

La propriocezione è “logica”: essa dice che è vero ciò che è vero!

PAOLO RAIMONDI* - ELENA MARTINELLI** - VINICIO PROSPERINI***

* Professore Associato Facoltà di Scienze Motorie L'Aquila, Dip. Ing. Meccanica Energetica Gestionale;

** Professore Associato Corso di Laurea in Scienze Motorie. Facoltà di Medicina e Chirurgia Università degli Studi Firenze;

*** Professore a.c. Facoltà di Scienze Motorie L'Aquila

Riassunto

Gli autori dopo una breve disamina sull'importanza della “propriocezione” e sul ruolo che essa ha nella costruzione del movimento volontario, adatto in molte forme di educazione e rieducazione motoria, illustrano alcuni principi per la gestione dell'attività propriocettiva.

Parole chiave: propriocezione, movimento volontario.

Summary

The authors, after a brief discussion about the importance of “proprioception” and its role in the construction of voluntary movement, suitable in many education and re-education forms, outline some principles for the management of proprioceptive activities.

Key word: proprioception, voluntary movement.

INTRODUZIONE

Se invitiamo una persona alla elaborazione di sintesi percettiva di un movimento, quale risposta darà? Se invitiamo una persona a verificare la relazione spaziale del corpo, con la verticale o la relazione spaziale di più parti del corpo a cosa farà riferimento? Se invitiamo una persona ad esercitare un'articolazione instabile, quale tattica motoria utilizzerà?

Il nostro lavoro prende spunto da queste domande che ci portano, in prima istanza, a significare alcune componenti del “senso del movimento”.

Per espletare correttamente una esercitazione sulla base dell'attività percettivo-motoria e non un semplice esercizio in veste meccanicistica occorre, fra le tante cose, discriminare le informazioni, anticipare il movimento, valutare lo stato dei recettori sensoriali, prevedere la risposta alternativa, prendere la decisione, controllare il movimento e in altri casi di allenare le reazioni posturali archeopropriocettive (1).

Tutto ciò avviene ad opera dei recettori sensoriali che ci permettono di analizzare il movimento e lo spazio.

Ai cinque sensi tradizionali (vista, tatto, udito, gusto, olfatto) e alle rispettive afferenze sensoriali (2-3-4-5-6-7) non possiamo non aggiungere il senso cinestesico (8) reso possibile dai propriocettori situati nei muscoli, tendini e articolazioni e dalle informazioni provenienti dagli organi di senso (soprattutto da quelli telecettivi).

Quindi, ai cinque sensi tradizionale è il caso di

aggiungere i recettori vestibolari, i propriocettori muscolari e articolari... “Ci sembra normale conoscere il movimento del nostro braccio o la direzione della verticale, ma nessun indizio ci lascia indovinare che abbiamo nei muscoli dei recettori di lunghezza o di forza, nelle articolazioni dei recettori di rotazione, nella pelle dei recettori di pressione e di attrito, all'interno di ogni orecchio cinque recettori (l'utrículo, il sacculo e i tre canali semicircolari) che misurano i movimenti della testa” (9) ...

In questa premessa abbiamo citato funzioni importanti quali quelli della percezione, dei sensi, della coscienza, dell'anticipazione, della risposta motoria, del controllo, della coordinazione.

Certo non abbiamo preso in considerazione tutti i “meccanismi” di cui il cervello ha bisogno per predire il movimento e controllarlo ma abbiamo citato solo alcuni argomenti che ci permettono di valutare le afferenze sensoriali e il concetto di esercizio propriocettivo.

IL RUOLO DEI PROPRIOCETTORI

Prima di dissertare sul concetto di *rieducazione propriocettiva* riteniamo indispensabile approfondire i processi dei propriocettori al fine di qualificarne il loro ruolo. Come tutti gli animali, anche noi utilizziamo i processi sensoriali per percepire il mondo e ogni processo è subalterno a specifiche informazioni che provengono dai sensi.

A titolo di interesse fisiologico è bene ricordare però che non si usano solo le informazioni interne propriocettive, che affluiscono alla corteccia, ma anche segnalazioni esterocettive che provengono dal mondo esterno. Quindi l'omeostasi del nostro corpo è un rapporto fra le informazioni interne e quelle esterne, cioè un rapporto fra mondo interno e mondo esterno.

Ma cosa percepiamo? Alcuni sensi come la propriocezione e la cinestesia ci aiutano a percepire i movimenti, altri a percepire i sensi più profondi (es. temperatura, equilibrio idrosalino, sensibilità vestibolare, ecc). Le *informazioni propriocettive* permettono il monitoraggio della posizione del corpo e degli arti, le *informazioni cinestesiche* permettono il monitoraggio dei movimenti.

Il sistema sensitivo si attiva quando uno stimolo viene prelevato dal recettore sensitivo (meccanocettori, termocettori, nocicettori, recettori elettromagnetici, ecc.). Dalla sua forma fisica (meccanica, termica, ecc) il neurone preleva e cataloga lo stimolo, lo trasduce in potenziali di azione, che possono essere ulteriormente elaborati, l'avvia ai centri riceventi specializzati al tipo di sensibilità. Al termine della via sensitiva i centri di regolazione possono integrare le informazioni con quelle simili, già immagazzinate, e dopo un processo di identificazione che altro non è che il processo percettivo, può avere inizio l'azione necessaria.

Tutte le informazioni hanno un certo pattern temporale (inizio e durata dello stimolo) e un pattern spaziale. Dall'integrazione di tutte le informazioni sensoriali il cervello abbozza un'immagine dell'ambiente.

Anche la muscolatura striata è dotata di organi percettivi che sono in grado di espletare varie "misurazioni", come i fusi neuromuscolari che trasmettono la componente sensitiva di distensione della muscolatura. I fusi non sono recettori esclusivamente passivi in quanto il cervello può modificarne la sensibilità; essi hanno la capacità della "modulazione delle proprietà dinamiche in funzione del movimento, dell'obiettivo e del contesto". Altri due tipi di recettori sono collegati ai muscoli quali gli organi tendinei del Golgi che segnalano solo la quantità e il ritmo di cambiamento di tensione del muscolo e le terminazioni anulospirali, localizzate nelle fibre intrafusali, in grado di segnalare anche la direzione del cambiamento; ambedue, pertanto, sono incaricati di segnalare e regolare la coordinazione dell'attività muscolare. I corpuscoli di Pacini e i fusi, forniscono al cervello, al cervelletto e alla corteccia sensitiva, un'immagine reale del tono muscolare e degli spostamenti articolari. I recettori di Ruffini sono situati entro la capsula articolare e il loro angolo di attivazione è compreso fra i 15° e i 30° (10). Quando distendiamo e flettiamo un braccio, per essere coscienti della posizione e dei movimenti delle articolazioni alcuni neuroni segnalano

l'angolo di flessione e scaricano con una frequenza proporzionale alla velocità di esecuzione.

... "Per esempio, un assone può rispondere tutte le volte che l'angolo di giuntura è tra 180° e 165°. Un altro può rispondere solo quando l'angolo di giuntura è tra 70° e 65°. Così, quando muovete un braccio dalla posizione diritta a una piegata, dapprima viene attivato un assone, poi il secondo, poi il terzo, ecc. Ogni assone ha una gamma di circa 15° nella quale rispondere. I recettori nella giuntura segnalano la direzione del cambiamento, la quantità di cambiamento e il ritmo di cambiamento degli angoli di giuntura. I recettori associati ai muscoli segnalano la direzione del cambiamento, la quantità di cambiamento, il ritmo di cambiamento della tensione del muscolo"(10). Il sistema vestibolare, prelevando informazioni da ambedue i lati del capo è importante per mantenere la postura. La sua interazione con i recettori della muscolatura del collo è fondamentale per la postura del capo in rapporto alle altre parti del corpo e all'ambiente esterno. Quando vi è una discrepanza fra le informazioni del lato destro e dal lato sinistro, il corpo cerca di compensare tale diversità ma se da un lato il sistema vestibolare è danneggiato e vi è una discrepanza informativa fra destra e sinistra: la posizione del capo e quella del corpo tendono a modificarsi continuamente.

In sintesi i recettori propriocettivi muscolo-tendinei hanno la capacità di regolare il tono muscolare; i recettori articolari hanno la capacità di informare sulla posizione e la velocità di spostamento. I recettori cutanei informano sullo stato plantare o di prensione; i recettori telecettivi e vestibolari e i propriocettori cervicali hanno la capacità di informare sull'orientamento e le coordinate gravitazionali

Ma che valenza hanno queste informazioni propriocettive?

La costruzione della realtà psichica avviene attraverso il corpo proprio da cui dipendono le differenze tra il dominio visivo, il dominio tattile e l'evidenza del "corpo proprio". Il dominio tattile nel repertorio sensoriale contemporaneo, ci porta a considerare anche il senso aptico (11) da cui deriva quello cinestesico. Si può affermare che il ruolo dei meccanismi sensoriali è di carattere predittivo perché i recettori sono in grado di valutare effetti, misurare velocità, accelerazione, cambiamenti di forza e pressione, ecc, e queste valutazioni non sono altro che simulatori del movimento.

GESTIONE DELLE AFFERENZE PROPRIOCETTIVE

La sensibilità propriocettiva è la capacità di un recettore di rispondere in modo selettivo e differenziato a stimolazioni sensoriali. Fino ad un trentennio fa, la propriocezione articolare e tendinea era molto con-

trovera (12) e solo alcune ricerche (13) hanno contribuito a far accettare il ruolo dei fusi muscolari nella sensibilità propriocettiva. Tutte le informazioni che riceviamo dall'interno dell'organismo o dall'esterno, scaturiscono esclusivamente dall'attività recettoriale che comunica tramite impulsi nervosi fra periferia e centro e viceversa e contribuiscono alla nascita delle percezioni. Solo uno stimolo adeguato è in grado di comunicare e influenzare la nostra coscienza, dando origine a percezioni per cui, è solo la presenza di quel recettore specifico che crea la percezione e la sua mancanza la rende impossibile. Le sensazioni che ci informano sulla posizione del corpo e delle articolazioni nascono dalla stimolazione dei meccanocettori della sensibilità tattile e profonda, che ci permette anche ad occhi bendati, di riconoscere alcune caratteristiche della natura dello stimolo, l'intensità, la localizzazione.

Si sa con certezza che la distribuzione dei recettori sul rivestimento tegumentario e sull'apparato locomotore sono rappresentati da recettori sensitivi (sensibilità tattile della cute, sensibilità profonda, udito, equilibrio, pressione arteriosa freddo, caldo, dolore, visione, olfatto, ecc.) che esplicano funzioni diverse, possono cioè informare l'organismo della propria situazione e del contesto in cui operano ma possono anche facilitare o inibire l'attività muscolare. Vi sono molti recettori associati alla modalità cinestesica; terminazioni dendritiche nei tessuti connettivi, organo del Golgi nei tendini (che hanno funzione di raccordo fra ossa e muscoli) fusi neuromuscolari.

Ma a cosa soprassedono le afferenze di tutti questi recettori? Le afferenze visive, insieme alle afferenze vestibolari e propriocettive sono indispensabili nella gestione di programmi motori che coinvolgono e soprassedono gesti di prensione e sono utili nella programmazione di attività motorie in genere, ivi comprese quelle posturali e dinamiche. Le afferenze vestibolari hanno il ruolo di segnalare istantaneamente le localizzazioni spaziali del capo evidenziando una notevole importanza per le attività posturo-cinetiche. Le afferenze cutanee (Ruffini, Merkel, Meissner) sono deputate a informare sulle variazioni angolari e sulle perturbazioni delle accelerazioni. Le afferenze uditive hanno la funzione di facilitare la vigilanza motoria. Le afferenze articolari hanno la capacità di informarci sullo stato articolare. Le afferenze muscolari (Golgi e fusi) sono indispensabili per l'elaborazione del senso cinestesico ma soprattutto per il controllo del movimento.

È bene tener presente che per determinare la posizione del corpo e il movimento nella modalità cinestesica vengono utilizzate tutte le proprietà dei singoli recettori e, quindi, delle loro afferenze ivi comprese quelle psicoemozionali.

Nell'ambito di attività motorie volontarie, mirate a svolgere un compito sia esso funzionale che riedu-

cativo, sono di fondamentale importanza almeno due condizioni quali:

1. *una grande quantità di informazioni;*
2. *una grande qualità di informazioni.*

Se è molto semplice produrre una grande quantità di stimolazioni, più complicato è produrre una grande qualità di informazioni. La carenza di informazioni o informazioni a "bassa risoluzione" generano sempre una cattiva coordinazione motoria (non atassia) cioè un'incapacità di funzionamento armonico dell'attività muscolare globale.

Ma perché abbiamo bisogno di rieducazione propriocettiva? Innanzitutto chiariamo il concetto di "propriocettore" se riferito al *recettore* o alla *sensibilità*.

Nel primo caso può significare la capacità di ricevere una stimolazioni o un segnale all'interno dei vari tessuti corporei tramite i recettori che sono i sistemi deputati alla recezione delle informazioni; il secondo termine può significare la capacità di differenziare le qualità sensoriali attraverso la stimolazione dell'attività propriocettiva (è bene tener presente che i vari autori, per rieducazione propriocettiva, intendono anche facilitazione neuromuscolare propriocettiva, adattamento propriocettivo, rieducazione sensoriale, riprogrammazione neuro-motoria, rieducazione senso-motoria, rieducazione della sensibilità propriocettiva, rieducazione senso-percettiva).

Tornando alla gestione delle afferenze propriocettive nell'ambito rieducativo, non è tanto importante fare una "rieducazione propriocettiva" riferita al recettore che ha funzione solo da rilevatore ed elaboratore delle informazioni esterne (esterocettori), interne (intercettori), artro-muscolari (propriocettori) che originano dal movimento dell'organismo, *quanto rieducare la capacità di rilevare le peculiari caratteristiche della sensibilità propriocettiva*.

Infatti, mentre il propriocettore è solo un "meccanismo" con le sue specifiche caratteristiche, che non cambiano e che rispondono esclusivamente ad un adeguato stimolo, la sensibilità propriocettiva può cambiare nella qualità, nell'intensità, nella durata.

Se a causa di una lesione si genera una lassità legamentosa, una instabilità, oppure una immobilizzazione, ecc., la caratteristica del recettore non cambierà perché risponderà sempre a quello stimolo specifico, mentre si ridurranno i segnali di partenza dal propriocettore e, certamente, cambierà la sensibilità del recettore periferico, l'intensità della stimolazione agente sui recettori, il grado di suscitare una sensazione in rapporto al tempo. Tutte queste carenze di informazioni darà luogo a scarsa coordinazione motoria predisponendo la struttura a nuovi eventi lesivi.

Ecco, allora, che in caso di alterazioni funzionali di articolazioni occorre "allenare" la persona ad adeguare la tattica di risposta onde governare maggiormente il movimento in considerazione del fatto che

la componente cosciente non ha grandi responsabilità sulla stabilità di una articolazione. Infatti, sono pochissimi i segnali che raggiungono il livello corticale mentre sono la maggioranza dei segnali quelli che ad altissima velocità trasmettono informazioni ai centri spinali e tronco-encefalici.

APPLICAZIONI NEL MOTORIO DELLA PERSONA

La rieducazione propriocettiva è indirizzata non solo a riordinare o ristabilire lo schema funzionale di una articolazione (ricercando la stabilità di tutto il segmento corporeo tramite la gestione del disequilibrio con maggior riferimento all'*allenamento*, in considerazione del fatto che la funzione propriocettiva viene gestita soprattutto attraverso il midollo spinale e il tronco dell'encefalo) ma anche a migliorare la *capacità cosciente* del senso della posizione e del movimento per rieducare all'uso corretto del corpo (nel caso la persona abbia avuto limitate esperienze o abbia una ridotta capacità di cogliere le caratteristiche della componente cosciente del flusso propriocettivo afferente). Le esercitazioni e i programmi riabilitativi possono così prevedere alcuni indirizzi:

- nell'ambito delle attività sportive ove occorre migliorare il controllo di alcuni gesti e il consolidamento della stabilità articolare;
- nell'ambito relazionale, in alcuni particolari movimenti in cui è di primaria importanza il controllo posturale o il controllo delle informazioni posturali (14);
- nell'ambito post-traumatico per la ricerca della funzionalità dell'articolazione dove il programma riabilitativo prevede "...il recupero del controllo archeopropriocettivo e, quindi, della capacità di utilizzare segnali provenienti dalla periferia (riattivazione dell'arco riflesso) come attività primaria, il recupero della forza come mezzo indispensabile per l'attuazione del controllo di posizione e il recupero del normale arco di movimento, necessario alla "messa in situazione"... (15).

Contrariamente a quanto previsto da protocolli ormai consolidati da anni, le esercitazioni propriocettive dovrebbero essere proposte anche prima delle sedute di forza. Infatti è emerso come l'attivazione dei sistemi di controllo sia fondamentale per:

- utilizzare al meglio la potenza disponibile;
- favorire lo sviluppo della forza;
- sviluppare il trofismo dei muscoli stabilizzatori;
- stabilizzare le articolazioni" (1);
- migliorare il controllo dell'attività motoria nell'ambito educativo-motorio.

Nell'ambito educativo-rieducativo motorio, secondo il nostro punto di vista, dobbiamo considera-

re almeno tre elementi fondamentali della costruzione del movimento quali:

- le attività percettive sensoriali;
- e attività percettive spaziali;
- le attività percettive temporali (fra tempo e spazio esistono intimi rapporti).

Dobbiamo considerare ancora un fattore collegato al movimento quale l'apprendimento motorio e dobbiamo considerare che nell'ambito delle attività motorie, l'informazione sensoriale raggiunge il suo "massimo" durante gli stati di attenzione selettiva (mentre diminuisce in assenza dell'attenzione) (16). Dobbiamo ancora considerare che la regolazione di tutti i movimenti volontari o riflessi dipendono dai propriocettori muscolari, tendinei, articolari, labirintici.

Ma come utilizzare le informazioni nella pratica?

Partendo dagli stadi che compongono un atto motorio quali:

- percezione dello stimolo legato al movimento, attraverso le varie modalità sensoriali;
- identificazione dello stimolo percepito e codificato in base all'esperienza passata e trattamento dello stesso in rapporto alla conoscenza;
- raccolta delle risposte motorie da convergere nella scelta della risposta motoria;
- selezione del programma motorio relativo alla risposta che si desidera attuare;
- risposta motoria che permette l'avvio al movimento.

L'applicazione di un modello pratico nelle attività motorie rieducative si dovrebbe sviluppare almeno in due fasi. Una fase preparatoria di base, dedicata all'acquisizione del rapporto corpo interno-corpo esterno, all'apprendimento dei ritmi spazio temporali e coordinativi, al riconoscimento percettivo delle informazioni, alla esecuzione di compiti motori semplici (in rapporto alla maturazione delle strutture mentali). Una fase operativa in cui si sviluppano compiti motori più complessi dove prevale il riconoscimento delle informazioni sensoriali per perfezionare l'evento anticipatorio e le conseguenze motorie reali. Tutta la pratica si dovrebbe sviluppare in base ad una *gerarchia di apprendimento*, dove dal semplice si giunge al complesso.

La gerarchia di apprendimento potrebbe compendiarsi con:

- studi motori per la conoscenza delle proprie immagini corporee su un piano e più piani. Per immagine corporea si intende la realtà della coscienza della propria postura.
- studi motori per valutare l'influenza reciproca di una immagine rispetto all'altra nell'ambito delle esperienze di trasformazioni. Per trasformazione si intende la "capacità di passare da un dato insieme di elementi, ad un altro insieme della stessa specie i cui valori risultino il più possibile corrispondenti a quelli programmati".

- studi motori per la comprensione delle invarianti motorie. Per invariante si intende il controllo di quanto dato come imm modificabile durante una azione: esempio: mantenere lo sguardo orizzontale (invariante), inclinare il busto a destra.
- studi motori per gestire l'esplorazione spaziale;
- studi motori per affinare il rilevamento di dati percettivi-sensoriali;
- studi della tematica dei contatti dalle varie stazioni posturali;
- studi dei ritmi coordinativi del treno superiore e inferiore;
- studi delle posture dal decubito prono alla postura eretta;
- studi degli esercizi motori di dissociazione;
- studi degli esercizi spazio-temporali;
- studi degli esercizi di coordinazione;
- studi degli equilibri dinamici con una o più panche d'equilibrio;
- studi di movimenti semplici;
- studi di movimenti combinati;
- studi di compiti motori specifici per educare e ri-educare;
- trasposizione degli studi motori specifici nelle azioni della vita di relazione;
- ripetizione.

Fra le tante cose, la "gerarchia di apprendimento" ha il compito di preparare l'allievo a:

- generare una certa aspettativa che fornisca l'energia necessaria affinché si instauri una motivazione;
- esplorare e scoprire tutte le afferenze propriocettive legate ai campi conoscitivi del fanciullo e a raggrupparle;
- valutare, ordinare, classificare le caratteristiche delle afferenze propriocettive cogliendone le caratteristiche specifiche;
- collegare i dati inventariati in maniera globale considerando le influenze dell'ambiente esterno e di

quello interno sull'organismo.

- risolvere compiti percettivi-discriminativi;
- rilevare il campo di movimento ove si compendia l'azione sia nella direzione che nell'ampiezza e rilevare i cambiamenti spaziali delle varie immagini corporee;
- prevedere la velocità di movimento nei tempi di andata e di ritorno anche in funzione di cambiamenti nell'ambito del campo di movimento;
- valutare le informazioni cinestesiche provenienti dal dialogo dei motori muscolari in rapporto al campo di movimento e in rapporto alla variabile temporale;
- fissare l'esperienza e richiamarla (17).

CONCLUSIONI

La determinazione di un metodo (18) si basa essenzialmente sulla sensibilità proprio-esterocettiva che produce le informazioni attraverso dati che istante per istante informano sul movimento e sui quali si baserà l'apprendimento delle afferenze che piano piano si sostituiranno alle pure esperienze mio-proprio-cettive. Tutte le informazioni, per la loro qualità e per le caratteristiche con cui vengono apprese, divengono stimoli elaborabili, modificabili a livello di coscienza tanto da permettere una serie costante di movimenti che porta ad un effetto costante.

Le informazioni, con la valutazione senso-percettiva e i dialoghi muscolari interni, assumono un ruolo guida nel movimento volontario rieducativo e, attraverso l'analisi, possono correggere le discrepanze motorie basandosi sulle informazioni di ritorno.

I concetti espressi pongono il movimento su un piano intenzionale il quale, prevede una variabilità sia di situazioni sia di modalità di ricerca e, induce un uso diversificato di "schemi" motori basati su una serie di altri schemi controllati e non su un addestramento stereotipato di esercizi.

Bibliografia

- 1) RIVA D., TREVISSON P., MINOLETTI R., VENTURIN N., RICCIO M.C. *Il controllo posturale statico e dinamico in appoggio monopedalico*, Il Fisioterapista 2001;3:81-9.
- 2) RICHARD D., ORSAL D., *Neurofisiologia*, Paris: Nathan, 1994.
- 3) REVEL M., MORIN C., *La riprogrammazione sensorimotoria*, E.M.C. Roma-Parigi Medicina Riabilitativa, 26060 A¹⁹, 4.11.04.-23p.
- 4) LURIJA A.R., *Come lavora il cervello. Introduzione alla Neuropsicologia*, Bologna: Il mulino, 1977.
- 5) ARBIB M., AMARI S., *Sensorimotor transformations in the brain*, Experimental Brain Research 1985; 112:123-55.
- 6) BOTTINI G., *Modulation of conscious experience by peripheral sensory stimuli*, Nature 1995;376:778-781.
- 7) BOURDIEU P., *Sens Pratique*, Paris-Minuit ed., 1980.
- 8) RAIMONDI P., *Il corpo in movimento: spazio, senso aptico, senso cinestesico*, Chinesiologia Scientifica 1988; 2: 45-7.
- 9) BERTHOZ A., *Il senso del movimento*, Ed. McGraw-Hill, Milano, 1998: 18.
- 10) LUDEL J., *Introduction to Sensory Process*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1978: 352.
- 11) MARCOLLI A., *L'Immagine progettazione*, Sansoni ed.
- 12) ROLL J., *Contribution de la proprioception musculaire à la perception et au contrôle du mouvement chez l'homme*, Thèse Sciences Marseille, 1981.
- 13) PHILLIPS C.G., POWELL T.P., WIESENDANGER M., *Projection from low-threshold muscle afferents of hand forearm to area 3a of baboon's cortex*, J.Physiol., 1971; 217:419-446.
- 14) MITTELSTAEDT H., *Origine ed elaborazione delle informazioni posturali*, Ortho 2002;2:31-5.
- 15) RIVA D., TREVISSON P., MINOLETTI R., VENTURIN N., OTTINO O., *Propriocezione: istruzioni per l'uso*, Il Fisioterapista 2001; 6:67-75.
- 16) BENEDETTI G., *Neuropsicologia*, Feltrinelli ed. Milano 1976:203.
- 17) RAIMONDI P. E COLL., *Teoria Metodologia e Didattica delle Attività Motorie Preventive Compensative Rieducative*, Ed. Margiacchi, Perugia.
- 18) RAIMONDI P., *PK Psicomotricità Cinesologia*, Sperling e Kupper Milano 1994.