

# Il recupero dell'arto superiore paretico nei pazienti ictati: stato dell'arte ed esperienza riabilitativa

F. GIMIGLIANO<sup>1</sup>, F.P. DI DOMENICO<sup>1</sup>, R. DI BLASIO<sup>1</sup>, P. DE SENA<sup>1</sup>, S.R. BRANCACCIO<sup>2</sup>, G. IOLASCON<sup>1</sup>

## Introduzione

Nel mondo occidentale, le vasculopatie cerebrali rappresentano la terza causa di mortalità, dopo l'infarto del miocardio e i tumori, ma soprattutto la prima causa d'invalidità cronica, con conseguenti pesanti ricadute sulla spesa sanitaria. In un anno vi sono 125-250 nuovi casi ogni centomila abitanti.

Il 50% dei pazienti che sopravvive allo stroke presenta un grado significativo di disabilità residua e necessita di riabilitazione. Si è calcolato che, in Italia ci siano oltre 500.000 disabili da ictus che richiedono un intervento riabilitativo e tale numero è probabilmente destinato a crescere negli anni per il miglioramento della terapia e della prevenzione delle recidive.

Le disabilità da ictus derivano dalla compromissione delle funzioni sensitivo-motorie (quasi sempre presenti), cognitive, viscerali e psicologiche. Tra le menomazioni, causa di disabilità, la più frequente è senza dubbio l'emiparesi che interessa oltre l'80% dei pazienti nella fase acuta e costituisce l'esito clinicamente più rilevante in oltre il 40% dei casi.

L'ictus rappresenta probabilmente il terreno più favorevole per la nascita e lo sviluppo di nuove metodiche riabilitative, ma nonostante una tale pleora (approccio NDT di Bobath, metodica di Kabat, metodica di Brunnstrom, metodica di Salvini-Perfetti ed altre ancora), i risultati non sono sempre stati soddisfacenti.

Le moderne metodiche riabilitative hanno di molto migliorato la prognosi funzionale dell'emiparesi dell'arto inferiore, ma, finora, non si è ottenuto lo stesso per il recupero dell'arto superiore. Lo schema naturale del recupero spontaneo della funzione motoria presenta una sequenza d'eventi relativamente stereotipata, in cui l'arto inferiore recupera prima ed in maniera più completa, seguito dall'arto superiore e dalla funzione della mano.

Nakayama *et al.* nel 1994 e Coote e Stokes nel 2001 hanno affermato che il recupero motorio, in particolare di coloro che presentano un arto gravemente paretico, è minimo. Indipendentemente dalla severità dell'iniziale menomazione le percentuali del recupero riportate in letteratura variano dal 5% (Gowland, 1982) al 52% (Dean e Mackey, 1992).

La ricerca deve ancora trovare risposte a quesiti fondamentali sul recupero muscolare del paziente emiparetico, in particolare è da definire il rapporto esistente tra grado di spasticità e forza muscolare residua, la relazione tra outcome muscolare e livello funzionale, l'efficacia di un trattamento in acuto versus uno in sub-acuto e la definizione del migliore programma di rinforzo muscolare.

In una meta-analisi della letteratura, Nancy Mayo ha sottolineato che nel recupero funzionale post-stroke, pur nell'ampia variabilità delle situazioni cliniche, possiamo individuare alcune costanti:

<sup>1</sup>*Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa, II Università degli Studi di Napoli;*

<sup>2</sup>*Casa di Cura Santa Maria del Pozzo, Somma Vesuviana, Napoli*

1. a tre mesi dallo stroke una parte considerevole dei pazienti non raggiunge una condizione funzionale di normalità in rapporto alla propria età: generalmente tali alterazioni riguardano per il 93% la funzione dell'arto superiore, per il 79% la velocità del passo e per il 40% le attività di base della vita quotidiana;
2. una grave paresi dell'arto superiore persiste in più della metà dei sopravvissuti (56%), il 37% mostra un recupero parziale, mentre la risoluzione completa di essa si ha solo nel 7% dei pazienti;
3. la maggior parte del recupero dell'arto superiore si realizza nei primi 30 giorni;
4. la scarsa funzionalità dell'arto superiore è associata ad un periodo di ospedalizzazione più lungo e ad una peggiore prognosi per quanto riguarda la qualità di vita dopo la dimissione.

Appare chiaro, quindi, che il punto critico è l'impairment della motricità dell'arto superiore che condiziona in maniera prioritaria il recupero funzionale globale.

Il nostro lavoro ha come scopo quello di eseguire un'analisi dei nuovi approcci riabilitativi per il recupero della motricità dell'arto superiore e di evidenziarne le peculiarità e l'efficacia basata sull'evidenza scientifica. Dall'esame della Letteratura, si evince che le metodiche recenti più usate sono: la "constraint induced movement therapy" (CIMT), la "mental practice" (MP), il "bilateral arm training" e la "mirror therapy". Di ognuna esamineremo il razionale, e di 2 di queste tecniche, CIMT e MP, porteremo anche la nostra esperienza riabilitativa.

## Constraint-induced movement therapy

La "constraint-induced movement therapy" è una metodica riabilitativa per il recupero dell'arto superiore emiparetico basata sull'uso forzato di quest'estremità in seguito all'immobilizzazione dell'arto sano con uno splint.

Tale metodica nasce da uno studio sperimentale effettuato da Taub, nel 1980, in cui egli esaminò gli effetti del blocco dell'arto sano in un gruppo di scimmie precedentemente sottoposte alla deafferentazione di un avambraccio. Come i pazienti con stroke, gli animali deafferentati smettevano di utilizzare l'arto paretico. Si vide che la restrizione forzata dell'arto sano per almeno tre giorni costringeva gli animali ad usare l'arto paretico, uso che continuava anche dopo la rimozione della fascia bloccante. Basandosi su questi risultati,

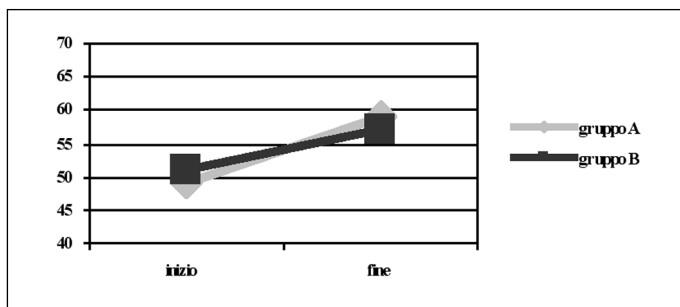


Figura 1.

Taub postulò che tra i possibili fattori del mancato recupero funzionale poteva inserirsi anche il "learned non-use", cioè l'apprendimento a non usare l'arto affetto. Egli sostenne che i soggetti con ictus, che all'inizio provano ad utilizzare l'arto paretico, sono frustrati nei loro tentativi dall'estrema lentezza del recupero spontaneo e si realizza così un meccanismo di rinforzo negativo. Si ha, quindi, un progressivo apprendimento di movimenti compensatori che utilizzano l'arto non affetto; apprendimento ulteriormente rinforzato positivamente dal successo ottenuto da tali meccanismi di compenso. Egli ritenne pertanto che tale situazione, a lungo andare, blocchi addirittura il processo di recupero funzionale dell'arto paretico. Sulla scorta di tali presupposti teorici e sperimentali, negli anni 90, Taub sviluppò la "constraint-induced movement therapy". In pratica egli preconizzò il riapprendimento motorio dell'arto paretico mediante un training che preveda l'utilizzo solo di quest'ultimo mentre l'arto sano è bloccato da un tutore.

In un primo studio del 1993, eseguito dallo stesso Taub, in pazienti con emiparesi da almeno un anno, l'arto superiore sano veniva bloccato per il 90% delle ore giornaliere per un periodo di 2 settimane. Al paziente erano assegnati dei compiti da eseguire con l'arto paretico per circa 6 ore al giorno. Il risultato era un apprezzabile miglioramento della funzione dell'arto superiore paretico, sia rispetto alla condizione pre-trattamento che rispetto al gruppo di controllo. Successivamente, Taub et al. aggiunsero al semplice blocco dell'arto sano anche lo "shaping", tecnica nella quale s'insegna al paziente ad eseguire i movimenti globali, desiderati, dell'arto paretico suddivisi in piccoli passi successivi, riportando risultati ancora migliori.

Un vantaggio della tecnica è che potrebbe favorire adattamenti del sistema motorio a livello corticale. Gli svantaggi sono soprattutto nella difficoltà di applicare questa tecnica nella pratica medica, poiché il "forced-used" potrebbe ritardare le strategie compensatorie che usano l'arto non paretico per guadagnare l'indipendenza funzionale.

Una validazione scientifica strumentale di questa metodica è stata data da un primo lavoro di Levy *et al.* (2001), confortato da studi successivi, che hanno eseguito una RMN funzionale in 2 pazienti emiparetici sottoposti alla CIMT. In entrambi i pazienti egli ha rilevato un ampliamento dell'area corticale attivata dopo il periodo di trattamento.

Nel 1999, van der Lee e coll. hanno pubblicato su *Stroke* il primo studio clinico randomizzato a singolo cieco, che ha esaminato l'efficacia della metodica in un gruppo di pazienti emiparetici da almeno un anno rispetto ad un gruppo di controllo. Questo studio ha dimostrato un piccolo ma duraturo effetto di questa terapia sulla destrezza dell'arto superiore paretico e soprattutto un suo uso più frequente, anche se solo temporaneo, nell'espletamento delle attività della vita quotidiana.

Nel 2001, abbiamo effettuato uno studio che aveva come obietti-

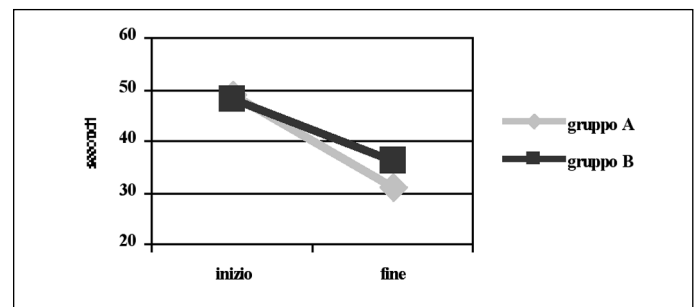


Figura 2.

vo primario la valutazione dell'efficacia di un trattamento di CIMT per il recupero funzionale precoce (riabilitazione nel post-acute) dell'arto superiore nei pazienti affetti da emiparesi da ictus. Tra i circa 300 pazienti ricoverati per malattia cerebro-vascolare acuta, durante il periodo che va dal 15 gennaio al 15 aprile del 2001, sono stati reclutati complessivamente 14 soggetti, suddivisi in maniera randomizzata in due gruppi, ognuno di 7 pazienti. I pazienti del gruppo A sono stati sottoposti a CIMT, quelli del gruppo B rappresentavano il controllo.

I soggetti di entrambi i gruppi hanno seguito un programma di terapia riabilitativa focalizzata sulla disabilità che prevedeva sia esercizio terapeutico che terapia occupazionale per circa 3 ore al giorno (terapia riabilitativa intensiva). Ai pazienti del gruppo A veniva chiesto di indossare per circa 8 ore al giorno uno splint allo scopo di immobilizzare l'arto sano, che veniva rimosso per il periodo di terapia riabilitativa comune ai due gruppi e per il tempo necessario a consentire ai pazienti la pulizia personale. Anche quando un paziente del gruppo A era libero da splint era invitato, verbalmente, ad utilizzare soprattutto l'arto paretico. Durante il periodo di blocco dell'arto sano ai pazienti era chiesto di eseguire numerose attività, sia per la cura della persona, che dell'ambiente dove si trovavano, nonché attività ricreative di particolare impegno per l'arto superiore.

La valutazione della funzionalità dell'arto superiore è stata effettuata mediante: Motricity Index, Nine-hole Peg Test (test della tavola forata a nove buchi) e Wolf Motor Function Test.

In figura 1 vediamo che, per quanto riguarda il Motricity Index, c'è stato un miglioramento significativo ( $p < 0,01$ ) in entrambi i gruppi di pazienti, con una differenza statisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) tra i 2 gruppi a favore di quello A.

In figura 2 possiamo vedere i risultati relativi al Nine-hole Peg Test. Il tempo medio di esecuzione per il test eseguito da una persona normale è di 15-20 secondi. Abbiamo calcolato il risultato temporale del test eseguito al momento del reclutamento del paziente ed il tempo impiegato al controllo dopo 14 giorni. Il miglioramento è stato poi calcolato in percentuale di variazione sul tempo base. In entrambi i gruppi il miglioramento dei tempi di performance è stato statisticamente significativo. I pazienti del gruppo B hanno manifestato un miglioramento medio di 12 secondi rispetto al tempo base ( $p < 0,01$ ), mentre il miglioramento di quelli del gruppo A è stato di 18 secondi ( $p < 0,005$ ). Se confrontiamo i pazienti dei due gruppi tra di loro nei rispettivi miglioramenti dei tempi della performance motoria, notiamo che quelli del gruppo A hanno presentato una riduzione dei tempi maggiore del gruppo B e tale differenza raggiungeva la significatività statistica ( $p < 0,05$ ).

In figura 3 sono riportati i risultati del Wolf Motor Function Test, valutati come l'abilità dei pazienti, misurata con la FAS (Functional Ability Scale), di effettuare vari compiti. Il gruppo A ha mostrato un incremento del 29%, mentre il gruppo B del 16%, differenza statisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

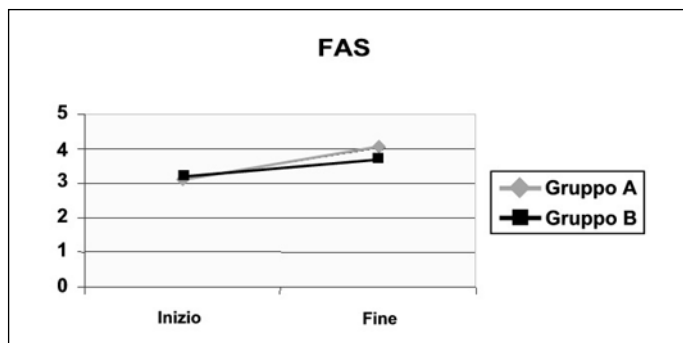


Figura 3.

A nostro parere, e sulla scorta della nostra sperimentazione clinica, la CIMT rappresenta un approccio molto efficace per il recupero della funzione muscolare nel paziente emiplegico anche nel periodo di post-acute.

Sebbene di comprovata efficacia, la CIMT potrebbe essere difficile da applicare per la scarsa compliance (32%) dimostrata dai pazienti nei confronti dell'immobilizzazione dell'arto sano (Schaumburg, 1999). Anche Page *et al.*, 2002, hanno riportato che molti pazienti ictati avrebbero preferito alla classica CIMT (durata totale di 2 settimane) un protocollo terapeutico che durasse un maggior numero di settimane, con un minor numero di ore di terapia giornaliera e con ridotti tempi di immobilizzazione. Per questi motivi e forti del fatto che, come dimostrato da Taub e Liepert, qualunque tecnica volta all'uso dell'arto paretico dovrebbe essere considerata terapeuticamente efficace in quanto in grado di indurre una riorganizzazione corticale uso-dipendente, Page *et al.* hanno creato un protocollo meno intensivo, la cosiddetta "modified constraint induced movement therapy" (mCIMT). Questo protocollo consiste in 30 min di training giornaliero con l'immobilizzazione dell'arto superiore meno affetto per 5 ore al giorno per 5 gg a sett per un totale di 10 sett. Importante vantaggio di questo protocollo meno intensivo è quello di essere molto più economico e quindi rimborsabile da tutte le assicurazioni sanitarie.

Nel 2004, Van Peppen *et al.* hanno pubblicato una revisione sistematica della Letteratura scientifica (in inglese, tedesco ed olandese) riguardante la riabilitazione post-ictus, per valutare quali sono le prove che i vari interventi riabilitativi esistenti ne migliorino l'outcome funzionale. Nell'ambito di questa ricerca, particolare importanza è stata data alla CIMT che, insieme al bimanual training ed alla mirror therapy, è stata considerata tra le metodiche più efficaci per il recupero della destrezza dell'arto superiore paretico.

Da questa ricerca è emerso che esistono attualmente 134 RCT riguardanti la CIMT. I protocolli utilizzati per questi studi presentavano una serie di variazioni: l'inizio della terapia variava da 6 gg. a 4,8 aa.; il tempo quotidiano di immobilizzazione dell'arto sano variava da 2 a 10 ore, mentre il periodo di training da 1 a 6 ore al giorno per 3-7 giorni a settimana per un periodo variabile da 2 a 10 settimane. L'esame di questi studi ha fatto emergere che esiste una forte evidenza dell'efficacia della CIMT per il recupero della destrezza dell'arto paretico, anche se non ci sono prove a favore di un maggior uso dell'arto paretico nelle ADL dopo la CIMT. Le scale più frequentemente utilizzate per l'esame della destrezza sono state l'Arm Motor Activity Test (AMAT) e l'Action Research Arm Test (ARAT), mentre l'uso dell'arto paretico nelle ADL è stato indagato con il Motor Activity Log e l'indipendenza funzionale con il Barthel Index o la FIM.

Recentemente Lum *et al.* hanno elaborato la Automated Constraint Induced Therapy Extension (Auto CITE), una workstation computerizzata in grado di sostituire la figura del terapista per la parte dell'esercizio terapeutico e della terapia occupazionale della

CIMT. I vantaggi di questa postazione di lavoro computerizzata sarebbero quelli di ridurre i costi della terapia nonché la possibilità da parte del paziente di fare la terapia a casa o del terapista di seguire in clinica 4 o più pazienti contemporaneamente. Altro importante vantaggio sarebbe quello che il computer è in grado di dare una più precisa quantificazione dei progressi nel trattamento, indicando con chiarezza anche quali siano i compiti meglio o peggio eseguiti dal paziente. Lo svantaggio potrebbe essere il ridotto numero di compiti previsti dal computer rispetto agli innumerevoli compiti che potrebbero essere proposti da un terapista.

A nostro parere è presumibile che la CIMT possa avere un maggiore impatto nel recupero delle ADL se durante il processo riabilitativo venga associata ad un training che utilizzi attività finalizzate e che riguardino il vissuto quotidiano del paziente ictato.

### Mental practice

La "mental practice", anche chiamata ripetizione mentale o simbolica, consiste in un metodo di training attraverso il quale la riproduzione interna di un dato atto motorio è ripetuta per esteso con l'intenzione di migliorare una performance. È importante la distinzione, fatta da Ravey, tra il processo di immaginare un movimento una sola volta o alcune volte (immagine motoria) e l'atto di ripetere il movimento immaginato molte volte con l'intenzione di imparare una nuova abilità o perfezionarne una già conosciuta (MP). L'idea della MP nasce da studi sulla psicologia dello sport, che hanno dimostrato che la pratica mentale può essere efficace per ottimizzare l'esecuzione dei movimenti degli atleti. Sulla base di tali scoperte, molti ricercatori hanno proposto l'uso della pratica mentale nella riabilitazione fisica come un mezzo efficiente per promuovere il recupero motorio dopo un danno al SNC.

Negli ultimi 20 anni, sono stati effettuati una serie di esperimenti riguardanti le correlazioni psicologiche e fisiologiche dell'immagine motoria. È stato visto che la legge di Fitt, secondo la quale i movimenti più difficili necessitano di più tempo per esser eseguiti fisicamente rispetto a quelli facili, si può applicare anche ai movimenti immaginati. E questa corrispondenza temporale tra movimenti immaginati ed eseguiti è stata osservata anche dopo un danno al cervello, grazie a degli studi di Decety e Boisson che hanno dimostrato che i pazienti con lesioni unilaterali al cervello impiegavano più tempo ad immaginare un movimento con il loro arto danneggiato che con quello sano. Un'ulteriore evidenza della corrispondenza tra movimenti immaginati ed eseguiti, è stata fornita anche attraverso studi eseguiti con la PET, la risonanza magnetica funzionale (fRMN), l'elettroencefalografia e la magnetoencefalografia (MEG) che hanno permesso una più precisa localizzazione anatomica delle strutture cerebrali implicate nel mettere in atto movimenti immaginati ed eseguiti dagli arti superiori.

Yaguez *et al.*, hanno dimostrato che un periodo di MP di 10 min. è sufficiente a migliorare la performance di un ordine in soggetti normali ai quali era richiesto di tracciare ideogrammi di differente misura.

Cornwall *et al.*, hanno scoperto che, i soggetti che si allenano mentalmente a contrarre i muscoli quadricipiti mostrano un maggior incremento della forza isometrica muscolare rispetto ad un gruppo di controllo.

Yue e Cole hanno riportato miglioramenti nella forza isometrica dopo pratica mentale; i loro risultati sono in accordo con l'ipotesi del training neurale, che afferma che nella prima fase del training muscolare gli incrementi della forza sono dovuti a modifiche di adattamento nei processi centrali più che ad un ipertrofia dei muscoli.

Herbert ha proposto che la MP possa produrre effetti più significativi sui muscoli che presentano un basso livello iniziale di contrazione volontaria.

Usando una stimolazione magnetica transcranica, Pascual-Leone et al. hanno mostrato modulazioni delle aree della corteccia motoria coinvolte in un esercizio al pianoforte con una mano durante entrambe le pratiche, fisica e mentale, di questa abilità. Queste scoperte suggeriscono che il training mentale produce cambiamenti significativi nel cervello paragonabili a quelli prodotti dalla pratica fisica, e che parte del miglioramento visto nella condizione di MP può essere latente, aspettando di essere manifestato dopo una minima pratica fisica. La MP potrebbe così avere un effetto preparatorio sul compito, incrementando l'efficacia del successivo training fisico.

Secondo Jackson et al. la combinazione del training fisico con la MP produce un livello di prestazione di un compito motorio nettamente migliore del solo training fisico, anche quando è eseguito in rapporto nettamente ridotto rispetto alla sola MP (10 a 1).

Nel 2002, abbiamo eseguito uno studio prospettico per valutare l'efficacia riabilitativa della MP nel recupero funzionale precoce (riabilitazione nel post-acute) dell'arto superiore nei pazienti affetti da emiparesi da malattia cerebro-vascolare. Sono stati arruolati complessivamente 10 pazienti, suddivisi in due gruppi A e B. I pazienti del gruppo A sono stati sottoposti al trattamento sperimentale con la tecnica della "mental practice". Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad un programma di terapia riabilitativa focalizzata sulla disabilità che prevedeva sia esercizio terapeutico che terapia occupazionale per un periodo di 3 ore al giorno (riabilitazione intensiva) come da protocolli internazionali standardizzati. Tutti i pazienti sono stati sottoposti al Motricity Index ed all'Arm Functional Test (AFT), test di nostra ideazione, derivato da quello di Wolf. Il test è stato quantificato mediante due parametri: la qualità del gesto (valutata alla FAS) e la sua velocità di esecuzione misurata in centesimi di secondo. La prima valutazione è stata effettuata al momento del reclutamento (tempo 0). Una seconda valutazione è stata fatta dopo 10 giorni (tempo 1) in entrambi i gruppi per evidenziare eventuali miglioramenti legati alla neuro-riabilitazione e al fisiologico processo di guarigione. A questo punto i due gruppi sono stati sottoposti a trattamenti differenziati. I pazienti del gruppo B (gruppo di controllo) hanno continuato la comune riabilitazione neuromotoria con gli stessi tempi e modalità. I pazienti del gruppo A, oltre alla suddetta terapia neuroriabilitativa, sono stati sottoposti al protocollo della MP, per il quale erano portati due volte al giorno in una stanza confortevole e non rumorosa in cui erano posti in posizione supina ed invitati ad ascoltare una cassetta preregistrata di 20 minuti, ad occhi chiusi. La registrazione invitava i soggetti a rilassarsi mediante tecniche semplici di training autogeno e ad immaginare, in maniera minuziosa, le attività comprese nell'AFT. Alla fine del training di MP (tempo 2) ai pazienti di entrambi i gruppi sono stati nuovamente somministrati il Motricity Index e l'AFT. Dai risultati si è visto che non vi è nessuna correlazione statisticamente significativa tra il valore del Motricity Index al tempo 0, 1 e 2, sia nel gruppo A che nel gruppo B. Per quanto riguarda l'AFT, i risultati, riguardanti la velocità di esecuzione del test, sono stati suddivisi in globali, parziali per la motricità prevalentemente prossimale e parziali per la motricità fine e prevalentemente distale. Per quanto riguarda i risultati globali, la comparazione tra i dati del tempo 0, 1 e 2, non ha dato nessuna significatività statistica. La comparazione tra i dati riguardanti il solo subtest della motricità prevalentemente prossimale (spalla e gomito) ha messo in evidenza un miglioramento non statisticamente significativo, sebbene molto vicino alla significatività statistica ( $p=0,056$ ), nel gruppo A rispetto al valore del tempo 0. La comparazione dei valori numerici temporali ottenuti con il solo subtest della motricità distale e fine (movimenti polso e mano), ha mostrato un significativo miglioramento nel gruppo A ( $p<0,03$ ). Infine, abbiamo comparato i risultati ottenuti dalla valutazione della qualità del gesto eseguita con la FAS. La comparazione tra i valori alla FAS al tempo 0 ed 1 ha mostrato una differenza statisticamente non significativa ( $p=0,37$ ),

mentre paragonando i risultati al tempo 0 e 2 la correlazione è risultata statisticamente significativa ( $p=0,0016$ ) nel gruppo A rispetto al gruppo B ( $p=0,087$ ). Anche per la qualità del gesto abbiamo esaminato in dettaglio i sottotest per la motricità prossimale, che ha mostrato una correlazione fortemente significativa tra il tempo 0 e 2 nel gruppo A ( $p=0,0003$ ) rispetto al gruppo B ( $p=0,062$ ). Si è raggiunta una significatività statistica ( $p=0,0019$ ) anche nel miglioramento al tempo 2 nel gruppo A, rispetto al B ( $p>0,05$ ).

Gli esiti di ictus ed in particolare il recupero funzionale dell'arto superiore, a nostro parere, rappresentano un campo ideale di applicazione di questa nuova metodica. Il nostro studio sperimentale ha dimostrato che la pratica della MP ha considerevolmente migliorato il processo di recupero funzionale secondario al trattamento neuroriabilitativo.

### Bilateral arm training

Per bilateral arm training s'intende l'esecuzione ripetitiva di compiti con entrambi gli arti superiori. Una delle modalità più utilizzate di quest'approccio è il "repetitive bilateral arm training with rhythmic cueing" (BATRAC) che consiste nell'esecuzione ripetitiva di questi stessi gesti ritmata con un metronomo. Questa terapia riabilitativa è basata sul concetto che il movimento bilaterale permette la facilitazione interemisferica degli arti. Il BATRAC consiste di un'ora di terapia (4 serie di esercizi di 5 min. l'una, intervallate da 10 min. di riposo), 3 volte a settimana, per 6 settimane. La frequenza del metronomo varia da individuo ad individuo in un range compreso tra 0,67 e 0,97 Hz. Il compito dei pz. è quello di spingere e tirare bilateralmente due barre verticali che scorrono su un piano trasversale, in modo sincrono o alternato (Luft).

Van Peppen et al. nella loro revisione sistemica della Letteratura scientifica riguardante la riabilitazione post-ictus hanno indagato gli effetti del "bimanual arm training" sul recupero dell'arto superiore paretico, esaminando un totale di 7 RCT e 27 CCT. In questi studi l'onset dall'ictus variava da 8,4 settimane a 6,5 anni, la durata della terapia andava da 15 a 20 minuti al giorno per 3-10 volte a settimana per una durata totale variabile da 2 a 6 settimane. I risultati sono stati un miglioramento della forza di presa e della destrezza dell'arto paretico. Tra i lavori esaminati però, secondo gli autori, solo quello di Butefisch e coll. presentava una buona qualità metodologica.

Successivamente, Luft in un recentissimo trial randomizzato ha confrontato in un gruppo di 21 pz. la BATRAC con un programma di esercizi terapeutici standardizzati entrambi eseguiti per 1 ora per 3 volte a settimana per 6 settimane. La maggior parte dei pz trattati con BATRAC hanno presentato un significativo incremento dell'attivazione del giro post-centrale e del cervelletto alla fRMN. In questo sottogruppo c'è stato anche un significativo miglioramento dell'outcome funzionale.

### Mirror therapy

Un nuovo approccio riabilitativo per il recupero della motricità dell'arto superiore paretico è nato dalla scoperta dei "neuroni mirror" (Gallese, Rizzolatti) nell'area corticale F5 della scimmia, che vengono attivati sia nell'osservare che nell'eseguire un movimento. Analogamente anche nell'uomo si pensa che vi sia una corrispondenza funzionale tra l'immaginare e l'eseguire l'atto motorio, durante l'osservazione di un'altra persona che sta eseguendo l'azione. Alcuni autori (Altschuler) definiscono come "mirror therapy" una metodica riabilitativa che consiste nel far muovere entrambe le mani o le braccia, al paziente con esiti di ictus, in modo simmetrico (invitandolo a muovere al meglio anche l'arto paretico) osservando il movimento dell'arto sano allo specchio. In questo modo il paziente ha l'impressione che l'arto paretico si stia muovendo correttamente.

L'esame di 25 RCT riguardanti la "mirror therapy" ha permesso di indagare la sua efficacia sul recupero dell'arto superiore paretico

(Van Peppen, 2004). In questi studi l'onset dall'ictus variava da 10 mesi a 4,8 anni, la durata della terapia andava da 15 a 30 minuti al giorno per 2-6 volte a settimana per una durata totale variabile da 2 a 6 settimane. C'è stata scarsa evidenza a carico di un miglioramento della destrezza dell'arto paretico.

Nell'ottica di una riabilitazione sempre più orientata al recupero delle limitazioni nelle attività e della partecipazione sociale, la motricità dell'arto superiore costituisce un target fondamentale. I nuovi approcci riabilitativi (CIMT, MP, "bilateral arm training" e "mirror therapy") hanno come comune denominatore l'apprendimento mediante un incremento delle ripetizioni di attività funzionali task-oriented. Probabilmente sarebbe proprio quest'incremento dell'attività terapeutica a comportare una maggiore plasticità cerebrale alla base del recupero. Ciò è stato visto sia in pazienti trattati in fase subacuta che in fase cronica. Purtroppo non esiste ancora una dimostrazione scientifica sul miglior timing, periodicità e modalità dei vari approcci riabilitativi nel miglioramento dell'outcome funzionale. Esistono, invece, delle dimostrazioni di efficacia in termini di neuroimaging funzionale. Riteniamo tuttavia che, anche sulla base della nostra esperienza clinica riabilitativa, i nuovi approcci per il recupero della motricità dell'arto superiore, in particolare la CIMT e la MP, abbiano dei concreti riscontri anche nel recupero funzionale globale del paziente ictato.

#### Bibliografia

- Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DM, Ramachandran VS. Rehabilitation of hemiparesis after stroke in a mirror. *Lancet* 1999; 353: 2035-2036.
- Butefisch C, Hummelsheim H, Denzler P et al. Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci* 1995; 130:59-68.
- Carr JH, Shepherd RB. A motor learning model for stroke rehabilitation. *Physiotherapy* 1989; 75: 372-379.
- Classen J, Liepert J, Wise SP, Hallett M, Cohen LG. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *J Neurophysiol* 1998;79:1117-23.
- Coote S, Stokes EK. Physiotherapy for upper extremity dysfunction following stroke. *Phys Ther Rev*, 2001; 6: 63-9.
- Cornwall MW, Bruscatto MP, Barry S. Effect of mental practice on isometric muscular strength. *J Sports Phys Ther* 1991;13:231-4.
- Dean C, Mackey F. Motor assessment scale scores as a measure of rehabilitation outcome following stroke. *Aust J Physiother*, 1992; 38, 31-5.
- Decety J, Boisson D. Effect of brain and spinal cord injuries on motor imagery. *Eur Arch Psychiatry Neurol Sci* 1990;240:39-43.
- Dromerick AW, Edwards DF, Hahn M. Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke* 2000; 31:2984-88.
- Ferrari P, Gallese V, Rizzolatti G, Fogassi L., Mirror neurones responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. *Eur J Neurosci* 2003; 17: 1703-1714.
- Gallese V, Goldman A. Mirror neurons and the stimulation theory of mind-heading. *Trends Cognit Sci* 1998; 2 (12): 493-500.
- Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 1996; 119: 593-609.
- Gowland C. Recovery of motor function following stroke: profile and predictors. *Physiother Can*, 1982: 72,624-33.
- Herbert RD, Dean C, Gandevia SC. Effects of real and imagined training on voluntary muscle activation during maximal isometric contractions. *Acta Physiol Scand* 1998;163:361-8.
- Hsieh CL, Hsueh IP, Chiang FM, Lin PH. Inter-rater reliability and validity of the Action Research Arm Test in stroke patients. *Age Ageing* 1998; 27: 107-114.
- Iolascon G, Verniero R, Riccio I, Rivignani-Vaccari A, Gimigliano R. The method of mental practice for upper limb rehabilitation in stroke patients. Abstracts Book 2nd World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, Prague (Czech Republic), May 18-22, 2003, pg 54.
- Iolascon G, Gimigliano F, Burlato C, Brancaccio SR, Rivignani AM, Gimigliano R. La "Constraint Induced Movement Therapy", nella riabilitazione post-acuta del paziente emiplegico. *Europa Medicophysica*, 2001; 37(suppl. 1):27-9.
- Jackson PL, Lafleur M, Malouin F, Richards CL, Doyon J. Potential role of mental practice using motor imagery in neurological rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1133-41.
- Lafleur MF, Jackson PL, Malouin F, Richards CL, Evans AC, Doyon J. Motor learning produces parallel dynamic functional changes during the execution and imagination of sequential foot movements. *NeuroImage* 2002;16:142-57.
- Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, Keller P, Chakeres DW. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2001; 80:4-12.
- Liepert J, Terborg C, Weiller C. Motor plasticity induced by synchronized thumb and foot movements. *Exp Brain Res* 1999;125:435-9
- Luft AR, McCombe Waller S, Whittall J et al. Repetitive bilateral arm training in long-term stroke survivors induces cortical reorganisation. *Stroke* 2002; 33: 416-17 (abstract).
- Luft AR, McCombe-Waller S, Whittall J, Forrester LW, Macko R, Sorkin JD, Schulz JB, Goldberg AP, Hanley DF. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2004 Oct 20;292(15):1853-61. Erratum in: *JAMA*. 2004 Nov 24;292(20):2470.
- Lum P.S, Taub E, Schwandt D, Postman M, Hardin P, Uswatte G.: Automated Constraint-Induced Therapy Extension (AutoCITE) for movement deficits after stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2004 May;41 (3A):249-58.
- Malouin F, Richards CL, Jackson PL, Dumas F, Doyon J. Brain activations during motor imagery of locomotor-related tasks: a PET study. *Hum Brain Mapp* 2003;19:47-62.
- Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Ahmed S, et al. Disablement following stroke. *Disabil Rehabil*. 1999;21:258-268.
- Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Compensation in recovery of upper extremity function after stroke: the Copenhagen Stroke Study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1994;75:852-7.
- Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1994; 75: 394-398.
- Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. The influence of age on stroke outcome. The Copenhagen Stroke Study. *Stroke* 1994;25: 808-13.
- Page SJ, Levine P, Sisto S, Bond Q, Johnston MV. Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy. *Clin Rehabil* 2002;16:55-60.
- Page SJ, Sisto S, Johnston MV, et al. Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair* 2002; 16: 290-95.
- Page SJ, Sisto SA, Levine P, et al. Modified constraint induced therapy: a randomized feasibility and efficacy study. *J Rehabil Res Dev* 2001;38: 583-90.
- Pascual-Leone A, Nguyet D, Cohen LG, Brasil-Neto JP, Cammarota A, Hallett M. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J Neurophysiol* 1995;74:1037-45.
- Pomeroy VM, Clark CA, Miller JSG, Baron JC, Markus HS, Tallis RC. The Potential for Utilizing the "Mirror Neurone System" to Enhance Recovery of the Severely Affected Upper Limb Early after Stroke: A Review and Hypothesis. *Neurorehabil Neural Repair*, Mar 2005;19:4-13.
- Raos V, Evangelidou M, Savaki H. Observation of action: grasping with the mind's hand. *Neuroimage* 2004; 23:193-201.
- Ravey J. In response to: mental practice and imagery: a potential role in stroke rehabilitation. *Phys Ther Rev* 1998;3:53-4.
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognit Brain Res* 1996;3:131-41.
- Rothgangel A, Morton A. 'Phantoms in the brain'-spiegeltherapie en virtual reality bij CVApatienten, een pilot-studie in de vorm van een single blind randomized trial; Hogeschool Zuyd, Heerlen. 2002 (unpublished).
- Roy M, Gosselin V, Lafleur M, Jackson PL, Doyon J. E' valuation des qualite's psychome'triques du Questionnaire d'Imagerie Kinesthesique [abstract]. *Sci Comportement* 1998;27:S-191.

40. Schaumburg S, Pierce S, Gaffney K, Gershkoff A. Constraint-induced therapy: moving research into practice. Paper presented at: American Congress of Rehabilitation Medicine Annual Meeting; 1999 Oct 16; Orlando (FL).
41. Sterr A, Elbert T, Berthold I et al. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1374-77.
42. Taub E, Miller NE, Novack TA, *et al.* Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:347-54.
43. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW, Fleming WC, Nepomuceno CS, Connell JS, Crago JE. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1993;74:347-54.
44. Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-Induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation-clinical review. *J Rehabil Res Dev* 1999;36:237-51.
45. Taub E. New discovery equals change in clinical practice. *J Rehabil Res Dev* 1999;36:vii-viii.
46. Taub E. Somatosensory deafferentation research with monkeys: implications for rehabilitation medicine. In: Ince LP. (ed) *Behavioral Psychology in Rehabilitation Medicine*. New York, Williams & Wilkins, 1980:371-401.
47. Van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaar TW, Devillé WL, Bouter LM. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 1999;30:2369-75.
48. Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil.* 2004c;18:833-62.
49. Wolf SL, Catlin PA, Ellis M, Archer AL, Morgan B, Piacentino A. Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke.* 2001;32:1635-9.
50. Yaguez L, Nagel D, Hoffman H, Canavan AG, Wist E, Homberg V. A mental route to motor learning: improving trajectorial kinematics through imagery training. *Behav Brain Res* 1998;90:95-106.
51. Yue G, Cole KJ. Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *J Neurophysiol* 1992;67:1114-23.