

## Evoluzione dell'atto motorio

La progressione degli infiniti atti motori (attività motoria intenzionale indirizzata ad un fine) possibili si realizza in tre livelli evolutivi: il coordinamento, il processo di inibizione alla diffusione dello stimolo e l'integrazione somatica (Russo, 1985). Nel processo evolutivo di un dato schema motorio i tre livelli maturativi sono parzialmente tra loro embricati, pertanto quando si sta completando il coordinamento è già iniziata l'inibizione alla diffusione e questa ultima permette progressivamente un inizio d'integrazione somatica. La figura 1 sintetizza l'evoluzione dell'atto motorio.



Fig. 1

### 1. Coordinamento

Si definisce coordinamento (o coordinazione, come in uso da altri autori) il primo processo organizzativo dell'atto motorio per un corretto indirizzo spaziale del movimento intenzionale. Il bambino nella fase di apprendimento di quel dato schema motorio lo ripete numerose volte anche nei giorni successivi, fino ad ottenere il risultato ritenuto da lui ottimale in rapporto al desiderio.

In questa fase di apprendimento assume particolare valore l'organizzazione del feed-back informativo sui singoli momenti motori che costituiscono l'atto. All'inizio l'azione è insicura, male organizzata in senso temporo-spaziale, ora con momenti lenti, ora bruschi e con difficoltà direzionale, ma la ripetizione frequente delle prove migliora il risultato e permette l'apprendimento dello schema motorio. Ogni nuovo atto deve essere appreso attraverso l'esercizio ripetuto molte volte.

La realizzazione di un atto motorio richiede un *tempo di reazione* (o tempo di programmazione) ed un *tempo motorio* (o tempo di esecuzione). Hole (1967) e Wickens (1974), hanno dimostrato che il tempo di reazione diminuisce rapidamente fino ai 7-8 anni, poi più lentamente fino a stabilizzarsi circa verso il 18° anno.

Anche Cantor-Kubase (1970), richiedendo ai bambini di tirare più velocemente possibile una maniglia alla comparsa di un segnale luminoso, ha concluso che il tempo motorio diminuisce con l'aumentare dell'età. Agli stessi risultati è giunto con altra metodica Haywood (1979). Hay (1979) ha dimostrato che fino ai 5 anni per il bambino è prioritario il *feed-forward* (la programmazione

intenzionale) rispetto al *feed-back* (il controllo sensoriale durante il movimento), questo ultimo a 7 anni diventa più attivo durante l'atto motorio. Lo stesso autore (1981), registrando i movimenti oculari nella mira di un bersaglio, ha notato che a 5 anni i bambini fissano il bersaglio, mentre a partire dai sette anni è presente una alternanza regolare tra il fissare il bersaglio e il controllo del movimento della mano verso il bersaglio.

Tale ricerca evidenzerebbe la difficoltà in età precoci di realizzare contemporaneamente due funzioni diverse che richiedono la loro realizzazione in tempi molto brevi. Va considerato però che le ricerche di Hay richiedono la consegna di un compito particolare, facilmente vissuto come esame, con la conseguente possibilità di un impegno emozionale che potrebbe disattendere all'esecuzione di un procedimento più maturo.

Infatti se si osserva un bambino di 3 anni che costruisce una casetta con le costruzioni o uno di 4 anni che disegna, si può notare una valida sincronia tra il feed-forward e il feed-back; pertanto è da ritenere che tale processo si verifichi in età più precoci.

Ogni attività intenzionale e anche molte automatiche (passaggi posturali, meccanismi difensivi), vengono in un primo tempo realizzate con schemi semplici che successivamente verranno modificati per ottenere risultati più vantaggiosi. La modifica per ottenere risposte più favorevoli richiede una maggiore complessità nella programmazione e nell'esecuzione dell'atto per la combinazione funzionale di nuove componenti motorie, per gli adattamenti posturo-cinetici, per l'integrazione dei diversi componenti e per gli indispensabili processi inibitori. Si realizza così, come definita dalla Karmiloff-Smith, la *ridescrizione rappresentazionale* dell'atto.

Le prime prensioni, la prima deambulazione, i primi lanci, i primi calci, i primi passaggi posturali, verranno in seguito modificati dalla progressione organizzativa, realizzando così il passaggio da schemi infantili a schemi più evoluti.

Per acquisire queste evoluzioni è necessaria la maturazione di un importante processo inibitorio.

## 2. Inibizione alla diffusione

I primi atti motori intenzionali si manifestano con una partecipazione somatica globale, dovuta alla presenza di ipertoni più o meno diffusi a parti corporee non impegnate nel comando motorio. Questi ipertoni sono le *sincinesie* (movimenti involontari che accompagnano il movimento intenzionale) che possono essere di tipo tonico o imitativo, diffuse o limitate ad alcune parti, assiali, prossimali o distali.

Le *sincinesie toniche* si presentano come ipertoni della durata di 1-2 secondi, a parti assiali o distali, bilaterali o controlaterali al segmento che compie l'atto; spesso sono presenti alle dita della mano che effettua il lancio di un oggetto (sincinesie finali). Le *sincinesie imitative* consistono in movimenti imitativi dell'atto comandato che compaiono nel segmento corporeo controlaterale.

Lo studio delle sincinesie è stato in particolare affrontato dalla scuola francese (Ajuriaguerra, Bergès, Harrison, Stambak) per la loro tipologia, induzione, frequenza ed evoluzione. Gli autori hanno evidenziato la presenza di sincinesie toniche ai segmenti distali per induzione dello stimolo a partenza assiale (ipertoni agli arti superiori e in particolare ipertoni finali alle dita, come conseguenza dell'apertura forzata della bocca o dell'estrusione della lingua o della chiusura forzata delle palpebre); per contro hanno riconosciuto una netta maggiore frequenza di sincinesie imitative controlaterali da induzione distale (ad esempio la presenza di movimenti più o meno accennati di prono-supinazione all'avambraccio controlaterale all'arto che esegue intenzionalmente la prono-supinazione)

In molti bambini di circa due anni, nella raccolta di un oggetto da terra dalla posizione eretta, la mano controlaterale presenta una apertura ed estensione delle dita (Russo, dati non pubblicati)

Russo (1990-1991), in un test a 500 bambini (100 per ciascuna delle 5 fasce d'età dai 3 agli 8 anni) per indagare la presenza delle sincinesie nell'arto controlaterale indotte dal movimento di prono-supinazione dell'avambraccio (prova delle marionette), ha evidenziato diverse variabili: classici movimenti di prono-supinazione, semplice abduzione del pollice, solo lieve abduzione dell'arto, atteggiamento in pronazione senza altre partecipazioni, ipertono generalizzato dell'arto senza movimento, afferramento dei propri vestiti per inibire le sincinesie, mano ad artiglio. In alcuni casi sono comparse anche sincinesie alla muscolatura facciale. In questa ricerca l'assenza completa delle sincinesie si è verificata nel 1% nella fascia 3-4 anni, nel 2% nelle fasce 4-5 e 5-6 anni, nel 13 % nella fascia 6-7 anni e nel 20 % nella fascia 7-8 anni. Per questa ricerca è stato aumentato il campione dai 5 ai 12 anni negli anni 2004 e 2007 e costituito il **Test delle Marionette** ([www.csppi.it](http://www.csppi.it) alla voce Test applicabili)

Ajuriaguerra e Stambak (1955) riconoscono il completo superamento delle sincinesie imitative tra i 9-10 anni, mentre quelle toniche scompaiono o si ridimensionano solo verso gli 11-14 anni. Gli stessi autori ritengono che nei casi in cui le sincinesie toniche rimangono, esse facciano parte delle caratteristiche dell'individuo.

Dai dati della bibliografia e dalle indagini svolte, sia nella norma che nei disturbi del movimento, la regola che le sincinesie imitative vengano indotte dai movimenti intenzionali distali può presentare delle eccezioni, in quanto a volte compaiono sincinesie toniche; per contro si può affermare la stabilità della regola per cui i movimenti assiali inducano sincinesie toniche alle parti distali.

L'inibizione alla diffusione dello stimolo ad altre parti corporee è un processo di lunga maturazione nel percorso evolutivo, influenzato anche dall'ambiente connotante le caratteristiche personali (*stile psicomotorio*) e che facilmente si presenta anche nell'età adulta ogni volta che si inizia una nuova attività motoria mai svolta prima. Basti pensare come si stringe il volante nelle prime lezioni di scuola guida, la diffusione tonica del bambino ai primi impegni per apprendere la scrittura, l'ipertono diffuso per un'attività particolarmente impegnativa specialmente se nuova. Risulta pertanto necessario tenere in considerazione, oltre al fisiologico processo evolutivo, anche il livello emozionale del momento e le caratteristiche tonico-emotive personali.

A conferma di quanto sopra esposto e dell'importanza del processo inibitorio alla diffusione dello stimolo nel 1986 ho riscontrato in nove casi di età compresa tra i 6 e i 10 anni, neurologicamente indenni e con un normale livello intellettuale (testati col Raven PM47), la presenza di sintomi costanti e imputabili al deficit inibitorio, tali da farmi identificare una sindrome specifica che poi ho confermato riconoscendo le medesime caratteristiche in diversi altri casi (Russo, 1987).

Un adeguato processo d'inibizione alla diffusione dello stimolo apre la possibilità di strutturare il processo dell'integrazione somatica.

### **3. Integrazione somatica**

Nel 1980 Rosano e Galletti, in una approfondita ricerca sulla tipologia e patologia dell'atto motorio, oltre a confermare la genesi organizzativa spazio-temporale per il coordinamento, hanno evidenziato il problema del processo d'integrazione somatica e in particolare quello dell'integrazione dei due emisomi e degli arti superiori con gli inferiori.

La limitazione della diffusione dello stimolo è fondamentale per l'organizzazione di sinergie motorie alle parti somatiche non comandate intenzionalmente; sinergie atte a svolgere funzioni di aiuto per una migliore resa dello schema motorio volontario. Questi schemi di aiuto sono detti *sinergismi d'utilità* e compaiono nel corso evolutivo man mano che si risolve la diffusione dello stimolo.

Un esempio tipico lo possiamo ritrovare nell'evoluzione del lancio di un oggetto. Le prime fasi sono costituite esclusivamente dallo schema di flessione dell'avambraccio sul braccio; che si presenta addotto; in seguito una marcata flessione del braccio determina una parziale rotazione del tronco, alla quale segue durante il lancio una derotazione con effetto di potenziamento del lancio; questo schema è il primo sinergismo d'utilità nel lancio della pallina. Nelle fasi successive intervengono, a facilitare e potenziare l'azione, altre parti corporee: avanzamento di un piede, l'arto superiore controlaterale al lancio si proietta in avanti, mentre nella fase esecutiva viene proiettato posteriormente e l'arto inferiore posteriore (rispetto alla postura preparatoria) si porta al livello dell'anteriore o lo supera.

Tutti questi sinergismi richiedono organizzazioni spaziali e tempi esecutivi tra loro integrati in una armonia somatica finalizzata ad ottenere il migliore risultato possibile.

L'innesto dei vari sinergismi avviene con progressione nel corso evolutivo e dipende dalla qualità e quantità di esperienze in quella data attività. La comparsa dei sinergismi è di norma automatica, pertanto non intenzionalmente voluta; è il desiderio di migliori conquiste che genera la comparsa; spesso nel processo d'integrazione somatica si riscontrano variabili personali. È possibile però che il bambino imiti le posture eseguite da altri, in tale caso l'intervento è intenzionale ed esula dalla modalità di acquisizione automatica dei sinergismi di utilità come avviene nella norma. Va inoltre tenuto in considerazione che la presenza dei modelli possano agire passivamente (cioè senza intenzionalità cosciente).

Nel caso di un processo d'inibizione incompleto, l'integrazione somatica può ugualmente comparire, ma presenterà sinergismi parziali, atipici o scompensi dell'asse, vanificando in parte il risultato e l'armonia del movimento a cui l'integrazione somatica è deputata.

Una valida integrazione sarà richiesta anche nei passaggi posturali più complessi, nel calcio della palla e in tutte quelle attività che chiamano in gioco le diverse parti corporee.

Il risultato di una valida integrazione somatica dipenderà da un articolato processo integrazione tra le aree corticali senso-motorie, le strutture cerebellari, i nuclei della base, il tronco dell'encefalo e il midollo spinale, in una armonia di gestione tra feed-forward, comandi esecutivi e feedback.

La figura 2 evidenzia i passaggi tra gli schemi semplici e quelli complessi.

## EVOLUZIONE DELL'ATTO MOTORIO ( Russo 1985, 1994)



Fi

g. 2

### Bibliografia consultata

- AJURIAGUERRA J. (De) et coll.(1950) *Tonus et types psychomoteurs*. Actes du Premier Congrès Intern. d'Anthropo-logie Différentielle.
- AJURIAGUERRA J. (De) (1974) *L'organisation psychomotrice et son troubles*. pp. 237-295, Masson, Paris.
- AJURIAGUERRA J.(De) (1978) *Ontogénéèse de la motricité*. In Hécaen H., Jeannerod M. (a cura di). *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*. Masson, Paris.
- AJURIAGUERRA J.(De), STAMBAK M. (!955). L'evolution des syncinésies chez l'enfant. *Press Med.*, 39, p. 817-819.
- BERGES J. (1960) Acquisition du schéma corporel chez l'enfant. *Med. Inf.*, 6.
- BERGES J. (1964) Les données fournies par l'examen clinique du tonus. *Perspectives Psych.*, 6.
- BERGES J.(1967) Le schéma corporel. *Orthopedagogica*, 1, 1.
- BERGES J., LEZINE L. (1963) *Test d'imitation de gestes, technique d'exploration du schema corporel et des praxies chez l'enfant de 3 a 6 ans*. Masson, Paris.
- BERGES J., HARRISON A., STAMBAK M. (1965) Etude de la latéralité; nouvelles perspectives. *Rev. Neurops. Inf.*, 13, 3.
- BOLLEA G. (1964) La patologia dell'atto motorio. Aspetti clinici e rieducativi. *Infanzia anormale*, 57, 275-297.

- CANTOR-KUBASE (1970) The correlation between amplitude and speed measures in children's lever-pulling behavior. *Psychonomic Science*, 18, 83-84.
- COLLIN A. (1914) *Le développement de l'enfant*. Doin, Paris.
- HAY (1979) Spatial-temporal analysis of movement in children: motor programs versus feedback in the development of reaching. *J. Motor Behavior*, 11, 189-200.
- HAY (1981) The effect of amplitude and accuracy requirements on movement time in children. *J. Motor Behavior*, 13, 177-186.
- HAYWOOD (1979) Age difference in movement time over distance proportional to size. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 309-310.
- HOLE A. (1967) Component process latencies in reaction times of children and adults. *Advances in child development*, 3, 225-261.
- KARMILOFF-SMITH A. (1992) *Beyond modularity*. Tr. It. (1995) *Oltre la mente modulare*. Il mulino, Bologna
- ROSANO M, GALLETTI F. (1980) *L'esame psicomotorio del bambino da 0 a 3 anni*. Atti dal Seminario "La valutazione nella terapia psicomotoria", Milano, 24-26 ottobre.
- ROSANO M, GALLETTI F. (1980) *Goffaggine, maldestrezza e instabilità*. Quaderni della riabilitazione, 12/4, 229.
- RUSSO R.C. (1985) Genesi ed evoluzione dell'atto motorio. *Notiziario AISPSIM*, marzo.
- RUSSO R.C., (1986) Genesi ed evoluzione dell'atto motorio, *Pagine di Psicomotricità*, 8, 33-37.
- RUSSO R.C. (1987) *Insufficiente inibizione motoria. Prospettive per il riconoscimento di una nuova sindrome*. Relaz. Al Congr. Naz. di Psicomotricità, Salsomaggiore, 1-3 ottobre 1987.
- RUSSO R.C. (2003) *Evoluzione e disturbi del movimento*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2003.
- RUSSO R.C. (2020) *Motricità*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
- STAMBAK M. (1963) *Tonus et psychomotricité dans la première enfance*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.
- WICKENNS (1974) Temporal limits of human information processing: a developmental study. *Psychol. Bull.*, 81, 739-755.