





VALERIO CAMPANA

# **IL SISTEMA TONICO POSTURALE E LE PROBLEMATICHE DISMATURATIVE DEL BAMBINO**

**GUIDA PRATICA ALLA POSTUROLOGIA  
PEDIATRICA PER GLI EDUCATORI DELL'INFANZIA**



**aracne**



aracne



ISBN  
979-12-5994-766-6

PRIMA EDIZIONE  
ROMA 18 GENNAIO 2022

I bambini sono l'eredità che lasciamo per il tempo che non vivremo abbastanza a lungo da vedere.

Aristotele, IV secolo a.C.



# INDICE

- 9 *Introduzione*
- 13 **Capitolo I**  
**La cibernetica del sistema tonico posturale**  
1.1. Recettori, effettori e “computer centrale”. Il sistema tonico posturale come sistema cibernetico, 13 – 1.1.1. Il sistema visivo, 28 – 1.1.2. Il sistema uditivo e vestibolare, 35 – 1.1.3. Il sistema stomatognatico, 39 – 1.1.4. Il recettore podalico, 46 – 1.2. Le catene muscolari, 54 – 1.2.1. Le catene muscolari: l’unità funzionale del tronco, 55 – 1.2.2. Le catene muscolari: l’unità funzionale cefalica, 58 – 1.2.3. Le catene muscolari: l’unità funzionale degli arti superiori ed inferiori, 58 – 1.2.4. Le catene muscolari: la catena viscerale, 59
- 61 **Capitolo II**  
**La valutazione posturale**  
2.1. Caratteristiche, fasi ed esami strumentali, 61 – 2.1.1. La valutazione del sistema visivo, 69 – 2.1.2. La valutazione del sistema uditivo e vestibolare, 74 – 2.1.3. La valutazione del sistema stomatognatico, 76 – 2.1.4. La valutazione del recettore podalico, 77
- 85 **Capitolo III**  
**Lo sviluppo neurobiologico dal concepimento alla nascita e l’ontogenesi della postura da zero a tre anni**  
3.1. La maturazione intrauterina e i periodi di sviluppo prenatale, 85 – 3.1.1. Il periodo germinale, 86 – 3.1.2. Il periodo embrionale, 87 – 3.1.2.1. *L’ontogenesi del sistema*

*nervoso centrale*, 92 – 3.1.2.2. *L'ontogenesi dei recettori sensoriali*, 100 3.1.3. Il periodo fetale, 102 – 3.2. Dalla nascita ai tre anni: gli stadi dello sviluppo neuropsicomotorio, 103 – 3.2.1. Il primo stadio: dalla nascita ai tre mesi di vita, 104 – 3.2.2. Il secondo stadio: dal quarto all'ottavo mese di vita, 111 – 3.2.3. Il terzo stadio: dall'ottavo al diciottesimo mese di vita, 117 – 3.2.4. Il quarto stadio: dal diciannovesimo mese al terzo anno di vita, 119

## 121 *Capitolo IV*

Riflessi arcaici primari e riflessi posturali. Elementi di neurofisiologia dei riflessi primitivi pre e postnatali

4.1. Dai riflessi arcaici primari..., 121 – 4.1.1. Il riflesso di Moro, 125 – 4.1.2. Il riflesso prensile palmare o grasping della mano, 127 – 4.1.3. Il riflesso tonico asimmetrico cervicale o riflesso dello schermidore, 129 – 4.1.4. I riflessi di ricerca e suzione o riflesso dei punti cardinali, 131 – 4.1.5. Il riflesso di Spinal Galant, 133 – 4.1.6. Il riflesso tonico labirintico, 134 – 4.1.7. Il riflesso tonico simmetrico cervicale, 136 – 4.1.8. Il riflesso della marcia automatica o stepping reflex, 138 – 4.2. ...Ai riflessi posturali, 139 – 4.2.1. I riflessi di adattamento: le reazioni di raddrizzamento, 140 – 4.2.2. I riflessi di adattamento: i riflessi di rotazione segmentaria, 141 – 4.2.3. I riflessi di adattamento: Il riflesso anfibio, 141 – 4.2.4. I riflessi di adattamento: il riflesso di Landau, 142 – 4.2.5. Le reazioni di equilibrio: il riflesso di Strauss o riflesso sussultorio adulto, 143 – 4.2.6. Le reazioni di equilibrio: il riflesso del paracadute, 145 – 4.2.7. Immaturità o anomalia dei riflessi posturali: conseguenze ed implicazioni psico-cognitive, 145 – 4.3. ...Attraverso l'integrazione sensoriale: il contributo di Anna Jean Ayres, 147 – 4.3.1. I livelli di integrazione sensoriale, 151 – 4.3.1.1. *Il primo livello di integrazione sensoriale*, 151 – 4.3.1.2. *Il secondo livello di integrazione sensoriale*, 157 – 4.3.1.3. *Il terzo livello di integrazione sensoriale*, 158 – 4.3.1.4. *Il quarto livello di integrazione sensoriale*, 159 – 4.3.2. La disfunzione dell'integrazione sensoriale o disturbo integrativo sensoriale, 161

## 167 *Conclusione*

## 173 *Ringraziamenti*

## 175 *Bibliografia*



## INTRODUZIONE

Questo progetto di tesi ha l'obiettivo di tratteggiare una guida pratica sul tema della *posturologia pediatrica* destinata alla formazione e all'aggiornamento professionale degli educatori dell'infanzia.

Ma cos'è la posturologia? E come giustificarne l'abbinamento con la pediatria?

La posturologia è una disciplina le cui origini vengono convenzionalmente fatte risalire al 1837, quando Charles Bells, neurologo britannico, si pose il problema di comprendere come potesse un uomo mantenere la stazione eretta e l'equilibrio verticale nonostante il vento gli soffiasse contro.

La posturologia ha come oggetto di studio il sistema tonico posturale, una dimensione fondamentale dello sviluppo neuropsicomotorio la cui finalità è quella di consentire al bambino la conquista e la conservazione della stabilità posturale sia in posizione statica che dinamica.

Attualmente, in Italia, «quella del "posturologo" non è una figura «ufficiale»; si preferisce a tal riguardo parlare di "posturo-consapevolezza", ovvero di una particolare fascia di professionisti che abbiano frequentato un percorso specialistico di studi attinente la formazione in ambito posturologico»<sup>(1)</sup>.

In effetti, la posturologia si configura come un sapere multidisciplinare all'interno del quale convergono, convengono e confluiscono differenti figure

(1) <https://www.posturologiaitaliana.it/posturologia.html>.

professionali, a molte delle quali alluderemo nel corso dell'elaborato, e tra le quali spicca quella del pediatra.

Il pediatra è, dopo i genitori, il maggior conoscitore del bambino, che segue ininterrottamente dalla nascita all'adolescenza, il che lo rende anche la principale figura di riferimento nella valutazione posturale in età evolutiva: "l'età evolutiva rappresenta un periodo fondamentale per l'assetto posturale, in quanto uno sviluppo fisico complessivo ottimale accompagnato all'assunzione di corrette posture, sia in equilibrio statico che dinamico, sono condizioni essenziali per avere un corpo in salute ed efficiente"<sup>(2)</sup>.

Insomma, già da quanto brevemente esposto, è facile evincere che la posturologia, applicata ed abbinata alla pediatria, fornisce interessanti "ermeneusi" per leggere lo sviluppo neuropsicomotorio del bambino, comprenderne le tappe e le fasi principali, coglierne gli aspetti maturativi ed intercettarne quelli dismaturativi o potenzialmente passibili di diventar tali.

Questa guida è strutturata ed organizzata in quattro capitoli.

Nel primo capitolo ci occuperemo del sistema tonico posturale, di cui analizzeremo la "cibernetica", che si esprime nell'interdipendenza che, all'interno del sistema tonico posturale, si instaura tra i componenti che lo costituiscono, recettori, effettori e "computer centrale", e di cui il sistema tonico posturale si avvale per adempiere ed ottemperare alle sue funzioni e ai suoi scopi specifici. Al contempo, la "cibernetica" del sistema tonico posturale si riflette anche nelle interazioni che esso intrattiene con altri sistemi complessi, quali il sistema visivo, il sistema uditivo e vestibolare, il sistema stomatognatico e quello podalico, con ognuno dei quali esiste e sussiste un rapporto di co-condizionamento reciproco. La trattazione inerente alla "cibernetica" del sistema tonico posturale si conclude con la descrizione delle catene muscolari, cui è riservata la seconda parte del primo capitolo, e dalla cui organizzazione strutturale e funzionale dipende la costituzione e la strutturazione fisiologica del sistema tonico posturale.

Nel secondo capitolo affronteremo il tema della valutazione del sistema tonico posturale, di cui descriveremo caratteristiche, fasi, protagonisti, modalità, oggetti e finalità.

Il terzo capitolo, il più ricco, denso e fitto di contenuti, è suddiviso in due parti: nella prima, esamineremo il primo periodo di sviluppo dell'essere

(2) Ministero della Salute, *Linee guida nazionali sulla classificazione, inquadramento e misurazione della postura e delle relative disfunzioni*, dicembre 2018.

umano, quello prenatale, il quale è convenzionalmente e tradizionalmente ripartito in tre periodi, germinale, embrionale e fetale, a ciascuno dei quali è dedicato un paragrafo specifico. Nella seconda parte del capitolo, invece, tratteremo le principali tappe evolutive e maturative che caratterizzano e contraddistinguono i quattro stadi attraverso i quali si snoda l'ontogenesi della postura del bambino dalla nascita ai tre anni.

Il quarto ed ultimo capitolo dell'elaborato è suddiviso in tre parti: nella prima, descriveremo le caratteristiche e le funzioni dei "riflessi arcaici primari", un gruppo di riflessi primitivi che alla nascita dominano la motilità, la mobilità e la motricità globale del neonato e che rappresentano, complessivamente, la forma più semplice ed elementare di adattamento ed organizzazione motoria. In uno schema fisiologico, questi riflessi, entro e non oltre il primo anno di vita postnatale, dovrebbero lasciare il posto ai riflessi posturali, di cui ci occuperemo estesamente nella sezione intermedia del capitolo. Nell'ultima parte, avvalendoci del prezioso contributo della dottoressa Anna Jean Ayres, rifletteremo a lungo sul ruolo, la funzione e il significato dell'integrazione sensoriale nello sviluppo neuropsicomotorio del bambino.



## CAPITOLO I

# LA CIBERNETICA DEL SISTEMA TONICO POSTURALE

### **1.1. Recettori, effettori e “computer centrale”. Il sistema tonico posturale come sistema cibernetico**

Il termine cibernetica venne coniato nel 1947 dal matematico e statista statunitense Norbert Wiener, che successivamente fondò la scienza analogica, la quale poggia su un assunto fondamentale apparentemente molto semplice: il nostro mondo, così come l'intero universo, è integralmente costituito da sistemi avviluppati, interconnessi, interdipendenti e perciò in reciproca e vicendevole interazione. Pertanto, ogni oggetto esistente, indipendentemente dal fatto che sia biologico o artificiale, vivo o non-vivo, piccolo o grande, semplice o complesso, può essere classificato e categorizzato come “sistema”: da una cellula ad uno Stato, da un robot ad un organismo vivente.

Tutti i sistemi cibernetici, a prescindere dal loro grado di complessità, hanno la capacità di autoregolarsi, auto-adattarsi ed auto-programmarsi sulla base delle informazioni ricevute sia dall'esterno che dall'interno con l'obiettivo ultimo di guadagnare e conservare l'omeostasi, intesa come ricerca costante di uno stato di equilibrio<sup>(1)</sup> e di stabilità. Tuttavia, ogni sistema cibernetico, anche il più evoluto, è soggetto ad errori di regolazione e programmazione tendenti all'infinito quanto più le variabili di ingresso sono tendenti a zero e viceversa. In altre parole: più le informazioni che un sistema cibernetico riceve

(1) Un equilibrio sempre dinamico, mai statico.

sono numerose e diverse, più questo riesce a perseguire una regolazione ed una programmazione fine, corretta ed efficiente e “au contraire”.

Ogni sistema cibernetico, inoltre, è composto da un insieme eterogeneo di elementi tra loro differenti, ma reciprocamente interconnessi ed interdipendenti, che concorrono ad uno scopo comune in un “tutto interagente” strutturalmente e funzionalmente unitario. Evidentemente, in questa descrizione rientra anche l'essere umano, che si configura come un biosistema cibernetico evoluto, a sua volta costituito da tanti sistemi cibernetici diversi, e caratterizzato dal fatto di essere:

- 1) *Aperto*. Quello umano è un biosistema aperto nel senso che scambia costantemente dati ed informazioni con l'ambiente esterno, col quale esiste un'interrelazione ed una interdipendenza inscindibile ed indissolubile.
- 2) *Adattivo*. Il biosistema umano si configura come un sistema dinamico con capacità auto-regolative ed auto-organizzative in grado di elaborare e adottare costantemente soluzioni utili per adattarsi efficacemente alle diverse situazioni ambientali. Si parla di adattamento, dunque, quando “un sistema è in grado di modificare il proprio stato e il proprio comportamento in relazione con le variazioni dell'ambiente in modo da rendere possibile l'esistenza di condizioni di stabilità”<sup>(2)</sup>. Questa tendenza all'equilibrio, questa ricerca di stabilità, che come detto prende il nome di omeostasi, rappresenta il “principale fattore di sopravvivenza nei confronti di condizioni ambientali variabili”<sup>(3)</sup>.
- 3) *Complesso*. Un biosistema evoluto e superiore come quello umano ci costringe a fare i conti con un numero di variabili prossimo all'infinito, perciò difficilmente gestibile, e sicuramente più grande di  $N_0$  (numero di Avogadro), numero che i fisici trattano in tutte le sue applicazioni come fosse infinito. In questo “caos ordinato” discernere i meccanismi e le leggi che governano il funzionamento generale del sistema è quasi impossibile: il comportamento, infatti, è il risultato della cooperazione e dell'interazione degli infiniti elementi che costituiscono il sistema, ma è sufficiente una minima variazione di anche una sola di queste variabili per determinare un cambiamento radicale del comportamento globale del sistema. Il cosiddetto “effetto farfalla”, recentemente applicato anche nel campo delle neuroscienze, afferma proprio che “in un sistema complesso una minima variazione dei dati di input ha grande impatto sul

(2) <http://www.treccani.it/enciclopedia/cibernetica/>.

(3) *Ibidem*.

risultato finale e che, pur in condizioni iniziali simili, il sistema può reagire in modi molto diversi”<sup>(4)</sup>.

In generale, i sistemi cibernetici complessi sono governati da sette leggi fondamentali:

- a) *Totalità*. Ogni componente del sistema è in stretta connessione con gli altri elementi così che una modificazione di una delle componenti comporta una modificazione di tutto il sistema.
- b) *Non sommatività*. Il risultato finale del sistema è più della semplice somma delle funzioni dei singoli componenti che lo costituiscono.
- c) *Equifinalità*. Lo stesso risultato finale può essere raggiunto in diversi modi e a partire da diverse condizioni iniziali o di partenza.
- d) *Retroazione o feedback*. Processo per cui il risultato dell’azione del sistema si riflette sul sistema stesso per modificarne o correggerne il comportamento.
- e) *Tendenza alla meta*. Tutte le attività, volontarie ed involontarie, di un sistema complesso sono finalizzate al raggiungimento di uno scopo specifico. Ad esempio: se un sistema “A”, in un certo stato, tende alla meta “X”, intesa come nuovo stato, l’attività, volontaria e/o involontaria, di “A” tenderà a ridurre la differenza e la distanza sussistente tra lo stato attuale e quello desiderato “X”. In questi termini si dice che un sistema complesso ha un comportamento teleologico, ovvero sia finalizzato ed indirizzato al raggiungimento di un “tèlos”, cioè di un fine autodeterminato.
- f) *Calibrazione*. Il sistema è in grado di calibrare, cioè verificare e regolare, gli input in arrivo, i quali saranno elaborati da un sistema di integrazione centrale per produrre un determinato output.
- g) *Concatenazione*. I sistemi complessi sono sistemi pluridimensionali all’interno dei quali si avviluppano altri sistemi complessi, che al loro interno sono costituiti da altri sistemi complessi ancora in un regime lineare, strutturale e funzionale di concatenazione.

Come detto, il biosistema umano è costituito, a sua volta, da altri sistemi cibernetici; il sistema tonico posturale, oggetto di studio di questa tesi, è uno di questi.

(4) M. ALESSANDRIA, A. PILADIERI, *Guida di posturologia clinica. Modelli logico-funzionali dell’organizzazione del sistema posturale*, Tecniche Nuove Editore, Milano, 2015, p. 6.

Il sistema tonico posturale rappresenta una dimensione fondamentale dello sviluppo neuropsicomotorio, è responsabile dell'equilibrio verticale, della stazione eretta e del controllo del tono muscolare, ed ha come finalità quella di consentire al bambino la conquista della stabilità posturale, sia in posizione statica che in movimento, permettendogli così di adattarsi ottimamente ai continui cambiamenti ambientali.

Filogeneticamente, dopo migliaia di anni di evoluzione, il sistema tonico posturale ha gradualmente preso forma a livello neurofisiologico per consentirci di conseguire la stazione eretta e quindi conquistare la bipedia<sup>(5)</sup>, che rappresenta uno dei più importanti traguardi filo-evolutivi che la nostra specie “ha tagliato” nel corso della sua storia. Secondo la teoria della “ricapitolazione ontogenetica della filogenesi”, proposta a fine Ottocento dal neurobiologo tedesco Ernst Haeckel, “la genesi di ciascun individuo (ontogenesi) ricapitolava nei primi stadi evolutivi la strada seguita dalla sua specie (filogenesi) per giungere dalla comparsa della vita sulla terra fino ai giorni nostri”<sup>(6)</sup>. In altri termini, nelle diverse tappe che scandiscono lo sviluppo neuropsicomotorio del bambino, è possibile osservare ricapitolata, cioè riassunta, tutta la storia evolutiva dell'umanità, così che “i comportamenti motori definiti rotolamento, strisciamento, gattonamento ecc. che osserviamo dopo la nascita sono davvero espressione di una funzione geneticamente programmata, eredità di altre vite trascorse in altri ambienti dai nostri progenitori”<sup>(7)</sup>.

Il sistema tonico posturale, come ogni sistema evoluto, è estremamente complesso ed interviene prevalentemente per sollevarsi, sedersi, mantenersi in piedi, opporsi alle forze esterne, come la gravità, situarci nello spazio-tempo strutturato che ci circonda e, ovviamente, per il movimento: il sistema tonico posturale, in questo caso, rappresenta uno “starter”, nel senso che lo prepara, contribuisce al suo avviamento, lo guida, lo equilibra e lo rinforza. Insomma, data l'importanza che il sistema tonico posturale riveste per il corretto sviluppo neuropsicomotorio del bambino e dati anche i possibili esiti extraposturologici dei problemi posturologici, come quelli di natura respiratoria, ad esempio la dislocazione delle strutture respiratorie in caso di gravi scoliosi; articolatoria, ad esempio dolori acuti e persistenti

(5) Cfr. paragrafo 3.2.3. Capitolo III.

(6) L. Bertozzi, L. Montanari, I. Mora, *Architettura delle funzioni. Lo sviluppo neuromotorio del bambino fra normalità e patologia*, Springer Editore, Milano, 2002, p. 36.

(7) Ivi, p. 37.



a dorso, collo e spalle; e neurologica, ad esempio l'autismo<sup>(8)</sup> e l'ADHD<sup>(9)</sup>, risulta evidente l'importanza di una anamnesi precoce e "remota" già in età prenatale: basti pensare che la posizione del feto nell'utero e le modalità di espletamento del parto prima, e la presenza dei "riflessi arcaici primari"<sup>(10)</sup> subito dopo, ci forniscono informazioni essenziali per constatare l'eventuale presenza di problemi del sistema tonico posturale e prevederne anticipatamente e tempestivamente la comparsa.

Per ottemperare alle sue funzioni e ai suoi compiti, il sistema tonico posturale utilizza tre differenti risorse: i recettori sensoriali o sensitivi, gli effettori posturali e il "computer centrale", cioè i centri neurofisiologici di comando.

*Gli effettori posturali.* L'elemento effettore, vale a dire il sistema "efferente" o d'esecuzione, nonché organo motore fondamentale del sistema tonico posturale, è il muscolo: ogni muscolo è costituito da migliaia, talvolta milioni, di fibre muscolari, l'insieme delle quali compone un'unità muscolare. Ogni fibra muscolare, a sua volta, è innervata da un motoneurone: l'insieme delle fibre muscolari e dei motoneuroni è detta unità motrice, ed ha come obiettivo quello di creare tutte le condizioni necessarie per eseguire un determinato movimento e/o mantenere una certa postura. La connessione funzionale tra un motoneurone ed una fibra muscolare è consentita da una sinapsi chimica detta placca neuromuscolare, la quale costituisce un elemento di congiunzione indispensabile per garantire il corretto funzionamento del sistema nervoso motorio.

Ogni muscolo, pertanto, è controllato da un insieme più o meno grande di motoneuroni, i quali costituiranno un cosiddetto nucleo motore<sup>(11)</sup>. Ad esempio: un muscolo "A" sarà controllato dai motoneuroni "A1", "A2", "A3" ed "A4", ciascuno dei quali innerverà, singolarmente, le fibre muscolari "A1", "A2", "A3" ed "A4", costituendo complessivamente il "nucleo motore A".

I muscoli possono essere suddivisi in due differenti tipologie:

(8) L'autismo è un disturbo del neurosviluppo all'interno del quale confluiscono categorie diagnostiche variegata ed eterogenee accumulate dalla presenza di disfunzioni sensoriali, sociali, cognitive, psicologiche e comportamentali.

(9) L'ADHD, acronimo di Attention Deficit Hyperactivity Disorder, è un disturbo del neurosviluppo che comporta implicazioni di natura cognitiva, psicologica, motoria e comportamentale.

(10) Cfr. paragrafo 4.1. Capitolo IV.

(11) La grandezza di un nucleo motore è direttamente proporzionale alla grandezza del muscolo che controlla.

- 1) Muscoli chiari o bianchi, specializzati in movimenti rapidi, “scattosi” ed esplosivi. Questi muscoli sono composti prevalentemente da fibre muscolari di “tipo A”, anche dette fibre a “scossa rapida”. Queste fibre consentono ai muscoli bianchi di contrarsi velocemente, il che li rende più adatti a sforzi veloci ed intensi piuttosto che lunghi e moderati.
- 2) Muscoli scuri o rossi, specializzati per la stazione eretta, il mantenimento della postura e la locomozione. Questi muscoli sono composti prevalentemente da fibre muscolari di “tipo B” o altrimenti dette fibre a “scossa lenta”. Queste fibre sono in grado di sostenere una contrazione lenta per lunghi periodi, il che rende i muscoli rossi più adatti a sforzi lunghi e moderati piuttosto che veloci ed intensi.

Data tale caratterizzazione, risulta evidente che gli effettori coinvolti nel sistema tonico posturale sono i muscoli rossi, che a loro volta si suddividono in:

- 1) Muscoli tonici, che formano “lo sfondo delle attività motrici e posturali, fissando l’atteggiamento, preparando il movimento, mantenendo la statica e l’equilibratura. [...] La funzione tonica produce uno stato di preparazione della muscolatura, che la rende atta a molteplici forme di attività”<sup>(12)</sup>. In altre parole, la muscolatura tonica è una muscolatura in tensione permanente, prevalentemente riflessa ed inconscia, e dunque “economica”, che ha come funzione principale il mantenimento e l’adattamento del tono muscolare ai bisogni della postura e dell’atto motorio nelle sue diverse forme.
- 2) Muscoli tonico-fasici, che combinano le caratteristiche della muscolatura tonica con quelle della muscolatura fasica, che è maggiormente tipica dei muscoli chiari o bianchi. La muscolatura fasica, infatti, è specializzata in movimenti rapidi ed esplosivi, è quasi esclusivamente volontaria e cosciente e richiede, di conseguenza, un notevole dispendio di energie, non risultando in questo modo “economica” come la muscolatura tonica. La muscolatura fasica, insomma, è più veloce e reattiva, ma meno resistente e complessivamente più dispendiosa, della muscolatura tonica.

(12) J. LE BOULCH, *Verso una scienza del movimento umano. Introduzione alla psicocinetica*, Armando Editore, Roma, 1992, p. 172.

Insomma, “il muscolo è un sistema semplice perché possiede solo due funzioni: creare o controllare squilibri. Può essere definito un «servo» della struttura e della funzione”<sup>(13)</sup>.

I muscoli, infine, si distribuiscono e si organizzano lungo le differenti unità funzionali del corpo in “catene”, ma queste saranno oggetto di approfondimento specifico nel paragrafo 1.2.

Il “*computer centrale*”. Il sistema nervoso è l’insieme degli organi e delle strutture che consentono di recepire, integrare e trasmettere segnali ed informazioni tra le diverse parti del corpo e di pianificare, programmare, coordinare ed eseguire le sue funzioni volontarie ed involontarie, fisiche e psicologiche.

In sostanza, dunque, il sistema nervoso rappresenta un imponente e complesso centro di comando che sottende alla pianificazione e all’esecuzione di ogni comportamento e di ogni funzione, da quelle motorie a quelle cognitive, da quelle emotive a quelle sociali.

I neuroni sono le unità morfofunzionali costitutive fondamentali del sistema nervoso: in ogni essere umano si stima ci siano circa cento miliardi di neuroni (!) impegnati a eseguire una vasta gamma di compiti aventi come scopo ultimo quello di consentirci di funzionare correttamente.

I neuroni sono strutture complesse, articolate e formate, complessivamente, da tre parti fondamentali:

- 1) Il *corpo cellulare* o *soma*, la componente più grande del neurone che coordina i compiti di elaborazione delle informazioni e mantiene viva e in salute la cellula. Il corpo cellulare contiene il nucleo, che ospita il materiale genetico dell’organismo.
- 2) I *dendriti*, che ricevono informazioni dagli altri neuroni e le ritrasmettono al corpo cellulare.
- 3) L’*assone*, il prolungamento principale della cellula nervosa, cui compito è quello di trasmettere informazioni ad altri neuroni, ma anche a muscoli e ghiandole.

In molti neuroni l’assone è rivestito da una sostanza grassa e gelatinosa detta *guaina mielinica*: la funzione principale della mielina è quella di consentire la corretta conduzione degli stimoli nervosi da parte dell’assone implementandone inoltre la velocità e l’efficienza di trasmissione. Il deterioramento della guaina mielinica provocherà, di conseguenza, un rallentamento nella trasmissione delle

(13) M. ALESSANDRIA, A. PILADIERI, *Guida di posturologia clinica. Modelli logico-funzionali dell’organizzazione del sistema posturale*, Tecniche Nuove Editore, Milano, 2015, p. 22.

informazioni da un neurone all'altro; questa fattispecie, per giunta, può sovente essere alla base di numerose malattie, definite proprie "demielinizzanti", tra cui la sclerosi multipla<sup>(14)</sup> e la cecità, sia parziale che totale.

Esistono, infine, numerosissime tipologie di neuroni, che si differenziano in base alla funzione che svolgono; convenzionalmente, tuttavia, essi sono ricondotti a tre categorie fondamentali:

- 1) I *neuroni sensoriali*, che ricevono informazioni dai recettori sensoriali e le inviano al cervello.
- 2) I *neuroni motori* o *motoneuroni*, a cui abbiamo alluso precedentemente parlando dei muscoli effettori, e il cui compito è trasmettere i segnali dal cervello ai muscoli per generare movimento e assicurare il mantenimento della postura.
- 3) Gli *interneuroni* o *neuroni associativi*, che connettono neuroni sensoriali, motori e altri interneuroni.

A questi sono stati recentemente aggiunti i *neuroni specchio*: scoperti tra gli anni Ottanta e Novanta dello scorso secolo da un gruppo di ricercatori dell'università di Parma, i neuroni specchio si attivano sia quando si compie un'azione, sia quando si osserva qualcun altro compierla. Questi neuroni svolgono un ruolo decisivo sia nell'*apprendimento per imitazione*, sia nello sviluppo di capacità complesse e squisitamente umane come l'*empatia*.

I neuroni, successivamente, "formano delle complesse reti funzionali integrate all'interno delle quali essi formano dei contatti specializzati chiamati sinapsi mediante i quali essi trasmettono l'impulso nervoso comunicando tra loro"<sup>(15)</sup>.

All'interno del sistema nervoso possiamo distinguere altri due sistemi:

- 1) Sistema nervoso periferico. Il SNP, a sua volta, si suddivide in:
  - I. *Sistema nervoso somatico*. Il SNS è quella parte del SNP responsabile prevalentemente dei movimenti di tutti i muscoli volontari presenti nell'organismo. Il SNS, inoltre, controlla e governa gran parte dell'attività svolta dalle unità motrici degli effettori posturali.

(14) La sclerosi multipla è una malattia neurodegenerativa che colpisce il sistema nervoso e potrebbe causare paralisi.

(15) M. DE FELICI, C. BOITANI, M. BOUCHÉ, R. CANIPARI, A. DOLFI, A. FILIPPINI, A. MUSARÒ, G. PAPACCIO, A. SALUSTRI, *Embriologia umana. Morfogenesi, processi molecolari, aspetti clinici*, Piccin Editore, 2020, p. 225.