratto da altre zone della stessa, determinando un accorciamento complessivo di essa o quantomeno un suo mancato allungamento globale. Un allungamento globale è possibile soltanto con un lavoro posturale che ponga le catene toniche rigide in tensione nella loro totalità.*
- 4 Legge: *È fondamentale mettere in tensione le zone d'ipomobilità articolare, lasciando "neutre" le zone d'ipermobilità, zone già troppo sollecitate. Assolvono questa funzione i cuscini che vengono usati nel Metodo delle Tre Squadre e l'angolo di "messa in tensione" degli arti inferiori rispetto al tronco durante le varie posture. Bisogna mettere in tensione globalmente tutta la catena muscolare statica rigida, ma all'interno di essa riequilibrare le tensioni evitando di sollecitare ulteriormente le zone che sono ipersollecitate e "mirando" con le posture alle zone iposollecitate ed ipomobili. La valutazione del soggetto deve essere quindi mirata all'evidenziazione delle zone ipo-ipermobilità all'interno della stessa catena statica e in quella antagonista.*

È fondamentale la valutazione del soggetto per risalire alla causa primaria dello squilibrio e lavorare contemporaneamente su di essa e sulle forze muscolari che mantengono lo squilibrio da essa causato. La domanda che si pone nella valutazione posturale del soggetto algico è: la sede del dolore è la causa del medesimo (è il caso di un problema traumatico, infiammatorio, viscerale, tossico, ecc.), o al contrario la zona in cui il soggetto avverte il dolore è l'ultimo anello di una catena di compensi statici-posturali e la causa del dolore si trova lontano dal distretto algico?

Nel primo caso s'inizia il trattamento direttamente dal distretto nel quale è insorto il dolore. Si ha una "catena posturale incoerente" (si definisce "incoerente" un atteggiamento antalgico che squilibra la normale postura del paziente, portando la linea mediana di gravità del corpo al di fuori del poligono di sostegno nella stazione eretta, e rendendola appunto incoerente rispetto alla sua morfo-tipologia fisiologica). Il dolore si evidenzia nella zona causa dello stesso; la postura del soggetto ha come imperativo la ricerca di una posizione antalgica che spesso produce un notevole squilibrio posturale. Il ruolo della terapia posturale è di riportare il soggetto al suo normale Atteggiamento Posturale Primario attraverso la scomparsa del dolore (che era causa stessa dello squilibrio).

Nel secondo caso si lavora lontano dal dolore nella zona di rigidità primaria. Si ha normalmente una "catena posturale coerente" derivante dall'Atteggiamento Posturale Primario del soggetto (si definisce "coerente" una postura che mantiene inalterate le caratteristiche primarie del soggetto); il dolore si manifesta nei segmenti ossei che non hanno possibilità di compensare ulteriormente. È un dolore sempre d'origine posturale, la cui causa si trova lontano dal distretto algico. In caso di dolore acuto il trattamento posturale deve tenere conto della zona dolorosa, che non deve essere ulteriormente sollecitata e deve rimanere in posizione neutra, a questo scopo è fondamentale l'utilizzo dei "cuscini di scarico" in ogni seduta posturale. In ogni caso la messa in tensione di fondo dovrà essere esercitata nella zona di rigidità, sia che essa stessa sia dolorosa, sia che essa provochi un dolore lontano. È attraverso lo studio della tipologia posturale nei tre piani dello spazio, confrontata con le posture dei soggetti presi in esame, che si avranno le indicazioni necessarie per lo sviluppo di un protocollo terapeutico mirato ed efficace.

Il metodo delle "Tre Squadre" tiene conto di 3 parametri per far sì che il trattamento venga effettuato con la giusta progressione:

- *TEMPO DI MESSA IN TENSIONE*: La messa in tensione globale parte da delle posture di 10 minuti nel corso della prima terapia, e si sviluppa gradualmente e progressivamente nel corso delle sedute successive, fino ad arrivare ad un tempo di un'ora di messa in tensione una sola volta a settimana (unica eccezione le scoliosi evolutive). Il tempo di messa in tensione si adatta alle possibilità del paziente, al dolore, all'età, alla condizione psico-fisica, all'elasticità tissutale, alla tipologia del soggetto. Un trattamento posturale di fondo ha delle ripercussioni su tutto il sistema mio-osteo-articolare e su quello neurovegetativo: una messa in tensione più di una volta a settimana può provocare dolori muscolari e reazioni neurovegetative eccessive. Il corpo ha bisogno di tempo per riequilibrarsi nelle nuove posture acquisite.
- *LE SQUADRE DI MESSA IN TENSIONE*: La messa in tensione globale avviene attraverso tre posture di trattamento: la Prima Squadra, in cui si assume la posizione supina con le gambe elevate a 90 gradi; la Seconda Squadra, in posizione seduta con il tronco a 90 gradi rispetto alle gambe; la Terza Squadra in cui abbiamo l'appoggio al suolo dei piedi con il tronco flesso a 90 gradi (Figura 6.2).
- *FASI DI MESSA IN TENSIONE*: il metodo miscela, nella progressione della terapia, 3 fasi:

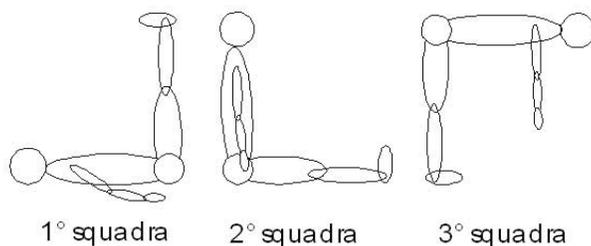


Figura 6.2: Le tre squadre.

- *Fase Passiva*: si lavora in totale rilassamento e distensione del paziente e in cui il terapeuta svolge un lavoro manuale tendente a riarmonizzare l'alterato rapporto tra muscolatura tonica e dinamica, e a dissociare i cingoli scapolare e pelvico. In questa fase inizierà il lavoro di riequilibrio degli appoggi plantari e d'allineamento degli arti inferiori, che sarà preparatorio e indispensabile per la progressione del trattamento. Questa è la fase per noi più importante: il paziente impara a lavorare esclusivamente con la muscolatura tonica, lasciando completamente rilassata la muscolatura dinamica, soprattutto quella anteriore (quadricipite, addominali ecc.). È la fase in cui il paziente impara a "lasciarsi andare" attraverso il "sospiro espiratorio", e nella quale impara a controllare i compensi dinamici.
- *Fase Attivo-Passiva*: inizia nel momento in cui si saranno allineati due dei tre punti di repere del tronco – occipite, dorsale, sacro. Il paziente inizia, contemporaneamente al lavoro manuale del terapeuta, a mantenere delle posture attivamente con il supporto di cuscini più bassi e della cinta elastica.
- *Fase Attiva*: è la fase nella quale si stabilizza il riequilibrio muscolare ottenuto nelle altre due fasi, esclusivamente attraverso le posture attive del paziente. Questa fase inizia nel momento in cui il paziente ha allineato tutti e tre i punti del tronco; come compenso è consentito solo un piccolo cuscino nell'ileo o nell'occipite e una leggera flessione degli arti inferiori. Soltanto in questa fase, cioè dopo una lunga progressione e armonizzazione muscolare, si fanno assumere al paziente posture di "messa in tensione" senza l'ausilio d'alcun cuscino o cinta.

Queste tre fasi non sono proposte meccanicamente nella loro successione, ma sono miscelate in ogni seduta adattandosi alla tipo-psico-morfologia del soggetto.

### Metodo Pilates: il core

Il termine Pilates indica un metodo che impegna macchine azionate da molle e, soprattutto, una serie di esercizi a terra per aumentare forza ed elasticità, resistenza e concentrazione. Deriva da Joseph H. Pilates (1880-1967), l'inventore della tecnica, che in realtà era stata in origine chiamata "Contrology" arte del controllo.

Dal Pilates è stato ripreso il concetto di Core Muscles, ovvero l'utilizzo dei "muscoli centrali" prima di effettuare ogni altro tipo di esercizio, per far sì che il corpo, durante l'esercizio, sia protetto in ogni suo movimento: viene chiamato powerhouse ovvero la base di ogni esercizio.

Per raggiungere il risultato di potenziare tale muscolatura il Pilates mira a reclutare i muscoli intrinseci e profondi, mantenendo un corretto allineamento posturale durante l'esecuzione degli esercizi.

Tali esercizi si compiono sia in regime isometrico che non isometrico; possono essere eseguiti sia in condizioni di stabilità che, nei soggetti più allenati, su supporti instabili (FitBall, Bosu); a corpo libero o con piccoli carichi (per atleti esperti ed allenati).

## **Metodo Rolfing**

La Dottoressa Ida Rolf esaminò, negli anni '20-'30, diverse tecniche come lo yoga, l'osteopatia e l'omeopatia. Dallo yoga assimilò il principio della profonda unità di corpo e mente, quindi il concetto che lavorando sul corpo significa intervenire simultaneamente sull'aspetto emozionale e spirituale. Tutto ciò, associato alla sua educazione scientifica, alla sua curiosità e all'efficienza riscontrata nelle tecniche di manipolazioni osteopatiche, comprese l'importanza dell'equilibrio della struttura corporea rispetto alla forza di gravità. Emerse, quindi, un sistema di lavoro che ella definì Integrazione Strutturale e che fu ribattezzato Rolfing dagli allievi.

Questo metodo parte dal presupposto che esiste correlazione tra forza di gravità e funzionamento armonico del corpo umano. Tutto ciò è possibile grazie alla plasticità del tessuto connettivo che permette al corpo di cambiare forma. Attraverso un tocco sensibile e deciso, il Rolfer agisce per liberare il corpo dalle sue restrizioni e riallineare la postura correttamente rispetto al campo di gravità, rendendola al contempo più armonica ed equilibrata.

È un sistema che si avvale sia di un originale tipo di manipolazione delle fasce che rivestono la muscolatura e di un percorso di educazione al movimento; mira a stabilire armonia ed equilibrio nella struttura del corpo; il soggetto, quindi, attraverso il metodo Rolfing, può trovare maggiore libertà di movimento e minor fatica, mantenendo una postura eretta.

Il ciclo di base si compone di 10 sedute: ognuna è caratterizzata da un argomento che viene personalizzato caso per caso; l'intervallo fra le sedute può essere di 7 o 15 giorni. Terminato il ciclo di base, viene consigliato di far intercorrere alcuni mesi (4, 6 o più) prima di ricevere altre sedute, per dar tempo al corpo di continuare il suo processo di riorganizzazione e bilanciamento. Di grande aiuto in questo percorso è il Rolfing Movement che aiuta a scoprire come essere a proprio agio nel corpo e trovare un movimento naturale ed armonico. Durante le sedute si impara a lasciare andare le tensioni superflue che rendono il movimento faticoso e provocano disagio e dolore nel corpo. Il Rolfing Movement è un percorso di scoperta di se stessi, attraverso cui migliorare la percezione interiore tramite il movimento, il contatto, l'ascolto per meglio interagire nell'ambiente della vita quotidiana.

Il limite di questo metodo è che riconduce tutto ad una unica causa, ovvero la degenerazione delle fasce.

## 6.2 Metodi di rilassamento (Eutonia metodo Alexander)

Ne è fondatrice Gerda Alexander che cerca di riscoprire una modalità di movimento organica e naturale, lavorando per l'armonia tra tutti i muscoli e tra tutti i segmenti corporei e l'importanza della mobilità articolare e della prevenzione dei processi vitali che regolano l'organismo. La rieducazione spontanea della respirazione.

L'Eutonia utilizza numerosi esercizi di allungamento e mobilità articolare, che rispettano la naturale fisiologia del corpo e nell'esecuzione dei quali è particolarmente importante prestare ascolto alle sensazioni implicate in ogni movimento, e una serie di "posizioni di controllo" proposte per verificare il livello di flessibilità e di armonia raggiunto. L'Eutonia insegna alcuni principi dalle cui applicazioni può dipendere un aumento o un bilanciamento della tensione.

Il 1 principio consiste nel percepire il proprio corpo e nel migliorare, di conseguenza, la concezione di esso; deve precedere ogni esercizio.

Il 2 principio consiste nel prendere contatto con tutto ciò che dobbiamo fare. Il contatto si stabilisce quando ci dedichiamo con attenzione all'oggetto dell'azione ed estendiamo la nostra sensibilità al di fuori di noi. Questo atteggiamento sollecita processi all'interno del nostro organismo che portano ad un bilanciamento della tensione.

Il 3 principio consiste nel vincere la resistenza, si tratta di riconoscere, provocare e liberare tutti i riflessi muscolari di cui abbiamo bisogno per affermarci contro la forza di gravità terrestre.

*Chi pratica l'Eutonia percepisce semplicemente il peso del proprio corpo steso sul pavimento e lascia che la pesantezza diventi sempre più netta; qui avviene il rilassamento.*

### Rilassamento progressivo (metodo Jacobson)

Edmund Jacobson elabora un metodo che si differenzia dal training autogeno in quanto rifiuta a priori qualsiasi tipo di suggestione e ipnosi; egli pone il suo metodo a livello fisiologico e afferma che è necessario responsabilizzare il soggetto.

La sua teoria poggia sull'osservazione interiore, sulla verifica delle proprie esperienze soggettive per mezzo di misure oggettive. A tale scopo mette a punto un apparecchio, l'elettro-neuromiometro, che permette di rendere oggettivo il grado di contrazione o decontrazione, misurando il livello della contrazione miologica.

Il suo concetto di base è che si possa giungere al vero rilassamento muscolare solo individuando i punti di contrazione: per eliminare le tensioni, dunque, si contraggono volontariamente singoli muscoli, per poi rilassarli.

Il soggetto raggiunge lo stato di rilassamento prendendo coscienza della sensazione provocata dalle contrazioni muscolari, dalla sensazione stimolata dalle decontrazioni muscolari. Questa presa di coscienza deve avvenire in modo progressivo e continuo, zona per zona fino a raggiungere il rilassamento totale. Si parte dagli arti superiori, si passa a quelli inferiori, muscoli del tronco, della nuca e della testa.

# Capitolo 7

## Il caso

Il soggetto preso in esame è S, una bambina di 10 anni (01/01/2004), che non pratica sport. Arriva alla attenzione della Palestra di Ferrara in cui ho svolto la mia attività nel Settembre 2013 per iniziare un percorso post-fisioterapico in accordo con i medici di riferimento.

S. ha una storia clinica complicata che inizia all'età di 17 mesi con la frattura del femore che, dal 2005 al 2008, ha portato la famiglia e il medico di famiglia a diverse indagini di tipo ortopedico, genetico, metabolico e neurologico. Dagli esami risulta un'alterata crescita staturo-ponderale, una scoliosi lombare sinistro-convessa con conseguente iperlordosi lombare e ipercifosi dorsale, valgismo delle ginocchia, valgismo dei piedi con protrusione dell'astragalo destro maggiore del sinistro, strabismo.

Dalla visita neurologica emergeva una deambulazione spedita lievemente anserina, corsa impacciata, il bisogno di un appoggio per alzarsi da terra. L'appoggio monopodalico risulta non possibile e il salto bipodalico viene effettuato con scarsissima elevazione.

La prima diagnosi, nel maggio del 2008 è di DISRAFISMO SPINALE, AGENESIA CAUDALE, SENO DERMICO SACRALE, FORMAZIONE CISTICA NEL TRATTO LOMBARRE DEL CANALE RACHIDEO, CAVITÀ IDROSIRINGOMIELICA DORSALE, con ANGIOMA LOMBO SACRALE, IPOTROFIA MUSCOLARE DEI PARAVERTEBRALI, MANCANZA DEL COCCIGI Il 26 Giugno del 2008 S. viene operata all'"Ospedale Pediatrico Giannina Gaslini" di Genova per EXERESI DEL DERMOIDE DELLA CAUDA. Dopo l'intervento è stata consigliata fisiochinesioterapia, con esercizi di verticalità e controllo del tronco, ed è stato consigliato l'uso del busto.

Al controllo del 2009 viene confermata la diagnosi di SPINA BIFIDA OCCULTA, ed il fisiatra registra una deambulazione autonoma con piede destro piatto valgo e sinistro cavo con retropiede valgo.

La deambulazione era possibile sui talloni ma non sulle punte, la stazione eretta monopodalica era più stabile a destra, era presente ipostenia distale a sinistra soprattutto a livello dei plantaflessori. Si consiglia di proseguire con fisioterapia per migliorare l'equilibrio e rinforzo muscolare distale a sinistra.

Al controllo del 2010 la deambulazione è autonoma su pianta e talloni, il salto bipodalico risulta essere di pochi centimetri, permangono difficoltà nell'equilibrio monopodalico e nel salire e scendere le scale.

Quando S. si è presentata nella nostra struttura è stata innanzitutto valutata tramite **POSTURAL EXPERIENCE**.

## 7.1 Software di valutazione posturale: postural experience

Postural Experience è un metodo di rilevazione ed elaborazione dell'immagine fotografica nell'analisi posturale. Lo scopo principale del Postural Experience è quello di oggettivare l'analisi posturale, la quale diviene personalizzata grazie alla possibilità di lavorare con immagini fotografiche, commentando e misurando angoli e distanze.

La ripresa di immagini in tempo reale tramite un'apposita webcam facilita e velocizza la fase di osservazione. Essa procede con un protocollo guidato di definizione dei marker di riferimento, individuabili nelle foto scattate, velocizzando tempi di analisi. Infine, il software genera in automatico il "report di analisi", ovvero il risultato dell'analisi posturale.

Il Postural Experience è composto dalla seguente strumentazione:

- una **webcam** ad alta risoluzione ben stabilizzata al terreno tramite un trepiede e collegata ad un computer mediante un cavo USB, che permette la ripresa di immagini in tempo reale da parte dell'operatore, il quale durante l'esame utilizza il computer per scattare le foto nei vari piani e nelle varie posizioni (Figura 7.1).



Figura 7.1: Webcam e trepiedi.

- un **tappeto** appoggiato sul pavimento, che presenta dei riferimenti per il collocamento del trepiede, il posizionamento del soggetto e il rispetto di tre variabili che, come descritto in seguito, sono fondamentali per ottenere un'elevata precisione ed oggettivazione dell'analisi (Figura 7.2).



Figura 7.2: Tappeto.

- un *software* che permette di scattare le foto durante lo svolgimento dell'osservazione posturale per poi rielaborarle nello stesso istante, o in un secondo momento. La fase di rielaborazione delle immagini consiste in una procedura guidata che permette l'analisi dettagliata delle foto scattate nei vari piani.

Per ogni immagine, il software funge da guida nella segnalazione dei marker (definiti prima dell'esame ed elencati nelle impostazioni del programma), la quale si effettua tramite il mouse e la barra spaziatrice che funge da zoom. Una volta "cliccati" i vari punti di reperi il programma traccia in automatico gli assi orizzontali o verticali desiderati per poi passare all'immagine successiva. È possibile inoltre annotare e aggiungere ulteriori misure o commenti su ogni immagine, grazie a strumenti aggiuntivi come: il misuratore di distanze o di angoli, la possibilità di tracciare linee verticali e orizzontali o di aggiungere dei commenti, ecc.

Al termine di questa fase in cui vengono segnalati al software tutti i punti di reperi, il programma "genera il report" ovvero genera un foglio in cui sono presenti le varie immagini con tutte le elaborazioni effettuate ed inoltre elabora in automatico dei dati come gli angoli di inclinazione degli assi orizzontali e verticali, in relazione a ciò che si desidera conoscere.

Le tre variabili rispettate dal sistema Postural Experience, che consentono un'elevata precisione ed oggettivazione dell'analisi, sono:

- la *distanza* tra il soggetto e la webcam, la quale rimane sempre costante grazie ai posizionamenti imposti dal tappeto. Il rispetto di questo parametro permette di evitare le deformazioni dell'immagine derivanti dall'aberrazione ottica .
- la *verticalità* della webcam rispetto al tappeto, la quale si ottiene nel momento di installazione della telecamera dove si deve far corrispondere la linea verticale che si trova al centro della griglia, che compare sopra l'immagine proiettata sullo schermo del computer, con due punti appartenenti all'asse verticale del tappeto.
- l'*ortogonalità* della webcam rispetto al tappeto, che si ottiene nel momento di installazione della telecamera, nel quale si deve far corrispondere una delle linee orizzontali dell'apposita griglia, con due punti appartenenti all'asse orizzontale della pedana in cui si deve collocare il soggetto.

## 7.2 Attività svolta

### Esame obiettivo



Figura 7.3: Settembre 2013

### Postural Experience

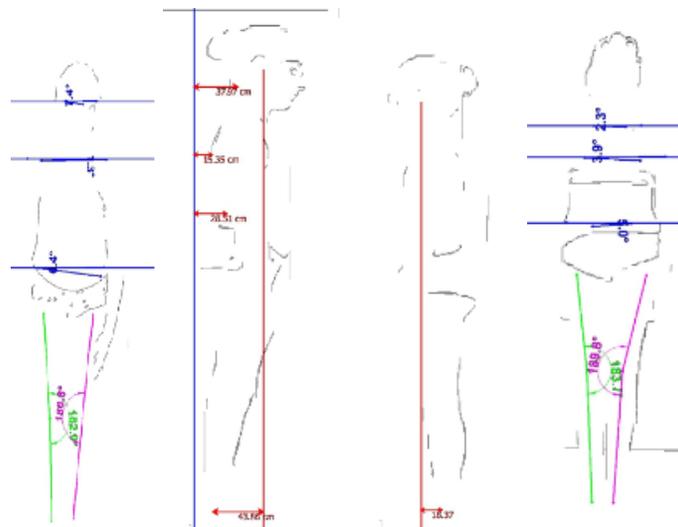


Figura 7.4: Valutazione posturale

Vista frontale anteriore	
Inclinazione linea bis-oculare	7.4° SX
Inclinazione linea bis-acromiale	1.3° DX
Inclinazione sias	6.4° SX

Tabella 7.1: Vista frontale anteriore

Vista laterale	
Freccia cervicale	3.7 cm
Freccia dorsale	1.5 cm
Freccia lombare	2.8 cm
Distanza lombo-malleolo	+4.3 cm DX +1.8 cm SX

Tabella 7.2: Vista laterale

Vista frontale posteriore	
Inclinazione angolo sup scapola	2.3° DX
Inclinazione angolo inf scapola	3.9° DX
Inclinazione sips	5° SX
Angolo ginocchio	189.8° DX 183.7° SX

Tabella 7.3: Vista frontale posteriore

Dopo una attenta valutazione dell'assetto posturale di S. è stato redatto un protocollo di lavoro che consiste in 3 sedute individuali alla settimana, mirato ad intervenire su punti importanti per la rieducazione funzionale del soggetto, quali:

- *Rieducazione dei movimenti più utilizzati nella vita quotidiana (camminare, sedersi a terra e rialzarsi, inginocchiarsi, sdraiarsi a terra e rialzarsi),*
- *Controllo della respirazione diaframmatica,*
- *Rilassamento della muscolatura addominale (retto dell'addome),*
- *Utilizzo dei muscoli stabilizzatori del bacino (trasverso dell'addome),*
- *Riallineamento corporeo sui tre diversi piani spaziali (frontale, laterale, longitudinale) in posizione di ortostatismo, supina, seduta e quadrupedica,*

- *Allungamento della catena muscolare posteriore,*
- *Mobilizzazione del tratto lombo-sacrale,*
- *Controllo del cammino,*
- *Equilibrio;*



Figura 7.5

Per far sì che S. inizi a sentire il proprio corpo e in particolare il proprio bacino, sono stati eseguiti esercizi di **PROPRIOCEZIONE DEL BACINO**: S. in posizione supina deve compiere delle anti/retroversioni del bacino; per aiutarla l'operatore pone una mano sotto la zona lombare della bambina e chiede di "schiacciare la mano con la schiena".

Lo stesso esercizio di retroversione viene effettuato da S. anche da seduta con l'ausilio di compensi esterni (cuscini in zona sacrale e una palla che fa da appoggio alla pancia). Si ripete poi in posizione quadrupedica, chiedendo a S. di utilizzare i muscoli stabilizzatori del bacino.

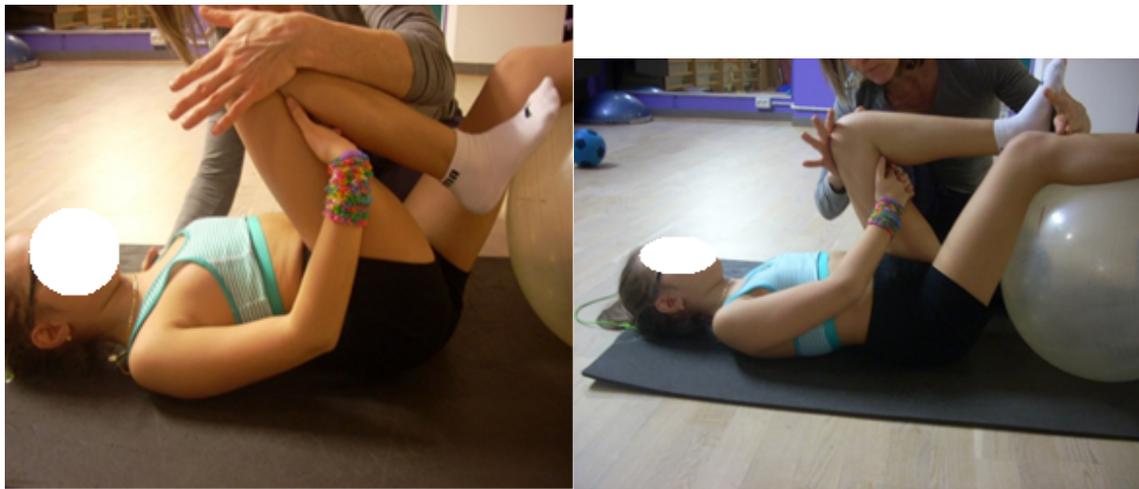


Figura 7.6

In posizione supina con le gambe in appoggio ad un FitBall, S. va ad allungare i muscoli della zona lombare.



Figura 7.7

Tenendo un ginocchio al petto e l'altra gamba stesa a terra, S. allunga il muscolo psoas, e portando entrambe le ginocchia al petto, allunga tutta la muscolatura paravertebrale e della colonna.



Figura 7.8

Si continua con allungamento della catena muscolare posteriore, allungamento dei muscoli ischio-crurali e tramite esercizi di RPG assistito dall'operatore.



Figura 7.9

S. continua nell'allungamento della catena cinetica posteriore, sempre con l'assistenza dell'insegnante, fino poi a raggiungere in autonomia la punta dei piedi.



Figura 7.10

Aiutandosi con una corda, S. può allungare autonomamente la catena muscolare posteriore.



Figura 7.11

Molto importante è anche lavorare sui compensi della zona dorsale, andando a mobilizzare la cifosi.

Gli esercizi proposti sono derivati dai metodi di ginnastica posturale sopra descritti, che fanno parte della metodologia di lavoro propria degli istruttori di Ginnastica Posturale della Palestra presso cui ho svolto la mia attività. In particolare, il metodo Feldenkrais è stato utilizzato per re-insegnare al soggetto a sdraiarsi/sedersi a terra e rialzarsi ed eseguire i rotolamenti, per andare ad interiorizzare tutti quei movimenti utili per realizzare lo schema di base.

Per far sì che la S. percepisse il suo corpo e, soprattutto, l'impronta del suo corpo a terra e quindi le alterazioni delle sue curve, è stato utilizzato il metodo dell'Antiginnastica, tramite l'utilizzo di palline da tennis o più morbide. In contemporanea, si lavorava anche sulla decontrazione delle zone più rigide della schiena. Per fare questo è stato necessario utilizzare tecniche di rilassamento e respirazione, quali l'Eutonia e il rilassamento progressivo, per far sì che il soggetto si lasciasse andare e di conseguenza lasciasse che il suo corpo accettasse gli esercizi (S. risulta essere molto ansiosa).

Per l'allungamento della catena muscolare posteriore sono stati utilizzati diversi metodi, come RPG, i principi di Mézières e il metodo delle Tre squadre, così che il protocollo risultasse vario e completo.

Per la percezione dell'allineamento del corpo è stato utilizzato il metodo Rolfing. Per S. cercare e mantenere le simmetrie è stato molto difficile poiché tutto il suo corpo risultava essere asimmetrico.

Per il controllo degli stabilizzatori del bacino è stato utilizzato il principio del powerhouse del Pilates.

## 7.3 Risultati

### Esame obiettivo



Figura 7.12: Settembre 2014

### Postural Experience

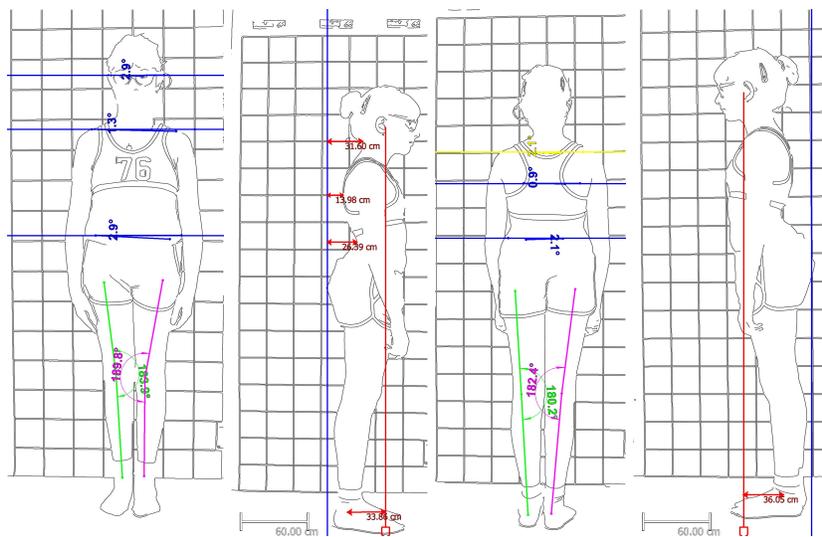


Figura 7.13: Valutazione posturale

Vista frontale anteriore	
Inclinazione linea bis-oculare	2.9° SX
Inclinazione linea bis-acromiale	1.3° SX
Inclinazione sias	2.9° SX

Tabella 7.4: Vista frontale anteriore

Vista laterale	
Freccia cervicale	3.1 cm
Freccia dorsale	1.3 cm
Freccia lombare	2.6 cm
Distanza lombo-malleolo	+3.6 cm DX +3.6 cm SX

Tabella 7.5: Vista laterale

Vista frontale posteriore	
Inclinazione angolo sup scapola	2.1° DX
Inclinazione angolo inf scapola	0.9° DX
Inclinazione sips	2.1° SX
Angolo ginocchio	182.4° DX 180.2° SX

Tabella 7.6: Vista frontale posteriore

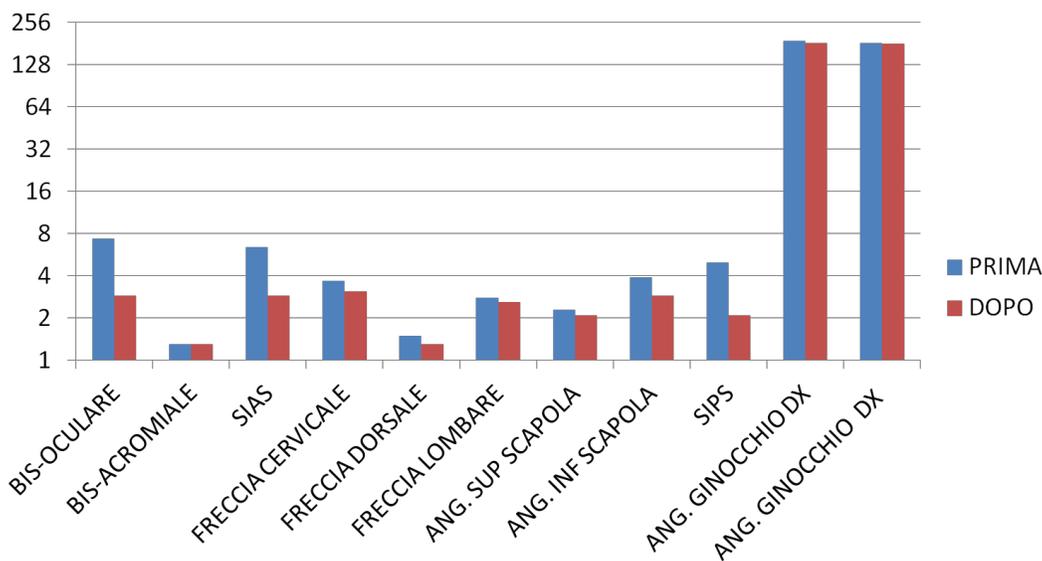


Figura 7.14: Comparazione punti di Repere.

Il grafico mette in comparazione i dati precedenti e quelli successivi all'applicazione del protocollo di lavoro.

Si registra un netto miglioramento delle asimmetrie della linea bis-oculare, della linea delle SIAS e delle SIPS.

La linea bis-acromiale dal grafico risulta invariata, in verità si è inclinata da destra verso sinistra: questo dato può essere spiegato come un compenso dovuto al lavoro sul bacino.

Un buon miglioramento si può notare nell'angolo del ginocchio.

Per quanto riguarda le frecce del rachide, risultano leggermente migliorate; non vi è stato un netto miglioramento poiché la bambina è in crescita e quest'anno ha raggiunto il menarca.

Queste rilevazioni analitiche sono utilizzate dai terapeuti per capire se il protocollo di lavoro è efficace e dove ancora si può agire e potrebbero essere utili ai medici di riferimento per capire il tipo di lavoro che si sta effettuando e poter dare consigli utili, ma soprattutto alla famiglia e al soggetto preso in esame per rendersi conto di quanto il lavoro posturale sia importante ed efficace, soprattutto se svolto con continuità e impegno.

Dall'analisi mediante il *Postural Experience*, dopo 1 anno di lavoro S. risulta aver:

- Acquisito e poi migliorato in modo progressivo gli schemi motori di base, quali sedersi/sdraiarsi a terra e rialzarsi in ortostatismo,
- Rielaborato l'assetto posturale globale,
- Migliorato l'allungamento della catena posteriore ed in particolare degli ischio-crurali,
- Migliorato la cifosi dorsale, anche per quanto riguarda la mobilità,

- Acquisito e interiorizzato la respirazione diaframmatica con conseguente rilassamento, soprattutto del muscolo trapezio con abbassamento delle spalle: un buon risultato considerando lo stato ansioso della bambina,
- Migliorato la tenuta addominale, in particolare acquisizione di una maggior consapevolezza del trasverso dell'addome e degli stabilizzatori,
- Migliorato la sensibilizzazione e propriocezione della retroversione del bacino,
- Migliorato la camminata, avendo percorso fasi del passo (punta, talloni, rullata del piede) tonificando il muscolo gastrocnemio,
- Acquisito e migliorato con il tempo l'appoggio monopodalico,
- Migliorato l'allineamento della testa: su questo punto si sta ancora lavorando poiché, avendo problemi di strabismo, tende sempre ad inclinare ed abbassare la testa.

Dopo il raggiungimento dei risultati sopra elencati, l'attività sta continuando mantenendo sempre le fasi di allungamento e tonificazione insistendo molto sull'equilibrio e propriocezione, attraverso l'utilizzo di tavolette destabilizzanti, cuscini propriocettivi, Bosu, Fit ball. Recentemente si sta cercando di eliminare il recettore visivo alterato dovuto allo strabismo, quindi cercando di lavorare ad occhi chiusi (sebbene a piccoli passi poiché S. riferisce timore nell'utilizzare tavolette destabilizzanti e propriocettive ad occhi chiusi, che diventano per lei un'ansia aggiunta).

Nella serie di immagini sottostanti viene mostrata la comparazione tra l'esecuzione di specifici esercizi all'inizio ed alla fine del percorso rieducativo.



Figura 7.15



Figura 7.16

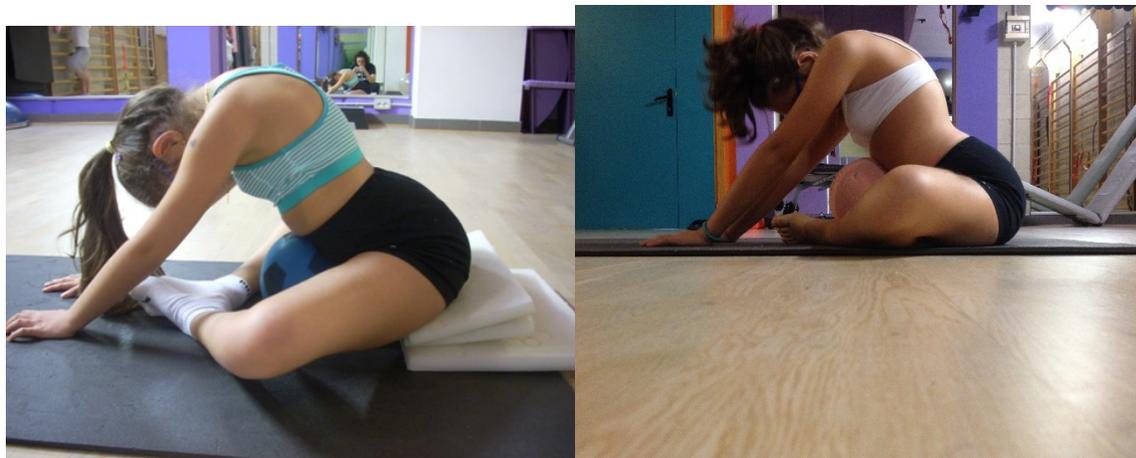


Figura 7.17



Figura 7.18

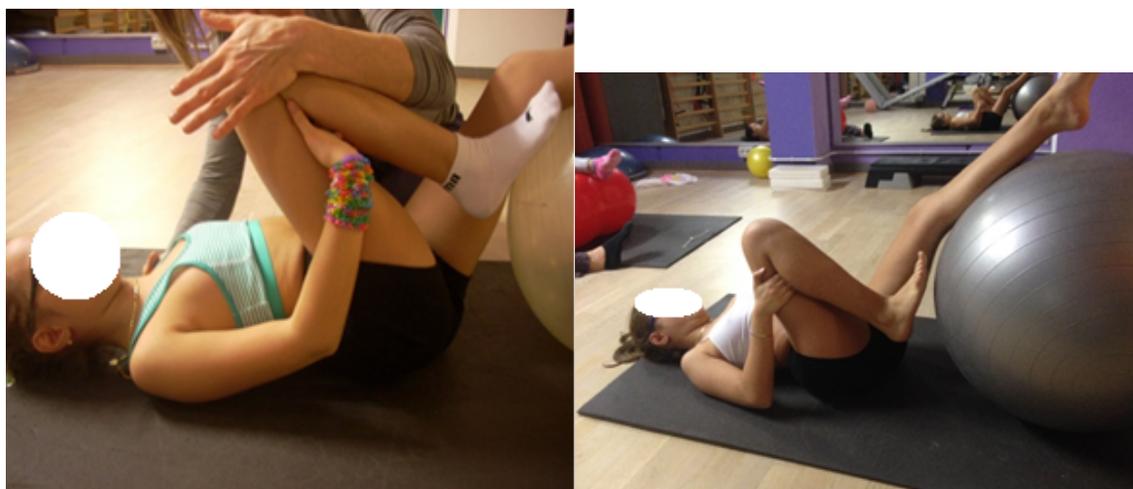


Figura 7.19



Figura 7.20



Figura 7.21



Figura 7.22

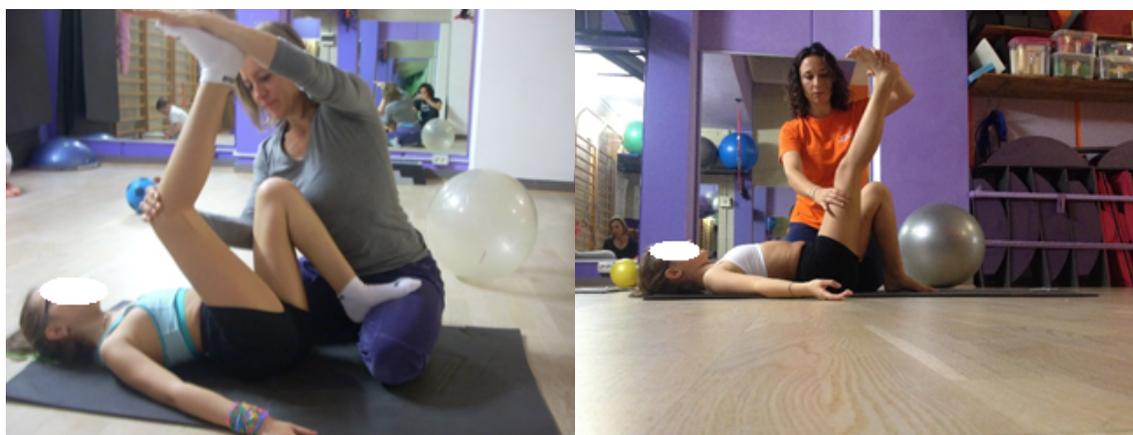


Figura 7.23



Figura 7.24

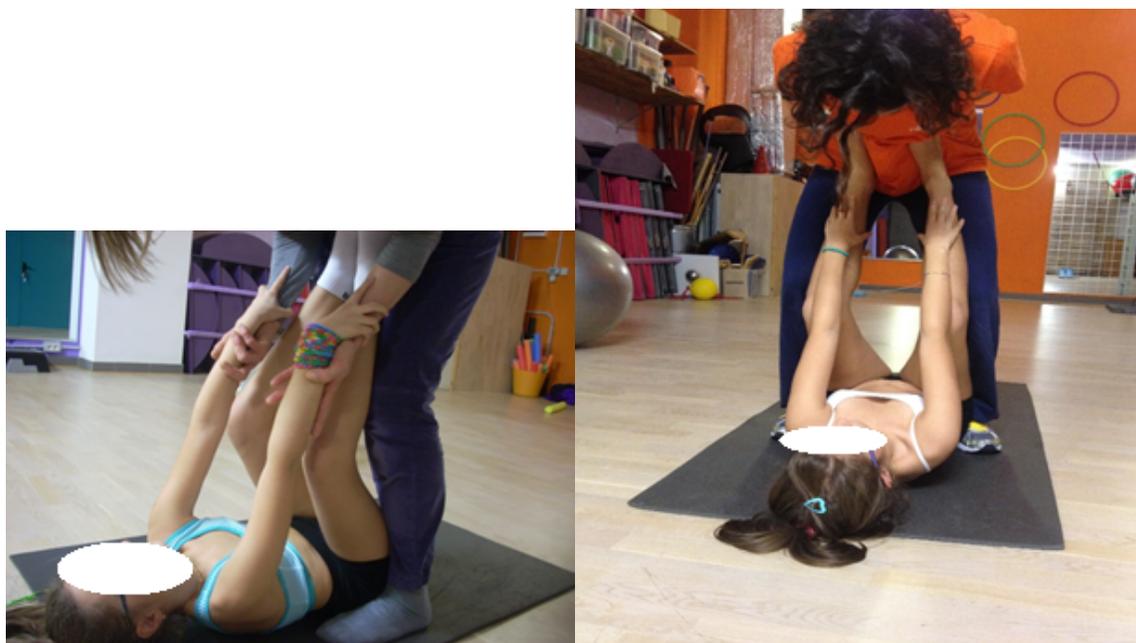


Figura 7.25



Figura 7.26



Figura 7.27



Figura 7.28



Figura 7.29

## Capitolo 8

### Conclusioni e obiettivi futuri

Dalle ricerche effettuate in letteratura è emerso che non vi sono indicazioni o linee guida specifiche per il recupero motorio post-fisioterapico del paziente con spina bifida. Per questo motivo si è deciso attingere ai principi fondamentali di alcuni importanti metodi di ginnastica posturale, che avessero i requisiti idonei per il raggiungimento degli obiettivi preposti, per la costruzione di un protocollo di lavoro adatto ad una bambina di 10 anni con esiti di Spina Bifida occulta.

L'efficacia del protocollo utilizzato è stata oggettivata analizzando i miglioramenti mediante il *Postural Experience* e constatando obiettivamente l'acquisizione di capacità mancanti. I risultati positivi ottenuti sono stati confermati dall'equipe medica dell'ospedale "Giannina Gaslini" di Genova (Centro multidisciplinare per lo studio e la cura dei bambini con patologia spinale).

Collaborando con medici ortopedici e fisioterapisti abbiamo potuto constatare che questo studio motorio risulta essere molto utile in casi particolari come questo, non essendoci ad oggi centri idonei specializzati in questo tipo di rieducazione motoria.

L'obiettivo futuro sarà quello di far conoscere il protocollo utilizzato al fine di collaborare con centri medici e staff tecnici per far sì che lo Specialista in Scienze Motorie venga inserito a tutti gli effetti nel percorso terapeutico di trattamento multidisciplinare della Spina Bifida.

# Bibliografia

- [1] Frederic H. Martini, Michael J. Timmons, Robert B. Tallitsch, Edises, *Anatomia Umana*
- [2] Mario Campanacci, Pàtron Editore, 2000, *Clinica Ortopedica*
- [3] Paolo Pazzaglia, Società Editrice, Esculapio, 1998, *Clinica Neurologia*
- [4] Claudio Mariani, Pierluigi Bertora, Edizioni Edra, Edizione italiana, 2013, *Neurologia*
- [5] Keth L. Moore, T.V.N. Persaud II edizione: *Lo sviluppo prenatale dell'uomo*
- [6] M.De Felici, C.Boitani. M.Bouchè, R. Canipari, A. Dolfi, A. Filippini, A. Musarò, G. Papaccio, A. Salustri, Piccin Editore, Seconda Edizione: *Embriologia Umana*
- [7] Godelieve Denys-Struyf, Editore Marrapese *Il volume del Mezierista I, II*
- [8] Philippe E. Souchard, Marrapese, 2008 *Rieducazione Posturale Globale di Souchard (RPG)*
- [9] Therese Bertherat, *Guarire con l'Antiginnastica*
- [10] Ida Rolf, Macro Edizioni, 2010 *Rolfing*
- [11] Francesco Ambrosio, Xenia Edizioni, 2004, *Il metodo Feldenkrais*
- [12] Alycea Ungaro, Fabbri Editori, 2002, *Pilates corpo in movimento*

# Sitografia

- [www.medicinpertutti.it](http://www.medicinpertutti.it)
- [www.spinabifida.it](http://www.spinabifida.it)
- [www.asbi.it](http://www.asbi.it)