

Oculomotricità e processi cognitivo-comportamentali nell'età evolutiva.

Introduzione:

*Intelligenza e repertorio motorio sono potenziali filogenetici che saranno fruibili soltanto se sono sostenuti da una corretta ontogenesi dell'**organizzazione neurologica centrale (ONC)** e una corretta morfogenesi di maturazione della **gerarchia caudo-craniale (GCC)** del SNC.*

*Soddisfatte queste condizioni primarie, l'utilizzazione più o meno completa di detti potenziali è ancora condizionata, nell'età evolutiva, dalle situazioni **esperienziale, emozionale, sociale e culturale**. L'integrità e la ricchezza di tutto questo complesso forma le basi dei **processi cognitivo-comportamentali (PCC)** individuali.*

Come ben sappiamo, i PCC dell'età evolutiva sono direttamente dipendenti dalle capacità di esplorazione dell'ambiente e di elaborazione dell'informazione da essa derivante: quindi risultano di primaria importanza, per i PCC, la visione e l'oculomotricità, la capacità motoria generale e l'integrità neurologica delle strutture sottese a tutte queste funzioni; ad un livello più alto intervengono i centri associativi, che elaborano l'input per fornire il congruo output finale.

È comprensibile, quindi, che problematiche di ONC o di maturazione della GCC possano alterare questo delicato meccanismo e interferire negativamente coi PCC stessi.

ONC e maturazione della GCC:

Il midollo spinale è, al momento della nascita, la sede delle competenze motorie filogenetiche. Durante l'ontogenesi si sviluppano controlli superiori, via via più complessi, legati alla maturazione di strutture gerarchicamente più importanti, come riportato nello specchio riassuntivo di sinistra.

Il **cervelletto**, anche se origina dal romboencefalo, segue un processo di strutturazione a se stante e diventa supervisore e referente dell'intero sistema; anch'esso, comunque, è sottoposto ad uno sviluppo di tipo centralizzante, quindi lo possiamo così suddividere sotto l'aspetto filogenetico:

ARCHICEREBELLUM

- Lobo flocculo-nodulare (connesso al sistema vestibolare)

PALEOCEREBELLUM

- Verme e lobo anteriore (per estero- e propriocezione assiale e degli arti)

NEOCEREBELLUM

- Emisferi cerebellari (per il controllo e la coordinazione dell'attività motoria)

1. MIDOLLO SPINALE

2. TRONCO ENCEFALICO

- Romboencefalo
 - Mielencefalo e Metencefalo
 - Bulbo
 - Ponte
 - IV ventricolo
- Mesencefalo
- 3. PROENCEFALO
- Diencefalo
 - Ipotalamo
 - Talamo
 - III ventricolo
- Telencefalo
 - Archipallio
 - Ippocampo
 - Fornice
 - Setto pellucido
 - Paleopallio
 - Lobo olfattivo
 - Commessura anteriore
 - Neopallio
 - Nuclei della base
 - Corpo calloso
 - Ventricoli laterali
 - Aree associative

Nel percorso evolutivo del bambino, come in precedenza riportato, sono di estrema importanza gli aspetti esperenziali di esplorazione dell'ambiente ed interazione con esso, di contatto relazionale e presa di coscienza di sé. Tutti i PCC, infatti, sono il frutto della ONC e della strutturazione della GCC (il substrato) e dei rapporti di relazione del soggetto con l'ambiente che lo circonda (l'emergenza).

Trascurando momentaneamente l'organizzazione cerebellare, perché in qualche modo trasversale, possiamo allora classificare la sequenza di maturazione fisiologica della sensorialità centrale del bambino nel modo seguente:

- **4 mesi di vita: sensorialità sommersa (midollo allungato o bulbo)**
- **4-9 mesi di vita: sensazione (ponte)**
- **9-12 mesi di vita: percezione (mesencefalo)**
- **12-18 mesi di vita: stereo o tridimensionalità dell'informazione (corteccia primitiva)**
- **18 mesi, 6-7 anni di vita: multifocalità (corteccia definitiva: emisfero sub dominante e emisfero dominante).**

Volendo fare la lettura effettiva, vale a dire del movimento emergente, possiamo seguire la maturazione del bambino nelle sue fasi:

- **Monolateralità alternata**
- **Bilateralità**
- **Stereo o tridimensionalità del gesto motorio**
- **Sviluppo sensoriale tattile**
 - **Superficiale o esterocezione**
 - **Profondo o propiocezione**
- **Maturità e stabilizzazione articolare**
- **Senso dell'equilibrio**
 - **Dialogo tra vestibolo e cervelletto.**

Stereo: uscita dalla bidimensionalità e percezione della tridimensionalità spaziale dell'informazione sensorio-motoria.

In questo contesto l'oculomotricità può essere così riassunta:

1. **Monocularità (lunga distanza)**
2. **Biocularità**
3. **Binocularità (breve distanza)**
 - a. **Saccadi orizzontali**
 - b. **Saccadi verticali**
 - c. **Vergenze**
 - d. **Movimenti lenti d'inseguimento**
 - e. **Direzione dello sguardo**
 - i. **Movimenti vestibolo-oculari**
 - ii. **Movimenti optocinetici**

E dal lato della GCC, la lettura del processo di maturazione può essere la seguente:

- **Ponte: movimenti saccadici sul piano orizzontale**
- **Mesencefalo: movimenti saccadici verticali e movimenti di vergenza**
- **Ponte, cervelletto, corteccia cerebrale: movimenti lenti di inseguimento**
- **Vestibolo e propriocezione muscolare (oculare e del collo): direzione dello sguardo.**

È opportuno ricordare che sei sistemi neuronali di controllo mantengono la fovea sul bersaglio visivo; una comune via efferente, composta da tre gruppi di motoneuroni tronco-encefalici, contribuisce a questa funzione attraverso cinque sistemi neuronali di controllo, di cui tre portano l'immagine sulla fovea e due stabilizzano gli occhi durante i movimenti del capo:

1. **Movimenti saccadici:** movimenti rapidi (ballistici) che portano la fovea verso il bersaglio posto alla periferia del campo visivo
2. **Movimenti d'inseguimento lento:** mantengono la visione foveale del bersaglio che si sposta nel campo visivo
3. **Movimenti di vergenza:** mantengono la visione bifoveale all'avvicinarsi od allontanarsi del bersaglio nel campo visivo; sono gli unici movimenti disgiuntivi, i due occhi si spostano in direzione opposta durante la visione
4. **Movimenti vestibolo-oculari:** utilizzano le informazioni vestibolari per mantenere la visione retinica durante i movimenti del capo nello spazio
5. **Movimenti optocinetici:** utilizzano informazioni oculari e mantengono stabile l'immagine retinica durante i movimenti rotatori prolungati del capo nello spazio

Esiste un sesto sistema neuronale di controllo, o **sistema di fissazione**, che interviene a mantenere stabili gli occhi, inibendo attivamente i movimenti oculari, quando guardiamo un oggetto che suscita il nostro interesse. Questo sistema non è attivo quando vengono compiute azioni che non richiedono la vista, per esempio quando compiamo operazioni di calcolo.

Le alterazione della ONC e della GCC:

Soltanto se sarà rispettata la suddetta corretta e completa sequenza organizzativa neurologica, si arriverà per quel soggetto all'integrità delle competenze motorie e cognitive proprie: nel caso contrario, permarrà nel bambino una difficoltà nell'esplicazione finalizzata, che si svelerà con il tartaglio, sia esso verbale che motorio, manifestazione del riverbero dell'afferenza nei passaggi tra:

- **Identificazione**
- **Riconoscimento ed analisi**
- **Efferenza.**

***Tartaglio:** rimbalzo motorio o verbale tra più tentativi di centrare il bersaglio, con errore di volta in volta più piccolo.*

Per meglio spiegare, facciamo un esempio prendendo a soggetto l'informazione verbale: in condizioni ottimali l'input (proveniente dall'orecchio destro) viene riconosciuto a livello dell'emisfero sinistro (o dominante) nell'area temporale di Wernicke; da lì l'informazione, attraverso il fascicolo arcuato, passa all'area frontale di Broca, per la meccanica del lin-

guaggio di risposta; dall'area di Broca, infine, il segnale viene rinviato all'emisfero destro, ai centri corrispondenti per la necessaria efferenza finale (componente motoria della fonazione).

In presenza di problematiche morfogenetiche a carico della GCC intervenute nell'arco dei primi 7 anni di vita, invece, l'input, veicolato dai recettori di sinistra (occhio, orecchio, mano) non arriva all'emisfero sinistro, ma ha come bersaglio le aree speculari dell'emisfero destro (o sub-dominante); da qui, prima di poter riprendere la normale via effettrice e perché sia effettuato il necessario riconoscimento, l'informazione deve essere riverberata alle aree predisposte dell'emisfero sinistro, secondo lo schema precedentemente riportato. In questo passaggio aggiuntivo l'informazione (sotto qualsiasi forma) subisce trasposizioni, inversioni, sostituzioni e salti. In questo quadro, trasposizioni, inversioni e sostituzioni sono meno gravi rispetto ai salti. Il risultato sarà comunque il fenomeno del tartaglio, vale a dire l'emergenza dell'errore.

L'area di Wernicke è localizzata nel lobo temporale della corteccia cerebrale e interviene nella comprensione del linguaggio ascoltato. L'area di Broca è localizzata nel lobo frontale della corteccia cerebrale e interviene nell'articolazione motoria delle parole. Le due aree sono collegate tra di loro dal fascicolo arcuato.

In condizioni di alterazioni della GCC, allora, avremo in concreto ed in ordine di rilevanza le problematiche infantili di dominanza e lateralizzazione: **dislessie, dislalie, incoordinazione gestuale, maldestrezza, difficoltà a distinguere la destra dalla sinistra, difetti di convergenza oculare (spesso con deficit alternati), mancata o incorretta coordinazione occhio-mano e/o occhio-piede, deficit d'attenzione e di concentrazione, scarsa resa scolastica e sportiva, alterazioni caratteriali e comportamentali e così via.**

Ripristinare la corretta GCC:

In questi casi, un intervento specialistico, effettuato il più precocemente possibile, può ristabilire la normale funzionalità correggendo le incongruenze. Nelle situazioni minori operare sull'oculomotricità può essere utile per agire positivamente sulla GCC e quindi sulla lateralità, sulla dominanza e sugli schemi verbale, visivo, motorio e corporeo.

L'ideale sarebbe effettuare l'intervento sul bambino fra i 7 e i 14 anni, ma anche in un soggetto adulto gli esiti del trattamento possono essere quanto mai interessanti. Sempre per ottimizzare i risultati, sarebbe opportuno riuscire ad individuare il momento di interruzione nell'originaria sequenza maturativa della GCC del soggetto, tuttavia, se ciò non è possibile, si può sempre ripartire dal livello più basso (bulbare) e procedere lungo la normale sequenza sensoriale e motoscopica evolutiva: le stazioni pontine, quindi mesencefaliche e così via, fino ai livelli coordinativi più alti della corteccia primitiva e definitiva.

Inoltre è bene ricordare che non è funzionale procedere allo stadio successivo, prima che la sequenza precedente sia stata completata efficacemente.

Per tutti questi aspetti, risulta evidente che è del tutto inutile far fare, per esempio, esercizi di convergenza oculare a quel bambino che ha avuto un'alterazione sequenziale nella fase di maturazione bulbare o pontina, per quanto sopra esposto non otterremmo i risultati sperati.

Spesso esercizi apparentemente semplici falliscono, nonostante la costanza delle ripetizioni, soltanto perché sono impostati su un gradino successivo all'interruzione avuta nella sequenza maturativa neurologica: ogni caso dovrebbe essere analizzato con estrema attenzione.

È importante, ancora, ricordare che l'intento dell'allenamento è quello di rieducare il soggetto alla dominanza destra, quindi gli esercizi devono essere basati su un'operatività che privilegi l'uso (e quindi il riallenamento) della mano destra, dell'occhio destro, dell'orecchio destro: le informazioni, a tal modo, saranno dirette all'emisfero sinistro o dominante. Qui sotto riportiamo un esempio operativo utile in corso di dislessia:

1. Viene proposta al soggetto una storia con sequenza disegnata (da 3 a 5 immagini) e supporto audio descrittivo fornito tramite un auricolare nell'orecchio destro
2. Il soggetto ripete verbalmente la storia col supporto visivo, ma senza supporto audio
3. Il soggetto ripete verbalmente la sequenza disegnata precedente, senza nessun supporto audiovisivo
4. Eventualmente una seconda ripetizione ad occhi chiusi
5. Il soggetto ripete la storia con parole sue e con spiegazioni su quanto accade (stereo).

Naturalmente quello precedente deve essere preso soltanto come uno specchietto esplicativo e non come un esercizio meccanico.

Per quanto concerne l'oculomotricità, invece, l'intervento potrebbe essere il seguente:

1. **Movimenti saccadici orizzontali**
 - **Monoculari**
 - **Bioculari**
 - **Binoculari**
2. **Movimenti saccadici verticali**
3. **Movimenti d'inseguimento lento**
4. **Movimenti di vergenza**
5. **Movimenti vestibolari**
6. **Movimenti optocinetici**

Anche questo schema è soltanto indicativo.

È opportuno ricordare ancora una volta che il passaggio da un punto a quello successivo dovrebbe essere eseguito soltanto al completamento della performance di quel punto.

GCC e coordinazione motoria:

Oltre all'oculomotricità, i concetti sopra esposti possono essere applicati, con i medesimi risultati, ad ogni livello di motricità e di coordinazione. Il criterio è identico: partire dal livello più basso nella GCC per quell'attività e seguirne lo sviluppo attraverso i vari gradini maturativi.

Riportiamo di seguito uno specchietto esplicativo sulla motricità globale:

- **Strisciamento omolaterale (da rettile)**
 - **Arto superiore destro e arto inferiore destro**
 - **Arto superiore sinistro e arto inferiore sinistro**
- **Strisciamento crociato**
 - **Arto superiore destro e arto inferiore sinistro**
 - **Arto superiore sinistro e arto inferiore destro**
- **Gattonamento omolaterale**
 - **Arto superiore destro e arto inferiore destro**
 - **Arto superiore sinistro e arto inferiore sinistro**
- **Marcia crociata sulle ginocchia**
 - **Arto superiore destro e ginocchio sinistro**
 - **Arto superiore sinistro e ginocchio destro**
- **Marcia crociata**
 - **Arto superiore destro e arto inferiore sinistro**
 - **Arto superiore sinistro e arto inferiore destro**

La sequenza può avere il supporto audiovisivo, per cui il soggetto vede la sequenza filmata e riceve istruzioni verbali (come precedentemente riportato), o essere effettuata su imitazione:

- 1. Viene proposto al soggetto un filmato con supporto audio descrittivo fornito tramite un auricolare nell'orecchio destro**
- 2. Il soggetto descrive quanto vede nella sequenza filmata**
- 3. Il soggetto ripete l'azione per imitazione con supporto audio**
- 4. Il soggetto ripete l'azione per imitazione senza nessun supporto audiovisivo**
- 5. Eventualmente una seconda ripetizione ad occhi chiusi**
- 6. Il soggetto spiega quanto ha fatto con parole sue (stereo).**

Ancora una volta è importante ribadire che gli schemi sopra riportati sono soltanto indicati e non da seguire meccanicamente; inoltre devono essere considerati come consigli di massima, utili per intervenire su problemi di base, mentre in situazioni più complesse è bene rivolgersi agli specialisti di settore.

Daniele Ugolini - Terapista della Riabilitazione

Fisioterapia Posturale - Correzione Posturale Neuroindotta

Referente dell'Associazione Italiana Posturologi per Toscana ed Emilia Romagna

Docente di Corsi di Posturologia

Bibliografia essenziale.

- **Baron J.** – *Relazioni tra i muscoli motori oculari, le pinne e l'equilibrio dei pesci – Estratti dei resoconti delle sedute dell'Accademia delle Scienze – Tomi 1087-1089, 1950*
- **Bonavita V., Di Iorio G.** – *Neurologia Clinica* – Ed. C.G. Medico-Scientifiche, 1996
- **Bradley W.G., Daroff R. B., Fenichel G.M., Marsden C.D.** – *Neurologia nella pratica clinica* – CIC Ed, 2003
- **Cioci A.** – *Corso di Neuropsichiatria e Processi di apprendimento – Atti* – Milano Marittima, 16 maggio 2010
- **Crossman A.R., Neary D.** – *Neuroanatomia* – Springer Ed., 1998
- **Dell'Osso L.F., Daroff R.B.** – *Eye movement Characteristics and Recording Techniques* – W. Tasman, A.E. Jaeger (eds), Duane's Clinical Ophthalmology (rev ed). Philadelphia: Lippincot-Raven, 1997.
- **Gagey P.M., Weber B.** – *Posturologia. Regolazione e perturbazioni della stazione eretta* – 2ª edizione – Marrapese Editore – Roma, 2000
- **Gagey PM, Martinerie J, Pezard L, Benaim C.** – *L'équilibre statique est contrôlé par un système dynamique non-linéaire* – Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 1998;115(3):161-8
- **Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessel T.M.** – *Principi di neuroscienze* – Terza edizione – Casa Editrice Ambrosiana – Bologna, luglio 2003
- **Marrucchi C.** – *Coordimetria di versione, complemento del bilancio posturale* – Agresologie – 28,9, 949-92, 1987
- **Montecucco NF.** – *Cyber. La visione olistica* – Edizioni Mediterranee, Roma 2000
- **Purves D., Augustine G.J. et al.** – *Neuroscienze* – Seconda edizione – Zanichelli – Bologna, dicembre 2004
- **Roll J.P., Roll R.** – *Corso di Neurofisiologia della Regolazione Posturale – Atti* – Padova, 20 settembre 2008
- **Roll J.P., Roll R.** – *Kinesthetic and motor effects of extraocular muscle vibration in man* – in: Eye movements – O'Regan J.K. & Levy-Schoen A. – Amsterdam, 1987
- **Roncagli V.** – *Sports Vision* – Le scienze visive al servizio dello sport – 2000
- **Ruggieri V., Marone P., Fabrizio M.E.** – *Immagine corporea, sensibilità tattile al solletico e anoressia mentale* – Cibus, 1, 11-21, 1997
- **Ugolini D.** – *Importanza dell'entrata oculare nello sport* – Tesi sperimentale A.A. 2003-2004 – Master Interdisciplinare di I° livello in Posturologia – Università "La Sapienza" – Roma
- **Ugolini D.** – *Occhio e postura* – A.I.O.C. – Rivista di contattologia e optometria dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi – vol. XXXIII – n. 2 – 2009
- **Ugolini D.** – *Il controllo dello sguardo e le implicazioni posturali* – A.I.O.C. – Rivista di contattologia e optometria dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi – N. 2 – 2010
- **Ugolini D.** – *i movimenti saccadici oculari nel controllo posturale* – Tesi sperimentale A.A. 2008-2009 – Master di I° livello in Posturologia Clinica – Università di Pisa