

Mario Cerioli, Stefania Magri, Monica Pennacchio, Nella Baietti, Cristina Galloni.

L'esercizio intensivo degli aggiustamenti posturali: studio preliminare

Limiti delle prassi terapeutiche attuali

La paralisi cerebrale è una condizione neurologica cronica dovuta ad un danno cerebrale non progressivo, insorto in epoca pre, peri, postnatale, sino al terzo anno di vita, che esita in una anomalia dello sviluppo motorio nel bambino (Bax MCO, 1964). La terapia fisica è ancora l'intervento più comune nella paralisi cerebrale; i suoi scopi sono migliorare lo sviluppo motorio e prevenire le deformità muscolo-scheletriche. Il trattamento neuroevolutivo, ispirato ai principi dei Bobath (Bobath e Bobath, 1976), è il tipo più comune di terapia fisica utilizzato per il trattamento dei bambini con paralisi cerebrale.

Nonostante periodiche citazioni di verifica scientifica sull'effetto della fisioterapia nella paralisi cerebrale infantile, solo poche ricerche cliniche sono state intraprese per determinare se gli obiettivi della terapia erano stati raggiunti (Wright T e al, 1973; Scherzer AL e al, 1976).

Si tratta di una affermazione che con il passare degli anni sembra aver mantenuto il proprio valore, probabilmente per le difficoltà nel condurre ricerche valide nel settore.

Le conclusioni dei ricercatori si dividono fra un cauto e molto limitato sostegno del trattamento neuroevolutivo (Scherzer e al, 1976; Denhoff, 1981; Ottenbacher e al, 1986; Embrey DG e al, 1990; Barr YMJ e al, 1996) e la negazione che lo stesso arrechi specifici e significativi benefici (Wright T e al, 1973; Ferry PC, 1981; De Gangi GA e al, 1983; Goodman M e al, 1985; Piper MC e al, 1986; Herndon WA e al, 1988; Palmer FB e al, 1988; Fetters L e al, 1996; Reddinhough DS e al, 1998).

Che il trattamento fisioterapico non sia in grado di influenzare in modo significativo la storia naturale di questi bambini, in termini di tipo di locomozione raggiunta, sembra confermato da Bottos M e al (1995), neppure se il trattamento è iniziato precocemente. Ad analoghe conclusioni circa la nulla o scarsa significatività dell'intervento fisioterapico precoce sono giunti anche altri ricercatori (Palmer FB e al, 1988; Weidling e al, 1996; Barr YMJ, 1996).

Una ricerca che sembra aver mantenuto un carattere esemplare di validità sul piano metodologico è quella di Palmer FB e al (1988), che hanno studiato i risultati del trattamento, a distanza di 6 e di 12 mesi, in due gruppi di bambini, tutti (48, di età compresa fra i 12 ed i 19 mesi) portatori di diplegia spastica, lieve o grave. Il primo gruppo avrebbe ricevuto per 12 mesi trattamento neuroevolutivo; l'altro per 6 mesi stimolazioni infantili e per i 6 mesi successivi trattamento neuroevolutivo. L'assegnazione ai gruppi era casuale. Le stimolazioni infantili includevano programmi di lavoro di tipo motorio, sensoriale, per il linguaggio ed attività di tipo cognitivo, di complessità crescente. I programmi di stimolazioni infantili venivano avviati nel centro di riabilitazione a cura dei professionisti e proseguivano a casa. La valutazione, in cieco, dopo 6 mesi mostrò che i bambini nel primo gruppo (esclusivamente fisioterapia) avevano un quoziente di sviluppo motorio significativamente minore di quello del secondo gruppo, di bambini che avevano ricevuto stimolazioni infantili. Questa differenza persisteva dopo 12 mesi. Non vi erano significative differenze fra i gruppi nella incidenza di contratture o circa la necessità di ortesi o di chirurgia

ortopedica. I bambini del primo gruppo mostrarono, dopo 6 mesi, un quoziente di sviluppo mentale leggermente inferiore.

L'effetto positivo delle stimolazioni infantili, non atteso da parte dei ricercatori, può essere attribuito ad una migliore e più ampia comprensione da parte dei genitori dello sviluppo del bambino e delle sue potenzialità, che può aver aumentato le loro capacità di gestirlo, di adattarsi e di interagire con lui. Le stimolazioni infantili possono poi accrescere la motivazione del bambino ad esplorare il suo ambiente e dunque avere una influenza positiva sullo sviluppo motorio. (Palmer FB e al, 1988).

Sembra corretto concludere che il trattamento fisioterapico, se ha effetto, lo ha in quanto occasione per i genitori di recupero del loro ruolo (Cerioli M e al, 2001) e per il bambino occasione di un esercizio delle funzioni adattative, privilegiando come discriminante l'azione piuttosto che il movimento, lo scopo piuttosto che le soluzioni, la domanda più di qualunque risposta (Ferrari A e al, 1998).

Da alcuni anni è in atto una riflessione per fondare in termini sperimentali la terapia fisica nel bambino con paralisi cerebrale.

L'attenzione della ricerca finalizzata alla fisioterapia del bambino con paralisi cerebrale si sta dunque concentrando

- A) sui fattori neurologici, in particolare le strategie di equilibrio alla base della stabilità posturale (vedi, ad es: Shumway-Cook e al, 1995; Liao HF e al, 1997; Liao HF e al 2001; Brogren E e al, 2001; Rose J e al, 2002)
- B) Sui fattori meccanici, muscolo-scheletrici, che interferiscono con l'allineamento del corpo (vedi, ad es: Woollacott e al, 1996; Burtner e al, 1999)
- C) Sullo sviluppo di nuovi modelli teorici riguardo all'apprendimento motorio del bambino con sviluppo tipico o patologico (vedi, ad es: Touwen BCL, 1993; Fedrizzi E e al, 1998, Fedrizzi, 2002).

Modelli dello sviluppo posturale e motorio

In relazione alla antinomia attività/reattività è possibile distinguere alcuni modelli sullo sviluppo motorio:

- 1) Teoria del maturazionismo neurale (Gesell).
Lo sviluppo motorio è descritto come processo predeterminato di schemi, legato alla attivazione di connessioni neurali. L'evoluzione motoria consiste nel fatto che avviene un progressivo controllo da parte della corteccia nei confronti di riflessi bassi. Ciò implica che l'esperienza svolge un ruolo limitato.
- 2) Teoria cognitivista (Bruner JS, 1970; Connolly KY, 1975; Newell KH, 1978), basata sugli assunti teorici di Bernstein (1967,1984): prevede che il bambino sia dotato di una propositività innata e che il comportamento ed il controllo motorio vengano acquisiti nella soluzione di problemi adattivi posti dall'ambiente (vedi Fedrizzi, 1998, per una completa rassegna sull'argomento e sulle implicazioni nel rinnovamento delle prassi riabilitative).
Ciò implica che l'esperienza svolge un ruolo fondamentale. In questa prospettiva lo sviluppo è inteso come processo di cambiamento nell'organizzazione di un sistema, frutto di interazioni adattive continue fra competenze innate e influenze ambientali; l'individuo è protagonista attivo dell' azione e del comportamento motorio; lo sviluppo delle funzioni avviene attraverso la ricerca attiva della soluzione più efficace ai problemi posti dall'ambiente. (Fedrizzi e al, 1998)

3) Teoria dei sistemi dinamici (Thelen E, 1989).

Il sistema motorio è un sistema complesso legato a fattori intrinseci ed estrinseci che includono l'organizzazione neuronale, la attività muscolare, le funzioni articolare, sensoriale e percettiva, motivazione ed attenzione, le tracce delle precedenti esperienze ed i vincoli esterni, come la forza di gravità, le caratteristiche del contesto e del compito. E' l'interazione di questo sistema di fattori che produce lo sviluppo. Il bambino arriva in questo modo alla sue scoperte ed evolve grazie alla propria esperienza.

Anche secondo questo modello le informazioni genetiche svolgono un ruolo limitato.

4) Fra le teorie di apprendimento motorio che studiano come viene acquisito e modificato il comportamento motorio una fra le più recenti e ricche di implicazioni per la pratica clinica è la teoria formulata da Newell (1991) che considera l'acquisizione di abilità motorie basata su strategie di esplorazione e di ricerca. L'autore sostiene che la ricerca di strategie ottimali per la soluzione di un compito avvenga mediante l'esplorazione dello spazio di lavoro percettivo e dello spazio di lavoro motorio nella fase di apprendimento. (in Fedrizzi E e al, 1998)

5) Una teoria, con un carattere intermedio fra le precedenti, quella della selezione dei gruppi neurali (Edelman GM, 1989), propone che la riduzione della variabilità primaria (vedi oltre) che caratterizza le primissime fasi anche dello sviluppo motorio è dovuta ad una selezione dei circuiti ('gruppi neurali') guidata dall'esperienza che risulta dagli output riusciti.

Si tratta di una teoria ancora da verificare, ma sembra avere un potere interpretativo interessante (Hadders-Algra M, 2001), in particolare per la sua prossimità al modello dell'apprendimento hebbiano (cfr. van Heist BCL e al, 1999) ed alle implicazioni di questo sulla relazione fra plasticità neuronale ed esperienza.

All'inizio della vita extrauterina o ancor prima, durante la vita fetale, è notorio come il bambino sia dotato di un repertorio di schemi di 'movimenti geneticamente programmati' (Bottos M, 1987) o 'endogenerati' (Precht HFR, 1990).

Precht ha proposto un nuovo approccio alla valutazione clinica della motricità del neonato ed anche del feto, basato sull'osservazione della motricità spontanea o per meglio dire «endogenously generated». (vedi Precht HFR, 2001)

I movimenti geneticamente programmati sono però tutt'altro che immutabili o incontrollabili. La soluzione (nel senso di reazione e di risposta) che il bambino mette in atto viene progressivamente adattata, accomodata, per usare il linguaggio piagetiano (1968), alla richiesta dell'ambiente. In definitiva l'apprendimento può controllare e modulare i m.g.p., d'altra parte la messa in atto dei m.g.p. secondo sequenze programmate sarà alla base della realizzazione di apprendimenti diversi ed adeguati all'età e alla situazione ambientale del bambino (Bottos, 1987).

Forssberg e Hirschfeld (1994) han formulato un modello funzionale dell'organizzazione degli aggiustamenti posturali, il cosiddetto central pattern generator model. Essenziale al central pattern generator model per gli aggiustamenti posturali è la organizzazione su due livelli. Il primo è la organizzazione della risposta secondo uno schema di base direzione-specifico: ad una oscillazione del corpo in avanti corrisponde la attivazione della muscolatura posteriore e viceversa. Il secondo livello è coinvolto nella fine regolazione della risposta di base in relazione al complesso di informazioni multisensoriali provenienti dai sistemi somatosensoriali, vestibolari e visivi.

Lo sviluppo della variabilità può essere inizialmente dovuto principalmente alla attività spontaneamente endogenerata (Touwen BCL, 1993; Hadders-Algra M, 1992a), ma in seguito alla

emergenza di reattività agli stimoli esterni ed alla interrelazione fra queste due forme di attività, l'attività neurale, inizialmente endogena, ma poi reattiva, guida una fase esplorativa durante la quale il sistema nervoso compie un inventario delle proprie azioni e delle conseguenze di tali azioni. Questa fase esplorativa forma la variabilità primaria: modi non specifici di esecuzione degli schemi motori. In una fase successiva dello sviluppo il bambino impara a selezionare la più appropriata ed attuabile opzione, date le circostanze, a partire dal proprio ampio repertorio di opzioni motorie. Lo sviluppo successivo dunque è la variabilità secondaria o adattiva (Touwen BCL, 1993).

A 5-6 mesi, prima che il bambino sia in grado di mantenersi seduto, le risposte posturali sono presenti ma molto variabili, il che indica che il circuito al primo livello di Central Pattern Generator posturale è innato. Con l'aumentare della età la variabilità delle risposte diminuisce.

Tale selezione di risposta indotta evolutivamente è in accordo con la teoria di "selezione dei gruppi neurali" di Edelman. Questa teoria propone che la riduzione della variabilità è dovuta ad una selezione dei circuiti ("gruppi neurali") guidata dall'esperienza che risulta dagli output riusciti. (Hadders-Algra M e al, 1996a)

Questo processo esita dunque in una selezione dei più completi ed adattabili schemi di risposta. La abilità a modulare l'ampiezza della risposta, per esempio, in relazione alla posizione corporea iniziale, emerge attorno ai 9 mesi. (Hadders-Algra M e al, 1996a; 1996b)

Una ricca variazione in tenera età sembra essere la premessa per la selezione degli schemi di risposta più appropriati, che, come risulta dai processi di sviluppo successivi, possono essere adattati ai vincoli compito-specifici (Hadders-Algra M e al, 1996a).

E' sperimentalmente dimostrato che lo sviluppo della modulabilità è in relazione all'esercizio, oltre che alla integrità delle reti neurali che sono il substrato delle risposte di variabilità primaria. (Hadders-Algra M e al, 1999a)

E' possibile che sostanziali variazioni nelle risposte posturali, offrendo la possibilità di selezionare la risposta migliore, siano il prerequisito per sviluppare la abilità di modulare l'attività posturale. Questa indicazione è supportata dalla evidenza che i bambini con lesioni della sostanza bianca periventricolare mostrano una ridotta variazione nelle risposte posturali ed una incapacità a modulare i loro aggiustamenti posturali in relazione alla posizione seduta iniziale. (Hadders-Algra e al, 1999b).

Recentemente un chiaro effetto dell'apprendimento per prove ed errori nello sviluppo del controllo posturale è stato dimostrato dagli studi di Hadders-Algra M e al (1996b, 1997) e di Sveistrup H e al (1997)

Esperimenti di esercizio hanno poi dimostrato che la pratica giornaliera dell'equilibrio accelera lo sviluppo della abilità a modulare le risposte a partire dai 2 mesi (Hadders-Algra M e al, 1996b)

Sviluppo tipico del controllo posturale nel primo anno di vita

Nel neonato sano a termine la preferenza per la postura globalmente flessa di arti superiori ed inferiori descritta nella letteratura non è stata confermata. Vi è invece una grande variabilità intra ed interindividuale nel repertorio posturale. Né esiste una particolare postura caratteristica di ciascun stato comportamentale. Non sono state notate differenze nell'attività motoria fra il primo ed il quarto giorno di vita. Sono stati trovati nei tassi di specifici schemi di movimento ampie differenze interindividuali, ma con una consistenza intraindividuale: I bambini che nel primo giorno di vita avevano mostrato un tasso alto o basso di specifici movimenti mantenevano la stessa caratteristica nel quarto giorno di vita (Cioni G e al, 1989)

Un'importante riorganizzazione del comportamento è osservabile invece dal 2° mese. Questa discontinuità dello sviluppo dopo le 48 settimane di età concezionale, sia nei bambini nati a termine che nei pretermine, è stata riportata da vari autori (Emde 1981, Prechtel 1984).

I soggetti di controllo avevano tutti raggiunto un buon controllo dell'omeostasi, con facilità a mantenere o ritornare in uno stato di veglia tranquilla o attiva. Buona qualità della motricità (sia globale sia fine distale) e variabilità nella postura da supino erano presenti in tutti i bambini. Nuove capacità, come il controllo della postura e della motilità del capo da supino e da seduto, il controllo della motilità oculare con buone sinergie occhio-capo nell'esplorazione visiva, i primi movimenti compensatori del tronco in posizione seduta (sia in senso antero-posteriore che laterali) erano presenti in tutti o quasi i soggetti normali. Più della metà dei bambini erano in grado di inibire completamente la reazione tonico-asimmetrica del collo nelle rotazioni spontanee del capo; anche nei casi in cui lo schema era ancora presente, esso era incostante e facilmente superabile. (Cioni G e al, 1998)

La abilità a stabilizzare il capo sul tronco si sviluppa attorno al terzo mese di età (Touwen BCL, 1976; Woollacott M e al, 1987). La stabilizzazione del capo provvede a un costante punto di riferimento gravitazionale per il sistema vestibolare e facilita i processi di informazione visiva (Van der Fits IBM e al, 1999a). Lo sviluppo della stabilità posturale è decisivo per la acquisizione di capacità motorie di complessità crescente come la produzione di comportamenti motori coordinati. Pertanto, senza la abilità di regolare e controllare l'equilibrio è impossibile interagire in modo efficace con l'ambiente (Thelen E e al, 1993).

E' così ragionevole predire che il controllo posturale si sviluppa presto o negli stadi precoci della produzione del movimento che richiedono la specifica stabilità delle membra, del tronco e del corpo.

Circa il grado di organizzazione della attività posturale nella fase precedente i raggiungimenti efficaci vi sono stati pareri contrastanti: mentre secondo Woollacott e al (1987) l'attività posturale direzione specifica è assente nei bambini seduti di 3.5-4 mesi, Prechtel (1989) suggeriva che risposte direzionali specifiche sono presenti nella posizione supina ed in quella prona a partire dalla età di 8-9 settimane.

I dati più recenti sembrano confermare il primo punto di vista.

Secondo Van der Fits IBM e al (1999a), in contrasto con le precedenti ipotesi di ricerca che prevedevano l'assenza di attività posturale durante i movimenti degli arti superiori nell'età precedente l'attività di raggiungimento (4m1/2), sia i movimenti degli arti superiori spontanei che quelli finalizzati sono accompagnati da un tasso elevato di attività posturale. Il tasso di attività posturale durante i movimenti finalizzati degli arti superiori non differisce da quello presente durante i movimenti degli arti superiori spontanei, il che indirizza verso la basilare fondamentale relazione fra movimenti degli arti superiori e controllo posturale. Tuttavia gli aggiustamenti posturali durante i movimenti spontanei degli arti superiori non mostrano la organizzazione specifica quale quella esistente durante i movimenti finalizzati.

Ma quale ruolo svolgono l'esperienza e l'esercizio nello sviluppo del controllo posturale?

Tradizionalmente viene accettato che il periodo infantile finisce con il cammino libero. Secondo touwen (1993) non si tratta semplicemente di un limite funzionale: prima di questa età la maggior parte degli schemi motori che si sviluppano può essere chiamata innata: le funzioni sensomotorie come la prensione riflessa, il sollevamento del capo in posizione prona, il gattonamento, il rotolamento, la stazione seduta ed il cammino si sviluppano "spontaneamente", senza specifico apprendimento dall'esterno, vale a dire in normali circostanze.

Gli studi sperimentali hanno contraddetto un punto di vista tanto drastico e poco produttivo. Lo sviluppo della modulabilità non può essere infatti che in relazione alla esperienza nel contesto. Il processo di coordinazione muscolare consiste nel configurare l'attività dei muscoli sulle articolazioni in appropriati schemi di risposta e dipende dalla funzione dei sistemi muscoloscheletrico e motorio. Un secondo processo, l'integrazione sensoriale, assicura che le risposte siano dipendenti dal contesto e provvede alla interazione fra sistema sensoriale individuale e sistema sensorio integrativo centrale. Col passare del tempo (vale a dire con la esperienza e la maturazione) le strategie che emergono sono consistentemente attivate come schemi unitari.

Secondo Sveistrup H e al (1996), vi è un processo di calibrazione che si verifica durante questo periodo di controllo posturale in cui il bambino impara a mappare l'informazione sensoriale in più ampie ed appropriate combinazioni di gruppi muscolari e così impara progressivamente a controllare il corpo nei compiti di equilibrio.

Ciò è confermato da ricerche in cui i bambini sono stati esercitati a precisi compiti posturali. Nel bambino piccolo vi è una grande variabilità di risposte, ma, aumentando l'età, la variabilità diminuisce e tanto più quanto più elevata è la velocità di traslazione della piattaforma mobile. Questa evoluzione è in relazione alla esperienza: infatti sono state osservate strategie di selezioni più forti nei bambini addestrati (Hadders-Algra M, 2001). Una serie di esperimenti ha mostrato che l'esperienza durante lo sviluppo delle risposte posturali automatiche aumenta la probabilità di registrare attività organizzate dopo la perturbazione con la piattaforma. La probabilità di registrare attività muscolare dopo la perturbazione dell'equilibrio aumenta nei bambini esercitati. Inoltre il numero di muscoli attivati durante la prova aumenta nei bambini esercitati. Sono stati evidenziati rapidi cambiamenti nelle risposte posturali in relazione ad esperienze concentrate a partire dalla età in cui i bambini si mettevano in piedi con appiglio (10-11 m), gli studi futuri dovranno determinare se questi cambiamenti sono transitori o se vengono trattenuti una volta per tutte anche se la pratica non è stata svolta più a lungo (Sveistrup H e al, 1997).

Sviluppo del controllo posturale nel bambino con paralisi cerebrale

La paralisi cerebrale è una diagnosi che comprende numerose sindromi cliniche causate da un difetto o da una lesione del cervello prima della sua maturazione. Il grado di disabilità è molto variabile dato che risulta da molti fattori, come la sede o la estensione della lesione. I sottogruppi sono classificati in base di criteri motori circa la parte del corpo colpita (emi-, di- e tetraplegia), circa il tipo di disabilità motoria (spastica, atetoidica, atassica) e circa la gravità della disabilità (lieve, media, grave). Per emiplegia si intende che un lato del corpo è colpito in modo particolare, per diplegia che sono colpiti principalmente gli arti inferiori più che i superiori. Tetraplegia significa che tutte e quattro le estremità sono gravemente colpite, oltre al tronco ed al capo. Alcuni bambini mostrano sintomi 'puri' di spasticità, atassia o atetosi mentre altri mostrano un insieme di questi sintomi. Le forme più comuni di paralisi cerebrale sono l'emiplegia e la diplegia (Aicardi J e al, 1992)

Le anomalie neurofisiologiche sottostanti ai sintomi, quali spasticità, eccesso di coattivazione degli antagonisti, debolezza muscolare ed inappropriati tempi di attivazione della muscolatura sono ancora poco compresi anche se ben documentati (Crenna P e al, 1994; Leonard CT e al, 1991a,b; Brogren E e al, 1996; Nashner LM e al, 1983; Woollacott MH e al, 1995).

L'eccesso di coattivazione degli antagonisti può essere spiegato in differenti modi. In primo luogo la ridondante coattivazione può essere il risultato di un alterato controllo discendente dei circuiti spinali durante lo sviluppo, alterato controllo che inceppa il passaggio da una immatura coattivazione di agonisti ed antagonisti ad una attivazione muscolare reciproca. In secondo luogo

l'eccesso di coattivazione può essere un tentativo di compenso alla debolezza muscolare (Brogren E e al, 1998)

Le ricerche sui fattori che determinano i problemi posturali e motori nei bambini con paralisi cerebrale hanno mostrato che vi sono quattro principali fattori patogenetici: 1) incremento velocità dipendente nei riflessi tonici di stiramento (spasticità), 2) debolezza muscolare, 3) eccesso di coattivazione della muscolatura antagonista, 4) aumento della rigidità articolare (Crenna P e al, 1994).

Questi fattori non sono solo il riflesso delle modificazioni a livello del SNC, ma anche di cambiamenti meccanici nella postura, tipicamente un assetto semiflesso del bambino con diplegia spastica. Così, tanto le differenze meccaniche quanto la disfunzione cerebrale contribuiscono alla carenza di adattabilità dell'equilibrio in questi bambini (Burtner PA e al, 1998).

Blek (1994) ha suggerito che molto del ritardo nello sviluppo delle complesse prestazioni motorie, come la stazione eretta indipendente ed il cammino, è dovuto allo scarso controllo posturale.

La disfunzione posturale è uno dei maggiori problemi nel bambino con paralisi cerebrale ed interferisce con l'attività volontaria degli arti superiori (Fallang B e al, 2000).

Dato che quella di paralisi cerebrale è una diagnosi basata su di un insulto al cervello prima della sua maturazione, con i disordini di movimento che ne derivano, la maturazione delle funzioni del sistema nervoso centrale è spesso il focus dell'intervento e la valutazione del progresso consiste nel monitorare le capacità di equilibrio nel bambino (Bobath K, 1969)

Apparentemente il bambino normale si giova di un ampio tasso di 'gradi di libertà' quando 'decide' quale meccanismo usare in ogni momento. Una mancanza di variabilità sembra indicare anormalità. E' stato documentato come nel comportamento di alzarsi in piedi i bambini non normali, non solo i portatori di paralisi cerebrale, mostrino maggiore lentezza, minore frequenza, ma soprattutto una minore qualità della prestazione, che è monotona e povera (Touwen BCL, 1993)

Precedenti studi sugli aggiustamenti posturali nei bambini con paralisi cerebrale seduti hanno dimostrato che la risposta di base direzione specifica è preservata in molti bambini. Nei due bambini con tetraplegia spastica studiati e che non potevano sedere indipendentemente è stata riportata una mancanza di specificità di direzione (Hadders-Algra 1999a,b). Due spiegazioni vengono offerte per l'assenza di risposte direzione-specifiche: 1) i circuiti che producono la reazione muscolare di base, cioè le sinergie, non si sono sviluppati, 2) le vie sensoriali non sono sufficientemente integrate per elicitar l'attività sinergica (Hadders-Algra e al, 1999a).

Nei bambini con attività posturale direzione specifica l'attivazione dei muscoli direzione specifici durante l'oscillazione indietro del corpo è meno variabile che nel bambino con sviluppo normale (Brogren E e al, 1998; Hadders-Algra M e al, 1999a). Disfunzione degli aggiustamenti è stata anche trovata nella modulazione delle risposte direzione specifiche. Questo tipo di disfunzione è maggiore durante le oscillazioni corporee all'indietro che in avanti. I bambini studiati mostrarono un aberrante ordine di reclutamento della muscolatura ventrale dall'alto in basso ed un grado eccessivo di coattivazione muscolare.

Disfunzioni simili sono state trovate nella posizione eretta (Nashner LM e al, 1983; Burtner PA e al, 1998).

Burtner e coautori posero la questione se le differenze negli aggiustamenti posturali durante la stazione eretta fra i bambini con paralisi cerebrale e i normali fossero dovute primitivamente alla fisiopatologia del SNC o ai vincoli nel sistema muscoloscheletrico come la postura semiflessa. Essi trovarono che gli aggiustamenti posturali dei bambini normali in piedi in posizione semiflessa assomigliavano a quelli dei bambini diplegici e conclusero che i vincoli muscoloscheletrici contribuiscono agli anomali aggiustamenti posturali visti nei bambini diplegici.

Brogren E e al (2001) nel loro studio sugli aggiustamenti posturali nei bambini con paralisi cerebrale seduti hanno invece concluso che gli aggiustamenti posturali non dipendono solo dal tipo di posizione seduta ma anche dalla gravità della disabilità e dall'età del bambino. Non trovarono che il tipo di attività fosse in relazione al tipo di danno cerebrale.

Giova ricordare che mentre Burtner e al han studiato gli aggiustamenti posturali nella stazione eretta Brogren e al lo han fatto nella stazione seduta. I risultati son da riferire alla differenza di compito delle due prove: in piedi o seduti. Anche Sienko-Thomas S e al (1996) han trovato che le anomalie della coordinazione muscolare nei bambini con paralisi cerebrale durante il cammino (attività simile allo star in piedi) può essere principalmente attribuita alla postura semiflessa, mentre Gordon AM e al (1999) han dimostrato che il grado di precisione della presa nei bambini spastici non può essere spiegato con la anomalia di postura delle dita.

La variabilità è una primaria proprietà del normale sviluppo neurologico, incluso il controllo posturale (Touwen BCL, 1978; Forssberg H, 1985; Edelman, 1989; Hadders-Algra M e al, 1998).

Una ricca variabilità nell'età più precoce permette la selezione dello schema di risposta più appropriato, che, come risulta dai processi di sviluppo successivi, può essere adattato ai vincoli compito specifici (Hadders-Algra M e al, 1996a). Probabilmente, una sostanziale variabilità delle risposte posturali, offrendo la possibilità di selezionare la risposta migliore, è il prerequisito per sviluppare la abilità di modulare l'attività posturale.

Questa indicazione è confermata da una ricerca di Hadders-Algra M e al (1999a): i bambini con danno della sostanza bianca periventricolare mostrano una ridotta variabilità delle risposte posturali e una forma di incapacità a modulare i loro aggiustamenti posturali in rapporto al tipo di posizione seduta iniziale.

Altri han notato che la mancanza di variazione che si esprime in un comportamento motorio monotono e stereotipo è un precoce segno di anormale sviluppo neurologico (Touwen BCL, 1978; Hadders-Algra e al, 1997; Brogren E e al, 1998)

L'eccesso di coattivazione fra agonisti ed antagonisti può essere visto come una primaria disfunzione dovuta alla alterazione dei circuiti intra o supraspinali per via del precoce danno cerebrale (Leonard CT e al, 1991a; Myklebust BM e al, 1997), o come un fenomeno secondario, dato che può servire da compenso alla instabilità posturale caratteristica della paralisi cerebrale (Woollacott e al, 1998). L'aver trovato uguali quote di coattivazione in entrambi i lati del corpo nel bambino con emiplegia spastica può essere un argomento in favore dell'ultima spiegazione.

Le reazioni di equilibrio dei bambini con paralisi cerebrale differiscono significativamente da quelle dei bambini con sviluppo tipico: 1) aumenta il reclutamento degli antagonisti e 2) si riduce la attivazione del tronco. Vi è una perdita di selettività nella contrazione degli antagonisti: si tratta forse di una strategia di stabilizzazione delle articolazioni per migliorare il controllo posturale oppure per sostenere meglio il peso (Burtner e al, 1998).

Nuova proposta

I persistenti dubbi sulla reale efficacia della fisioterapia in quanto tale, almeno per il grado di intensività con cui viene abitualmente applicata, anche se tempestivamente introdotta, la centralità del disturbo dell'equilibrio nella patogenesi della disabilità del controllo posturale, come documentato dagli studi sperimentali più recenti, l'evidenza, sinora nei bambini con sviluppo tipico, che esistono possibilità di apprendimento del controllo posturale fondate sull'esercizio anche nelle fasi più precoci dello sviluppo, autorizzano a percorrere nuove vie nel trattamento precoce dei bambini con paralisi cerebrale infantile.

A tale scopo possono essere introdotte tutta una serie di attività, impostate nell'ambito del servizio e proseguite al domicilio dei bambini a cura degli stessi genitori.

Queste attività hanno come obiettivo migliorare, attraverso una esperienza intensiva, le abilità di aggiustamento posturale nel bambino portatore di paralisi cerebrale: sono risultate di agevole comprensione ed esecuzione anche da parte dei non professionisti.

ATTIVITA'

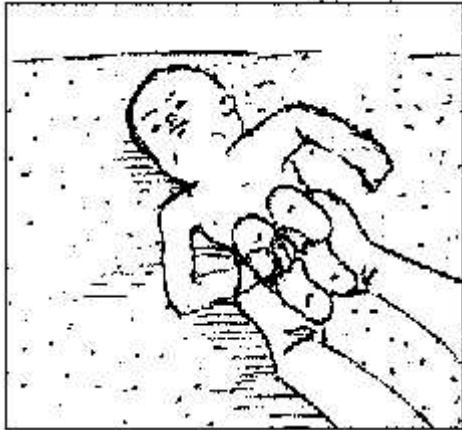
1) Bambino supino, presa sulle gambe, arti inferiori estesi.

L'adulto si pone dalla parte dei piedi del bambino, ne prende le gambe ed imprime al corpo una rotazione lungo un piano trasversale sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto, e così via. Gli arti inferiori rimangono estesi, gli arti superiori liberi.



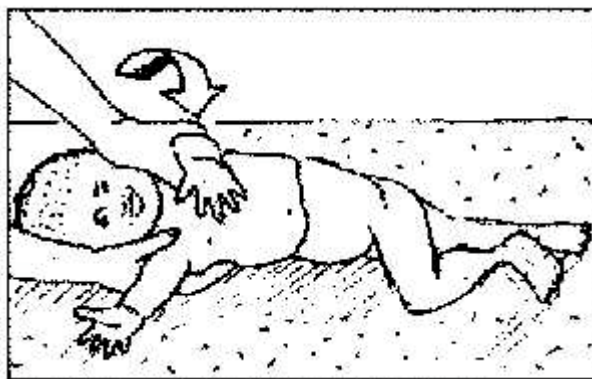
2) Bambino supino, presa sulle gambe, arti inferiori flessi.

L'adulto si pone dalla parte dei piedi del bambino, ne prende le gambe, flette gli arti inferiori alle ginocchia ed alle anche, poi imprime al corpo una rotazione lungo un piano trasversale sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto e così via. Gli arti inferiori rimangono flessi, i superiori liberi.



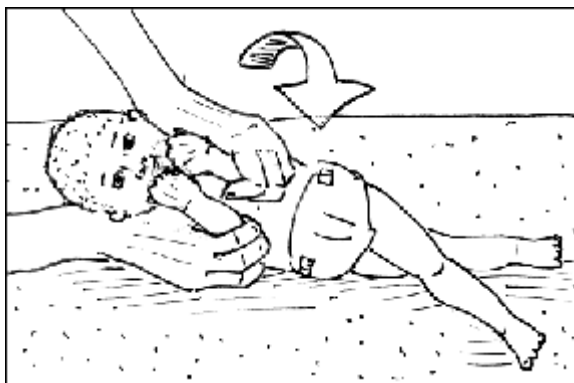
3) Bambino supino, presa sulle spalle.

L'adulto si pone dalla parte del capo del bambino, ne prende le spalle curando di mantenere allineato il capo con la superficie volare del carpo, poi imprime al corpo una rotazione lungo un piano trasversale, mantenendo il capo allineato, sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto e così via. Gli arti inferiori rimangono liberi, quelli superiori stabilizzati solo a livello delle spalle.



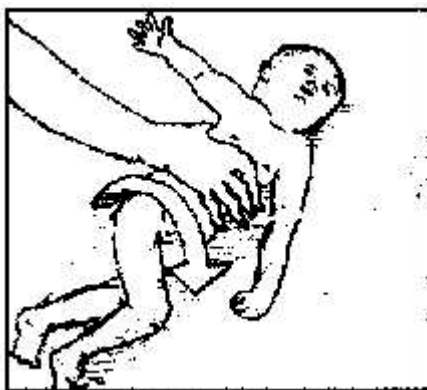
4) Bambino supino, presa sugli arti superiori flessi.

L'adulto si pone dalla parte del capo del bambino, ne flette gli arti superiori e li stabilizza con le proprie dita al corpo del bambino; con la superficie volare del carpo l'adulto mantiene il capo allineato al corpo, poi imprime una rotazione lungo un piano trasversale sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto e così via. Gli arti inferiori rimangono liberi, quelli superiori flessi.



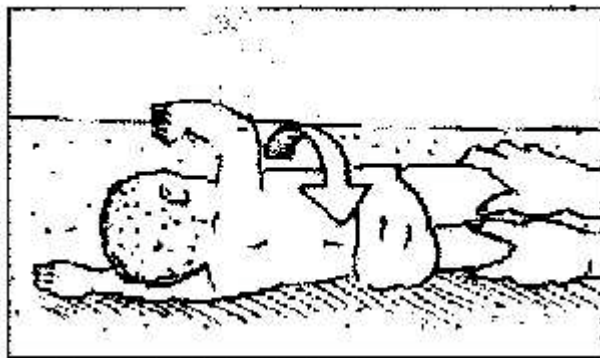
5) Bambino supino, presa sul tronco.

L'adulto si pone di lato al bambino con la propria mano appoggiata sul torace, poi imprime un rotolamento sino a che il bambino giunge su di un fianco; la rotazione viene poi eseguita sul lato opposto e così via. Sia il capo, che gli arti superiori, che quelli inferiori rimangono liberi.



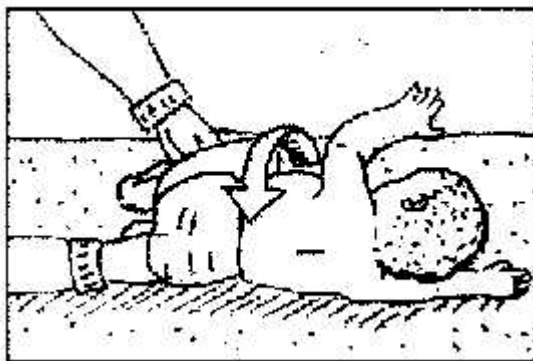
6) Bambino prono, presa sulle gambe, arti inferiori estesi.

L'adulto si pone dalla parte dei piedi del bambino, ne prende le gambe ed imprime al corpo una rotazione lungo un piano trasversale sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto, e così via. Gli arti inferiori rimangono estesi, gli arti superiori liberi.



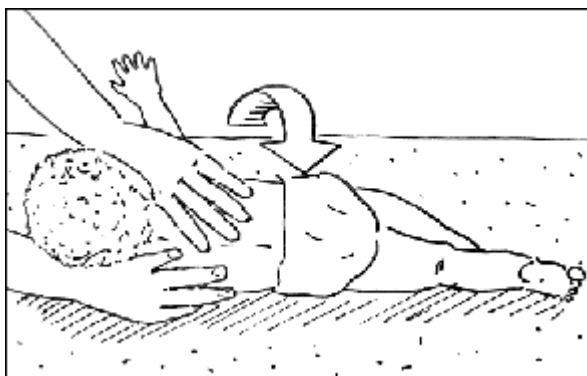
7) Bambino prono, presa sulle gambe, arti inferiori flessi.

L'adulto si pone dalla parte dei piedi del bambino, ne prende le gambe, flette gli arti inferiori alle ginocchia ed alle anche, poi imprime al corpo una rotazione lungo un piano trasversale sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto e così via. Gli arti inferiori rimangono flessi, i superiori liberi.



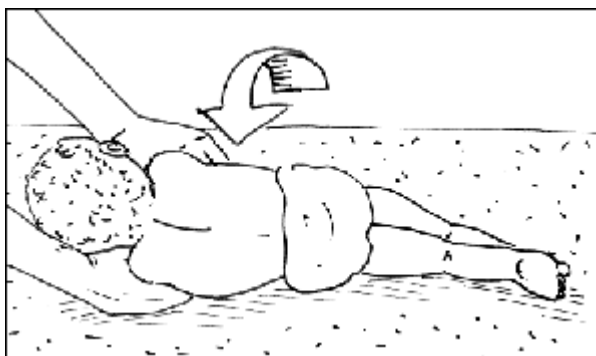
8) Bambino prono, presa sulle spalle.

L'adulto si pone dalla parte del capo del bambino, ne prende le spalle curando di mantenere allineato il capo con la superficie volare del carpo, poi imprime al corpo una rotazione lungo un piano trasversale, mantenendo il capo allineato, sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto e così via. Gli arti inferiori rimangono liberi, quelli superiori stabilizzati solo a livello delle spalle.



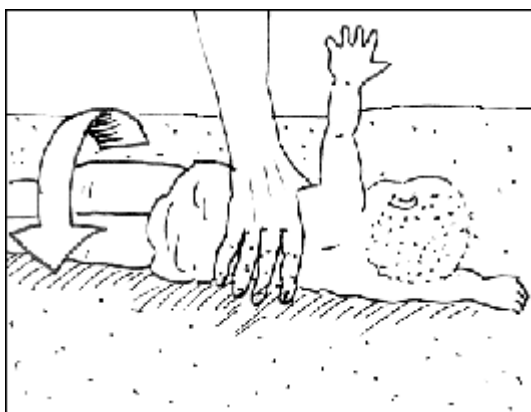
9) Bambino prono, presa sugli arti superiori flessi.

L'adulto si pone dalla parte del capo del bambino, ne flette gli arti superiori e li stabilizza con le proprie dita al corpo del bambino; con la superficie volare del carpo l'adulto mantiene il capo allineato al corpo, poi imprime una rotazione lungo un piano trasversale sinchè il bambino giunge su di un fianco; poi la rotazione viene eseguita sul fianco opposto e così via. Gli arti inferiori rimangono liberi, quelli superiori flessi.



10) Bambino prono, presa sul tronco.

L'adulto si pone di lato al bambino con la propria mano appoggiata sul torace, poi imprime un rotolamento sino a che il bambino giunge su di un fianco; gli arti superiori del bambino vengono tenuti in modo che non ostacolino il movimento del corpo. La rotazione viene poi eseguita sul lato opposto e così via. Sia il capo, che gli arti superiori, che quelli inferiori rimangono liberi.



Varianti: in tutte queste attività il rotolamento può avvenire non solo sul fianco ma sul lato opposto a quello di partenza: da supino a prono, da prono a supino.

CONDIZIONI PER LE ATTIVITA'

Non sono da prevedere condizioni ambientali particolari se non quelle che consentono all'adulto di concentrarsi sulla attività e sul contatto col bambino. La superficie di appoggio sarà consistente ma non dura, mai soffice, perché il bambino sarebbe "avvolto" da tale superficie e quindi ostacolato in ogni risposta o aggiustamento.

Il bambino è indispensabile si trovi negli stati dal 2° al 4°, dal dormiveglia alla veglia attiva. L'attività andrà interrotta nel caso il bambino perda il controllo dello stato comportamentale. Può capitare che per il bambino alcune manovre risultino stressanti e la sua reazione potrebbe essere caratterizzata dal pianto. Se il bambino non si calma è inutile continuare l'attività, poiché

in tale condizione il bambino non è disponibile ad apprendere: è meglio cercare di consolarlo e riprendere le attività in un momento successivo.

Durante l'attività l'adulto attiverà e manterrà attivo il contatto di sguardo del bambino. La presenza di oggetti, di fonti sonore o luminose che promuovano la curiosità e l'iniziativa di sguardo o di ascolto del bambino non sarà un ostacolo, anzi favorirà l'attenzione e la finalizzazione della reattività posturale.

Anche le indicazioni su come prendere il bambino non vanno intese nel senso di rigide prescrizioni, come è in alcune tecniche, ma quali suggerimenti per favorire l'esperienza del bambino di variazione della posizione del centro di massa corporea rispetto alla base di appoggio.

Lo scopo infatti non è evocare riflessi e reazioni in quanto tali o insegnare al bambino un pattern corretto o "ideale", ma nel guidarlo a risolvere un problema motorio e adattivo in una varietà di contesti (Gordon, 1987, citato da Fedrizzi, 2002), esercitando aggiustamenti posturali adattativi e per ciò stesso il più possibile coordinati con l'attività di sguardo, l'orientamento uditivo, l'esperienza tattile e cinestesica.

L'obiettivo è infatti sostenere, sin dove è possibile, la variabilità, prevenendo che il repertorio di aggiustamenti posturali del bambino si restringa o si mantenga ristretto e stereotipato.

COSA ASPETTARSI E COSA OSSERVARE

Questi sono gli aspetti che richiedono maggiore esperienza da parte di chi svolge col bambino le attività: è qui che si rivelerà particolarmente importante la guida da parte del Riabilitatore.

Completato il passaggio di posizione, è necessario attendere alcuni secondi perché il bambino mostri una qualche forma di aggiustamento posturale, ritrovando una nuova condizione di stabilità ed eventualmente inizi ad esplorare con lo sguardo e col tatto lo spazio circostante.

Secondo il grado di sviluppo funzionale potranno comparire o un incremento della attività motoria, in particolare a livello del tronco, o la inibizione di schemi di reazione endogeni (soprassalto, RTAC, RTL, ecc.). Ad un grado di sviluppo posturale ulteriore potranno comparire reazioni direzionali specifiche, un ampliamento della base di appoggio da parte del bambino e/o reazioni di verticalizzazione a livello del capo, del tronco e degli arti, sempre più modulabili e pronte, sino alla anticipazione degli aggiustamenti posturali ed alla esplorazione attiva ed intenzionale, con lo sguardo ed il tatto, dello spazio circostante.

Il criterio prognostico più significativo è comunque la comparsa e lo sviluppo di una variabilità sempre maggiore e, nel seguito, l'affermarsi di schemi di aggiustamento sempre più selettivi, pronti adattabili ed intenzionali.

INTENSITA'

Attualmente, in attesa di verifiche quantitative e di ulteriori sviluppi, le attività vengono proposte al bambino sei volte al giorno, nei momenti in cui è più sereno e disponibile: dopo il sonno, quando è

pulito e prima che abbia fame. La durata di ogni sessione è di circa 15-20 minuti, nel corso dei quali è utile provare tutte le attività sopra indicate.

VELOCITA' DI ROTAZIONE

Non riteniamo esistano regole rigide se non quella di rispettare il benessere, l'eventuale intenzionalità ed il coinvolgimento del bambino.

Con questo limite sarà da esplorare con attenzione la reattività del bambino, avendo cura di verificare quale si rivela la velocità di rotazione cui il bambino risponde con aggiustamenti posturali.

Perché possa imparare ad anticiparlo (Gordon J, 1987), è necessario che il bambino percepisca bene il cambiamento, senza subirlo.

CONCLUSIONI

Le conclusioni non possono che essere ora orientative e parziali. Una validazione della efficacia delle proposte richiede infatti una ricerca che preveda il loro utilizzo in una popolazione sperimentale, mentre la popolazione di controllo seguirebbe solo il trattamento più tradizionale. Gli uni e gli altri bambini andrebbero periodicamente valutati attraverso uno strumento standardizzato che assicuri la omogeneità di partenza dei due campioni e nel corso di valutazioni in tempi standard prestabiliti (3, 6, 9, 12 mesi di età post mestruale) sino ad un adeguato (2 anni) tempo di follow up. Meglio sarà se le valutazioni avverranno in cieco.

Nell'attesa, possiamo semplicemente concludere che le nuove attività proposte sono state ben tollerate, per non dire gradite, dai bambini su cui sono state provate (5), tranne nel caso di un bambino con grave tetraparesi spastica, in trattamento farmacologico con fenobarbital, che ha presentato gravi e stabili difficoltà di controllo autonomico e dello stato comportamentale).

La prosecuzione domiciliare delle attività è stata generalmente regolare, in quanto ben compresa ed attuata dai genitori.

I dati in nostro possesso mostrano comunque progressi in tutti i bambini, ma ciò significa poco, per quanto appena sopra detto.

Le osservazioni condotte e le premesse teoriche sembrano indicare che le attività proposte sono pertinenti a partire dal momento in cui il bambino inizia a mostrare reazioni di aggiustamento da supino o da prono e sino a quando non inizia a mostrare reazioni direzione specifiche da seduto e l'esordio della intenzionalità.

Lo svolgimento di queste attività si è rivelato compatibile con il trattamento tradizionale.

Quando adeguatamente documentate nella loro efficacia, queste attività potranno costituire un apporto in più, assieme al massaggio ed alle tecniche di care, nelle fasi più precoci dello sviluppo patologico, contribuendo a valorizzare molto presto il ruolo dei genitori.

BIBLIOGRAFIA

<p>Bax MCO (1964) Terminology and classification of cerebral palsy Dev Med Child Neurol; 6: 295-307</p>
<p>Bernstein N (1967) The coordination and regulation of movements. Oxford: Pergamon Press</p>
<p>Bernstein N (1984) The problem of the interrelation of co-ordination and localization. In Withing HTA, ed. Human motor action. Bernstein reassessed. Elsevier Science: 77-119</p>
<p>Bobath B e Bobath K (1976) Lo sviluppo motorio nei diversi tipi di paralisi cerebrale Libreria scientifica già Ghedini,</p>
<p>Bobath K (1969) Deficits in patients with cerebral palsy. London; Heinemann.</p>
<p>Bottos M, Puato LM, Vianello A, Facchin P Locomotion patterns in cerebral palsy syndromes Developmental Medicine and Child Neurology, 1995, 37, 883-889</p>
<p>Bottos M. (1987) Paralisi cerebrale infantile: diagnosi precoce e trattamento tempestivo. Ghedini ed.</p>
<p>Brogren E, Hadders-Algra M, Forssberg H (1996) Postural control in children with spastic diplegia: muscle activity during perturbation in sitting. Dev Med Child Neurol; 38: 379-388</p>
<p>Brogren E, Forssberg H, Hadders-Algra M (2001) Influence of two different sitting position on postural adjustments in children with spastic diplegia. Dev Med Child Neurol; 43:534-546</p>
<p>Brogren E, Hadders-Algra M, Forssberg H Postural control in sitting children with cerebral palsy. Neuroscience and Biobehavioral Reviews.1998, 22:251-6</p>
<p>Bruner JS (1970) The growth and structure of skill In Connolly KY,ed. Mechanism of motor skill development London: Academic Press</p>
<p>Burtner PA, Qualls C, Woollacott MH. (1998) Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. Gait and Posture 8: 163-74.</p>

<p>Burtner PA, Woollacott MH, Qualls C Stance balance control with orthoses in a group of children with spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1999 Nov;41(11):748-57</p>
<p>Cerioli M, Gasardi M, Greci AL, Cristella K. Qualità delle cure e qualità della vita: la centralità del punto di vista della famiglia nella riabilitazione del figlio. Riabilitazione oggi; 2001, 9: 31-37 / 2002, 1: 28-34</p>
<p>Cioni G, Ferrari F e. Prechtl HFR (1998) Correlati motori del danno cerebrale nelle prime settimane di vita In " Paralisi cerebrali infantili" a cura di Ferrari A. e Cioni G., ed Del Cerro</p>
<p>Cioni G, Ferrari F, Prechtl HF (1989) Posture and spontaneous motility in full term infants. Early Hum Dev; 18(4):247-62</p>
<p>Connolly KY(1975) Movement, action and skill In Hock K,ed. Movement and child development clinic Developmental medicine, 55. London: Spastic International Med Publ, William Heinemann Med. Books</p>
<p>De Gangi GA, Hurley L, Linscheid TR Toward a methodology of the short-term effects of neurodevelopmental treatment. Am J Occup Ther 1983 Jul;37(7):479-84</p>
<p>Denhoff E (1981) Current status of infant stimulation of enrichment programs for children with developmental disabilities. Pediatrics; 67: 32-35</p>
<p>Edelman GM (1989) Neural darwinism. The theory of neural group selection. Oxford university press.</p>
<p>Embrey DG, Yates L, Mott DH (1990) Effects of neuro-developmental treatment and orthoses on knee flexion during gait: a single-subject design. Phys Ther ; 70: 626-637</p>
<p>Emde RN (1981) Changing models of infancy and the nature of early development: remodeling the foundation. J Am Psychoanal Ass; 29: 179-219</p>
<p>Fallang B, Saugstad OD, Hadders-Algra M (2000) Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants. Behav Brain Res; 115: 9-18</p>
<p>Fedrizzi E</p>

<p>Modelli teorici sullo sviluppo e controllo motorio e loro contributo alla diagnosi e trattamento delle paralisi cerebrali infantili Giornale di NPIA, numero monografico, 2002</p>
<p>Fedrizzi E, Anderloni A Apprendimento e controllo motorio nel bambino con paralisi cerebrale: dai modelli teorici alla prassi. in "La riabilitazione del bambino con paralisi cerebrale". Masson Ed. 1998</p>
<p>Ferrari A, Lodesani M, Muzzini S. (1998) La natura del difetto motorio nella paralisi cerebrale infantile In "Paralisi cerebrali infantili" a cura di A. Ferrari e G. Cioni Edizioni Del Cerro</p>
<p>Ferry PC (1981) On growing new neurons: are early intervention programs effective? Pediatrics; 67:38-41</p>
<p>Fetters L, Kluzik J The effects of neurodevelopmental treatment versus practice on the reaching of children with spastic cerebral palsy. Phys Ther 1996 Apr;76(4):346-58</p>
<p>Forssberg H (1992) Evolution of plantigrade gait: is there a neuronal correlate? Dev Med Child Neurol; 34: 916 925</p>
<p>Forssberg H, Hirschfeld H (1994) Postural adjustment in sitting humans following external perturbation: muscle activity and kinematics. Exp Brain Res; 47: 515-527</p>
<p>Goodman M, Rothberg AD, Houston-McMillan JE, a al. Effect of early neurodevelopmental therapy in normal and at-risk survivors of neonatal intensive care. Lancet 1985; 2:1327-31</p>
<p>Gordon J, (1987) Assumptions underlying physical therapy intervention: Theoretical and Historical perspectives. in Carr JH, Shepherd RB; Movement Sciences: Foundation for Physical Therapy in Rehabilitation. Rockville; Aspen Publ.: 1-30.</p>
<p>Hadder-Algra M (2001) Atti del I° corso di formazione permanente in Neuroriabilitazione della età evolutiva. GIPCI- Fondazione Pierfranco e Luisa Mariani Gazzada-Varese Nov-Dic 2001, in corso di stampa</p>

<p>Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H(1998) Postural adjustments during sitting at preschool age: presence of a transient toddling phase. Devel Med and Child Neurol; 40:436-447</p>
<p>Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H.(1996b) Training affects the development of postural adjustments in sitting infants. J Physiol; 493.1; 289-298</p>
<p>Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H.(1996b) Training affects the development of postural adjustments in sitting infants. J Physiol; 493.1; 289-298</p>
<p>Hadders-Algra M, Brogren E, Katz-Salamon M, Frossberg H (1999b) Periventricular leucomalacia and preterm birth have different detrimental effects on postural adjustments. Brain; 122: 727-740</p>
<p>Hadders-Algra M, Prechtl HF (1992a) Developmental course of general movements in early infancy. I Descriptive analysis of change in form. Early Hum Dev; 28(3):201-13</p>
<p>Hadders-Algra M, van der Fits IBM, Stremmelaar EF, Touwen BCL, (1999a) Development of postural adjustments during reaching in infants with CP Developmental Medicine and Child Neurology ; 41:766-776</p>
<p>Hadders-Algra M, Van Eykern LA, Klip-Van den Nieuwendijk AW, Prechtl HF (1992B) Developmental course of general movements in early infancy. II. EMG correlates. Early Hum Dev; 28(3):231-51</p>
<p>Hadders-Algra M. Brogren E. e Forssberg H. (1996a) Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation. Journal of Phisiology; 493: 273-288</p>
<p>Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H. (1997) Nature and nurture in the development of postural control in human infants. Acta Paediatr Suppl; 422: 48-53</p>
<p>Herndon WA, Troup P, Yngve DA, Sullivan JA Effects of neurodevelopmental treatment on movement patterns of children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop 1987 Jul-Aug;7(4):395-400</p>
<p>Hirschfeld H, Forssberg H (1994) Epigenetic development of postural responses for sitting during infancy. Experimental brain research; 97: 528-540</p>

<p>Liao HF, Jeng SF, Lai JS, Cheng CK, Ihu MH The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy Developmental Medicine and Child Neurology ; 1997, 39, 106-112</p>
<p>Liao HF, Mao PJ, Hwang AW (2001) Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy Dev Med Child Neurol; 43:180-186</p>
<p>Massion J (1998) Postural control systems in developmental perspective. Neurosci Biobehav; 22:465-472</p>
<p>Mayo NE The effect of physical therapy for children with motor delay and cerebral palsy. A randomized clinical trial. Am J Phys Med Rehabil 1991 Oct;70(5):258-67</p>
<p>Milani Comparetti A (1982) Semeiotica neuroevolutiva. Prospettive in pediatria; 12: 305-314</p>
<p>Newell KH (1978) Some issues on action plans In: Stelmach GE, ed. Information processing in motor control and learning. New York: Academic Press: 14-54</p>
<p>Newell KH (1991) Motor skill acquisition Am Rev Psychol; 42: 213-237</p>
<p>Ottenbacher KJ, Biocca Z, DeCremer G e al (1986) Quantitative analysis of the effectiveness of pediatric therapy: emphasis on the neurodevelopmental treatment approach. Phys Ther; 66:1095-1101</p>
<p>Out L, Van Soest AJ, Savelsbergh GJP, Hopkins B (1998) The effect of posture on early reaching movements J Motor Behav; 30: 260 272</p>
<p>Palmer FB, Shapiro BK, Wachtel RC, Allen MC, Hiller JE, Harryman SE, Mosher BS, Meinert CL, Capute AJ The effects of physical therapy on cerebral palsy. A controlled trial in infants with spastic diplegia. N Engl J Med 1988 Mar 31;318(13):803-8</p>
<p>Piaget J (1968) La nascita dell'intelligenza nel fanciullo Giunti Ed</p>

<p>Piper MC, Kunos VI, Willis DM, Mazzer BC, Ramsay M, Silver KM. Early physical therapy effect on at risk infant: a randomized controlled trial. Pediatrics 1986; 78:216-24</p>
<p>Pozzo T, Berthoz A, Lefort L (1990) Head stabilization during various locomotion task in humans. I Normal subjects. Exp Brain Res; 82: 97-106</p>
<p>Prechtl H.F.R. (1990) Qualitative changes of spontaneous movements in preterm infants are a marker of neurological dysfunction. Early Hum. Devel. 23,151-158.</p>
<p>Prechtl HFR (1984) Continuity and change in early neural development. In Prechtl HFR (ed) Continuity of neural function from prenatal to postnatal life. CDM n° 94. Blackwell, 1-15</p>
<p>Prechtl HFR (1989) Development of postural control in infancy. In Von Euler C, Forssberg H, Lagercrantz H, editors. Neurobiology of the early infant behaviour. Macmillan: 58-69</p>
<p>Prechtl HFR (2001) General movement assessment as a method of developmental neurology: new paradigms and their consequences Developmental Medicine & Child Neurology; 43: 836–842</p>
<p>Reddihough DS, King J, Coleman G, Catanese T. (1998) Efficacy of programmes based on Conductive Education for young children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 40(1 1):763-70,</p>
<p>Riach CL, Hayes KC (1987) Maturation of postural sway in young children Developmental Medicine and Child Neurology; 29, 650-658</p>
<p>Rochat P, Goubet N (1995) Development of sitting and reaching in 5- to 6- month- old infants Infant Behav Dev; 18: 53-68</p>
<p>Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2002 Jan;44(1):58-63</p>
<p>Roth S, Wyatt J, Baudin J, Townsend J, Rifkin L, Rushe T, Amiel-Tison C, Stewart AL. Neurodevelopmental status at 1 year predicts neuropsychiatric outcome at 14-15 years of age in very preterm infants. Early Hum Dev 2001 Dec;65(2):81-9</p>

<p>Scherzer AL, Mike V, Ilson J. Physical therapy as a determinant of change in the cerebral palsied infant. Pediatrics 1976; 58: 47-52</p>
<p>Shumway-Cook A, Woollacott M (1995) Motor control: Theory and practical applications. Baltimore: Williams and Wilkins</p>
<p>Sveistrup H, Woollacott M (1996) Longitudinal development of the automatic postural response in infant. J Mot Behav; 26-1: 58-70</p>
<p>Sveistrup H, Woollacott M (1997) Practice modifies the developing automatic postural response. Experimental Brain Research 114: 33-43.</p>
<p>Thelen E (1989) Self-organization in developmental processes: can system approaches work? In: Gunnar M, Thelen E, ed: Systems and development Erlbaum ed; pp: 77-117</p>
<p>Thelen E (1995) Motor development. A new synthesis. Am Psychol; 50: 79-95</p>
<p>Thelen E, Corbetta D, Kamm K, Spencer JP, Schneider K, Zernicke RF (1993) Then transition to reaching: mapping intentions and intrinsic dynamics. Child Development; 64: 1058-1098</p>
<p>Thelen E, Spencer JP (1998) Postural control during reaching in young infants: a dynamic systems approach. Neurosci Biobehav Res; 22(4): 507-514</p>
<p>Touwen BCL (1986) Lo sviluppo neurologico dell'infanzia, Piccin Nuova Libreria</p>
<p>Touwen BCL (1993) How normal is variable, or how variable is normal? Early Human Development; 34: 1-12</p>
<p>Van der Fits IBM, Flikweert ER, Stremmelaar ET, Martijn A, Hadders-Algra M (1999c) Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. Pediatric Research; 46, 1: 1-7</p>
<p>Van der Fits IBM, Klip AWJ, Van Ejkern LA, Hadders-Algra M (1998) Postural adjustments accompanying fast pointing movements in standing, sitting, and lying adults. Exp Brain Res; 120: 202-216</p>

<p>Van der Fits IBM, Klip AWJ, van Eykern LA, Hadders-Algra M (1999) Postural adjustment during spontaneous and goal-directed arm movements in the first year of life Behavioural Brain Research; 106: 75-90</p>
<p>Van der Fits IBM, Otten E, Klip AW, Van Eykern LA, Hadders-Algra M (1999b) The development of postural adjustments during reaching in 6- to 18-month-old infants. Evidence for two transitions. Exp Brain Res; 126(4): 517-28.</p>
<p>Van Heijst JJ, Touwen BCL, Vos JE (1999) Implications of a neural network model of early sensori-motor development for the field of developmental neurology. Early Human Development; 55: 77-95</p>
<p>Von Hofsten C, Woollacott M (1989) Postural preparation for reaching in 9months-old infants Neurosci Abstracts; 15:1199</p>
<p>Vries J.I.P. de, Visser G.H.A., Precht H.F.R. (1982): The emergence of fetal behaviour. I. Qualitative aspects. Early Hum. Devel. 7, 301-322.</p>
<p>Weindling AM, Hallam P, Gregg J, Klenka H, Rosenbloom L, Hutton JL A randomized controlled trial of early physiotherapy for high-risk infants. Acta Paediatr 1996 Sep;85(9):1107-11</p>
<p>Woollacot M.H. e Burtner P (1996) Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and in children with cerebral palsy. Acta Paediatrica Suppl. 416;58-62</p>
<p>Woollacott M, Debu B, Mowatt M. (1987) Neuromuscular control of posture in infant and child: is vision dominant? J Mot Behav; 19: 167-186</p>
<p>Wright T, Nicholson J. Physioterapy for the spastic child: an evaluation. Dev Med Child neurol 1973; 15:146-173</p>

Indirizzo degli autori: Azienda Istituti Ospitalieri di Cremona, UONPIA,
Servizio Territoriale di NPIA, via S.Maria in Betlem 3, 26100, Cremona
Tel: 0372405930, Fax: 0372405936. E-mail: ceriolim@libero.it