



Studio di abilità prescritturali in bambini della scuola primaria mediante video analisi

De Bernardi E., Pezzoli A., Bejor M.

Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Rianimatorie-Riabilitative e dei Trapianti d'Organo, Sezione di Medicina Fisica e Riabilitativa, Università degli Studi di Pavia, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italia

INTRODUZIONE

L'importanza della coordinazione dell'arto superiore in movimenti multi-articolari fondamentali per le attività quotidiane e il ruolo di predominanza di alcune articolazioni, in base al target da seguire, hanno posto interrogativi sulla modalità di sviluppo del *network* neuronale che presiede alla formazione e alla scelta degli schemi motori [1].

Il Sistema Nervoso Centrale (SNC) organizza le svariate informazioni provenienti dal mondo esterno per ottimizzare i movimenti in termini di precisione e dispendio energetico [2]. Gli schemi motori di base sono organizzati principalmente mediante circuiti di *feedback* e di *feed-forward*. L'organizzazione circuitale è immagazzinata a livello del SNC che ne governa l'attuazione in base alle caratteristiche dell'ambiente in cui si compie il gesto ed alle relative modifiche [3-4]. La flessibilità dello schema

motorio permette di agire, nell'ambiente circostante, adattando i percorsi motori predefiniti ad eventuali ostacoli intesi anche come deficit, periferici o centrali, del soggetto attuante (esempio in caso di ictus) [5-6].

Nei primi anni di vita l'ambiente esterno con le sue informazioni diventa fondamentale per permettere uno sviluppo adeguato degli schemi motori del bambino, sulla base del progressivo miglioramento gestuale ottenuto confrontando gli *inputs* sensoriali con gli *outputs* motori. Lo studio delle prime fasi dello sviluppo del controllo della catena articolare risulta importante sia per indicare le tappe fondamentali, così da avere un indice di riferimento nella valutazione di soggetti prescolari, sia nel predirne eventuali alterazioni [7]. La corretta successione dell'attivazione dei gruppi muscolari che controllano sia l'escursione che la consequenzialità dei movimenti articolari risulta evidente solo nel momento in cui il bambino acquisisce le conoscenze scolastiche di base che gli permettono di approcciarsi alla scrittura che, dal punto di vista cinematico, può essere paragonata ad un movimento complesso di traslazione ed oscillazione [8-9].

La letteratura esistente lamenta la mancanza di un test che valuti l'attività dell'arto superiore indipendentemente dal livello scolastico raggiunto dal soggetto. Si è tentato di superare questa limitazione mediante tecniche optoelettroniche di video analisi computerizzata che però sono di applicazione complessa perché necessitano di una preparazione preventiva del soggetto e dell'ambiente di ripresa che può influenzare il movimento stesso [10].

Nel nostro studio, l'utilizzo di un test basato sul tracciamento su un piano di figure proiettate davanti ai soggetti non richiede le capacità astrattive complesse proprie della scrittura e può essere utilizzato anche a livello prescolare o in pazienti disgrafici [11]. L'utilizzo di Dartfish™, con la

possibilità di inserire *markers* virtuali direttamente sulla ripresa, non disturba l'azione del paziente in quanto necessita solo di una videocamera e di un'illuminazione ambientale adeguata il che amplia il campo d'azione degli strumenti optoelettronici in commercio.

MATERIALI E METODI

Questo studio presenta un metodo di valutazione quantitativa del movimento di *reaching* dell'arto superiore in bambini sani che viene sviluppato per ottenere dei valori di riferimento normativi per studi successivi. L'elaborazione *software* consente infatti di rappresentare graficamente i dati ottenuti fornendo, eventualmente, uno strumento diagnostico di immediato utilizzo. Non da ultimo si deve considerare che la metodica non è invasiva per il paziente, applicabile ovunque e con un costo accessibile.

I bambini, che hanno composto il campione utilizzato nel presente studio, frequentano tutti le scuole elementari di Voghera con una carriera scolastica regolare, non sono mai stati presi in carico dal servizio di neuropsichiatria infantile e non hanno subito traumi all'arto superiore nell'ultimo anno (fratture e distorsioni).

Dopo aver ottenuto dai genitori un opportuno consenso informato allo studio, i bambini sono stati sottoposti a uno *screening* neuropsicologico, basato sulla memoria a breve termine, sulle capacità logico deduttive e sulle prassie motorie, al fine di assicurarsi del loro normale sviluppo.

La prova motoria consisteva nel condurre fuori dal labirinto, proiettato nella parete di fronte al soggetto testato, il cursore di un *mouse wireless* dato in dotazione seguendo le indicazioni date dall'osservatore.

La prova veniva eseguita sotto due comandi distinti: il primo era quello di eseguire il movimento il più veloce possibile e il secondo di privilegiare l'accuratezza.

I due ordini venivano somministrati casualmente ai bambini e venivano intervallati da una prova sui tempi di reazione visivi utilizzata come distrattore. Il labirinto e la prova intermedia venivano generati dal programma "Princ Tempi Di Reazione".

Il movimento era ripreso posteriormente da una foto videocamera Casio Exilim Fx 1 posta alle spalle del bambino a un'altezza di circa due metri con un'inclinazione di 120 gradi pari all'angolo formato dall'omero con l'avambraccio.

In ogni ripresa si valutava ogni 0.8 secondi l'escursione angolare dell'articolazione della spalla, del gomito e del polso attraverso l'apposizione di *markers* virtuali grazie al programma Dartfish™. I dati venivano così registrati in tre tabelle, una per ogni articolazione, e quindi esportati nel foglio di calcolo di Excel™ dove venivano rappresentati graficamente in un piano cartesiano che riportava, in ordinata, i valori angolari e, in ascissa, il numero dei semiquadri in cui avveniva la registrazione.

La linea di tendenza calcolata su questi valori per ogni soggetto, per ogni articolazione e per ogni richiesta data rappresentava la traiettoria motoria dell'articolazione e in tutti i casi, con una buona approssimazione, si avvicinava a una parabola. Valutata la normalità di distribuzione dei coefficienti delle linee di tendenza attraverso MedCalc™, gli stessi sono stati mediati tra loro al fine di ottenere 6 equazioni medie che rappresentassero l'andamento dell'intero campione. Le funzioni medie sono infine state rese graficamente (\pm deviazione standard) grazie al programma Derive 6.1™.

RISULTATI

I dati ottenuti mediante l'apposizione di *markers* virtuali, esportati in Excel™ per una rielaborazione grafica, sono rappresentati nella figura 1. Successivamente, dopo la mediazione dei coefficienti delle linee di tendenza, si sono ottenuti dei grafici riassuntivi dell'andamento dell'intero campione, riportato in figura 2.

CONCLUSIONI

La metodica studiata si è dimostrata sensibile nel sottolineare differenze tra schemi motori non altrimenti visibili a occhio nudo. Attraverso il confronto tra un gruppo di bambini frequentanti la seconda elementare e uno del triennio successivo si nota che i bambini più piccoli svolgono il compito di tracciamento con un movimento *en bloc* dell'arto superiore, mentre la singolarizzazione delle articolazioni, simile a un movimento più adulto, compare solo successivamente, con un ruolo predominante del polso nell'attività che richiede un maggior controllo.

Confrontando i filmati di uno stesso soggetto durante la prova si nota l'attuazione di uno schema motorio più o meno spalla-incentrato a seconda delle richieste dell'osservatore. In accordo con la letteratura odierna, nel movimento più veloce la spalla risulta essere l'articolazione cardine mentre nel movimento più accurato il polso viene condotto dal gomito, riducendo l'escursione dell'articolazione più prossimale.

Nello studio di un soggetto con un deficit periferico di tipo visivo e un controllo, l'analisi con i *markers* virtuali risulta importante nella identificazione di quale articolazione si discosta maggiormente dalla norma

e del punto preciso in cui avviene l'errore, permettendo di intervenire in modo più mirato. In questo caso, la rappresentazione cartesiana offre un valido aiuto evidenziando graficamente il *range* in cui viene eseguito il gesto e quantificando la distanza dello stesso dalla norma (figura 3).

La nostra metodica si è quindi dimostrata utile nell'analisi del movimento rispettando però i criteri di non invasività, di adattabilità agli ambienti familiari e di costo contenuto indicati nei nostri obiettivi. La sua semplicità di utilizzo la rende inoltre applicabile a diversi campi riabilitativi per analizzare insieme al paziente gli eventuali progressi o per ripensare un programma riabilitativo più consona. Le criticità riscontrate sono soprattutto date dall'analisi del movimento lungo un solo asse, problema che può essere risolto con l'utilizzo di più fotocamere, e dall'esiguità del campione.

	Maschi	Femmine	Totale
<i>Soggetti (%)</i>	9 (42.8%)	12 (57.2%)	21 (100%)
<i>Età media (min-max) (anni)</i>	9.3 (7.6-11.6)	9.2 (7.6-11.1)	9.3 (7.6-11.6)
<i>Soggetti in classe II (%)</i>	4 (57.1%)	3 (42.9%)	7 (100%)
<i>Soggetti in classe III</i>	0 (0%)	3 (100%)	3 (100%)
<i>Soggetti in classe IV</i>	3 (60%)	2 (40%)	5 (100%)
<i>Soggetti in classe V</i>	2 (33.3%)	4 (66.6%)	6 (100%)

Tabella 1. Popolazione oggetto di studio.



Figura 1. Valori istantanei dei vari angoli al momento della ripresa. Le tabelle in sovrapposizione riportano i valori numerici degli angoli e i tempi in cui sono stati rilevati.

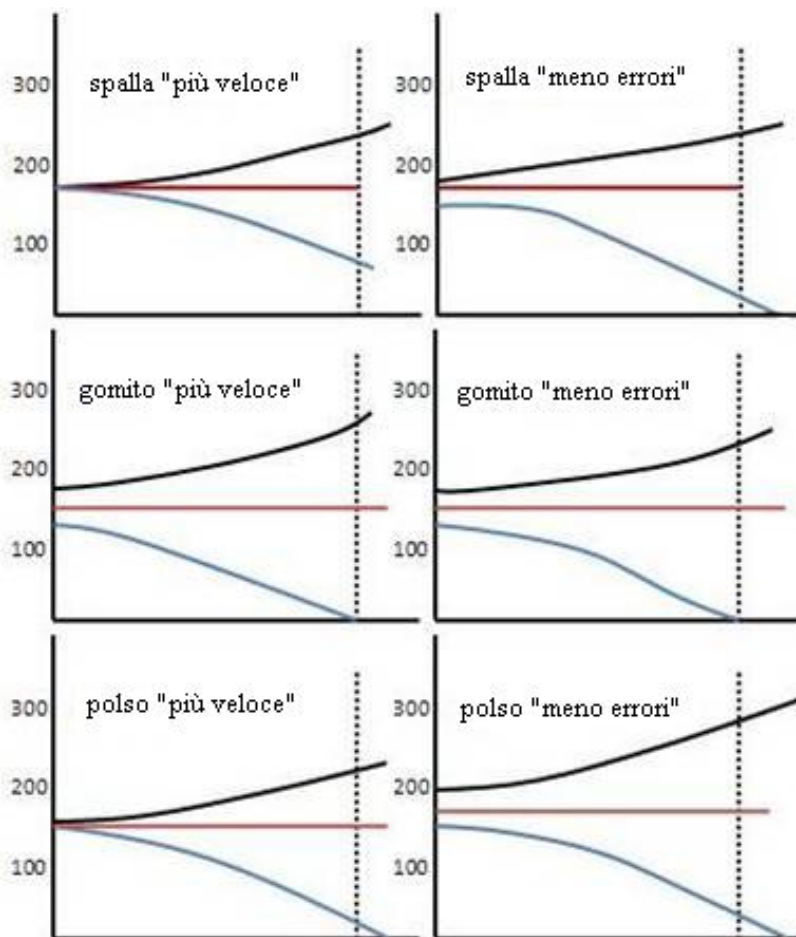


Figura 2. Grafici riassuntivi dell'andamento dell'intero campione suddivisi per articolazione e richiesta verbale.

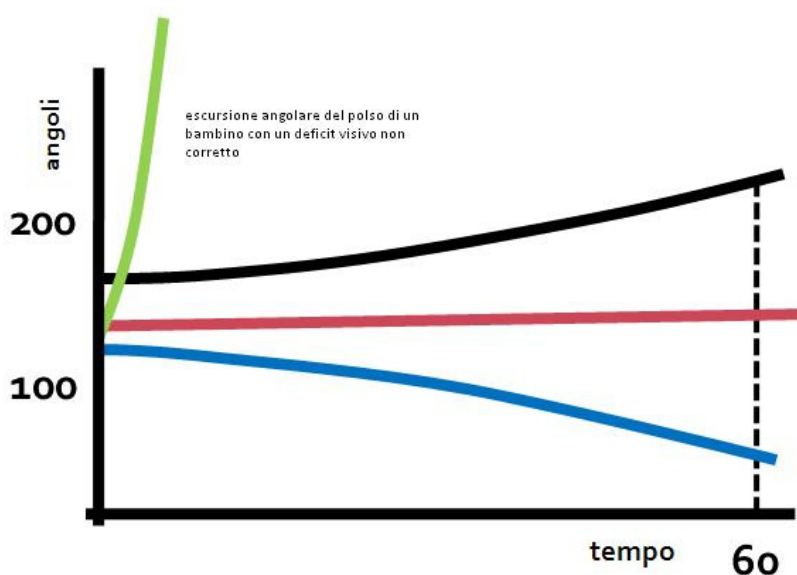


Figura 3. Confronto dell'escursione angolare del polso durante la prova di tracciamento tra un bambino con deficit visivo non corretto (curva verde) e il campione di soggetti di riferimento da noi analizzato.

RIASSUNTO

Il nostro studio si propone di valutare le posizioni articolari assunte dall'arto superiore di bambini non patologici mediante l'apposizione di *markers* virtuali, durante la prova di tracciamento su un piano di figure geometriche proiettate di fronte.

Da questa analisi si è sottolineata una differenza netta nello schema motorio tra i bambini frequentanti la seconda elementare, che attivano l'arto superiore *en bloc* indipendentemente dalla richiesta verbale esterna, e quelli del triennio successivo nei quali si denota una singolarizzazione articolare più simile a quella di uno schema adulto con un utilizzo più marcato del polso rispetto alle altre articolazioni alla richiesta di un movimento più accurato.

Inoltre grazie all'elaborazione quantificata delle tracce rilevate con l'utilizzo dei markers virtuali forniti dal programma è stato possibile rilevare come il medesimo individuo adottasse strategie motorie, altrimenti non rilevabili ad occhio nudo, quando eseguiva il movimento seguendo ordini verbali differenti. L'elaborazione statistica effettuata con comuni programmi commerciali (Excel™ e MedCalc™) dei dati quantitativi ottenuti con il programma di video analisi Dartfish™ consente inoltre di ottenere delle rappresentazioni grafiche utili per una consultazione immediata.

Rispetto alle apparecchiature optoelettroniche in commercio, la video analisi computerizzata ottenibile con *software* ad alte prestazioni, oltre ad essere molto più economica, ha il vantaggio di essere meno invasiva per il paziente, permettendone anche l'utilizzo con bambini molto piccoli o con soggetti anziani, ed in ambienti non dedicati e familiari, diminuendo lo stress sul soggetto.

SUMMARY

The visuomotor skills in daily living raises some questions about the growth of neuronal network controlling the selection of the best motor strategy.

Our study analyzed articular range of shoulder, elbow and wrist in children, attending primary school, performing a simple gesture. Joints' positions were evaluated, before the performance, by Dartfish's virtual markers placed on the captured video. The test consisted in following a labyrinth projected in front of the subjects, carrying out the therapist's verbal command. All the data were showed graphically in an Excel's sheet.

The results emphasized the different strategies, not visible without instruments, not only between the youngest children and the other but even in the same subject under different verbal orders.

This method, comparing with optoelectronic instruments, is less expensive and less invasive for the patient, allowing video recording in normal activity of daily living.

BIBLIOGRAFIA

1. Flanagan JR, Bowman MC, Johansson RS. Control Strategies In Object Manipulation. *Tasks Current Opinion In Neurobiology* 2006;16:650-659
2. Daniel M, Ghahramani W, Ghahramani Z. Computational Principles Of Movement Neuroscience. *Nature Neuroscience* 2000;3(suppl. 1)
3. Schneiberg S, Sveistrup H, McFadyen B et al. The Development Of Coordination For Reach-To-Grasp Movements in Children. *Exp Brain Res* 2002;3:142-154
4. Gottlieb G, Song Q, Almeida G et al. Directional Control Of Planar Human Arm Movement. *Neurophysiology* 1997;78:2985-2998
5. Prabhu G, Lemon R, Haggard P. On-Line Control Of Grasping Actions: Object-Specific Motor Facilitation Requires Sustained Visual Input. *The Journal Of Neuroscience* 2007;27(46):12651-12654
6. Cirstea MC, Mitnitski AB, Feldman AG et al. Interjoint Coordination Dynamics During Reaching In Stroke. *Exp Brain Res* 2003;151:289-300
7. Summers J, Larkin D, Dewey D. Activities Of Daily Living In Children With Developmental Coordination Disorder: Dressing, Personal Hygiene, And Eating Skills. *Human Movement Science* 2008;27:215-229
8. Hamilton SS. Evaluation Of Clumsiness In Children. *Am Fam Physician* 2002;66:1435-1440
9. Athenes S, Sallago I, Zanone PG et al. Evaluating The Coordination Dynamics Of Handwriting. *Human Movement Science* 2004;23:621-641
10. Feder KP, Majnemer A. Handwriting Development, Competency, And Intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007;49:312-317
11. Sagnol C, Debillon T, Debu B. Assessment Of Motor Control Using Kinematics Analysis In Preschool Children Born Very Preterm. *Dev Psychobiol* 2007;49:421-432

