



NOTE SULL'AUTORE

Dott.ssa Alessandra Calcinotto

Ha conseguito la laurea a pieni voti, con menzione accademica, in scienze e tecniche avanzate dello sport, presso la Scuola Universitaria Interfacoltà di Scienze Motorie di Torino.
Mail: acalcinotto@hotmail.com



REVIEW: VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'IMMAGINAZIONE IDEOMOTORIA ATTRAVERSO L'ELETTROMIOGRAFIA DI SUPERFICIE

di *Alessandra Calcinotto*

ABSTRACT

L'obiettivo di questa rassegna è quello di ampliare le conoscenze in merito all'allenamento ideomotorio, esplorandone le risposte fisiologiche e, più precisamente, i segnali bioelettrici che ne contraddistinguono i meccanismi. L'associazione dell'elettromiografia di superficie all'immaginazione ideomotoria rappresenta un percorso di ricerca ancora assai acerbo e gli stessi studi considerati nell'ambito di questa review, dichiarano la necessità di un ulteriore approfondimento, comprovandone l'effettiva

utilità verso più fronti: la possibilità di incrementare la forza massimale isometrica e, allo stesso tempo, corroborare la resilienza motoria di quei soggetti per i quali la realizzazione di un movimento risulta essere compromessa. Questo progetto verte inoltre su altre tecniche di indagine e di registrazione dei dati, quali l'elettroencefalografia e la stimolazione magnetica transcranica, al fine di raccogliere il maggior numero di informazioni possibili circa l'argomento-fulcro della rassegna.



INTRODUZIONE

Lo scopo della suddetta *review* è quello di riassumere le ipotesi e i risultati ottenuti dagli studi più recenti, concernenti l'immaginazione ideomotoria (definita anche come "mental training" e allenamento ideomotorio) e l'individuazione di alcune caratteristiche specifiche della stessa, osservabili dal punto di vista dell'analisi elettromiografica e, seppure in misura minore, elettroencefalografica.

L'origine del concetto dell'allenamento ideomotorio è da collocare verso la fine del 1800 con la nascita della *teoria psiconeurosensoriale* (Carpenter 1894) che fa da cardine principale - ancora particolarmente attuale - di una lunga serie di ricerche ed approfondimenti che, tuttavia, solo nell'ultimo decennio hanno acquisito un fondamento scientifico a tutti gli effetti. Carpenter ipotizzò come l'immaginazione ideomotoria potesse invero rappresentare qualcosa di misurabile e, più precisamente, incentrò la propria attenzione sull'attivazione neuromuscolare specifica, circoscritta al distretto muscolare coinvolto nell'azione. Questa teoria ha subito successivamente un'incredibile evoluzione, rappresentando indubbiamente un terreno fertile nell'ambito della psicologia dello sport; si ricordano postulati affini quali la *teoria dell'apprendimento simbolico* (Fitts 1964) che integra l'immaginazione ideomotoria all'allenamento fisico per completarne gli aspetti e come contributo per la pianificazione la prestazione, oltre alla teoria del *modello triplo*

codice (Ahseen 1984; Murphy, Jowdy 1992), che individua tre differenti elementi di perturbazione dell'immaginazione ideomotoria: le modificazioni di tipo fisiologico che la visualizzazione mentale di un dato compito immaginato provoca, la verosimiglianza del movimento visualizzato al movimento reale (definito come realismo sensoriale dell'immagine) e il significato che il singolo soggetto attribuisce a quella determinata azione come una forma di interiorizzazione del gesto.

che dati, si è compreso come l'argomento tendesse a catalizzare l'attenzione, in misura massiva, di specifiche aree della scienza quali neuropsicologia e neuropsichiatria, ottenendo però solo un'esigua riflessione da parte delle scienze motorie e sportive. Questa scoperta ha creato tuttavia ulteriori incentivi nel mettere a fuoco l'argomento correlandolo alla performance sportiva e non solo, ai possibili risvolti positivi che l'impiego di una sessione di un allenamento ideomotorio po-

<<L'ORIGINE DEL CONCETTO DELL'ALLENAMENTO IDEOMOTORIO È DA COLLOCARE VERSO LA FINE DEL 1800 CON LA NASCITA DELLA TEORIA PSICONEUROSENSORIALE>>

L'immaginazione ideomotoria trova la più completa estrinsecazione in tre fattori principali, vicendevolmente complementari: l'enunciazione verbale (la trasposizione del movimento in semplici parole), la percezione cinestetica del gesto nella sua componente neuromuscolare e nella rispettiva implicazione dei distretti muscolari coinvolti e la raffigurazione mentale del movimento ovvero la capacità di visualizzare l'azione appoggiandosi sulla traccia mnestica della stessa. Nel cercare di stilare un'organizzazione esaustiva e coerente con l'obiettivo iniziale, si è pensato di progettare una sistematica scrematura con la quale considerare gli studi riscontrati nello stato attuale dell'arte. Nel corso dei primi tentativi della ricerca delle fonti, disposta sulle più conosciute ed utilizzate ban-



trebbe comportare per gli atleti infortunati, per gli anziani e per tutti quei soggetti per i quali la realizzazione pratica di un qualsivoglia movimento potrebbe rappresentare un disagio. Il ricorso all'allenamento ideomotorio andrebbe quindi considerato come un'efficace risorsa per il ripasso delle strutture biomotorie quando l'organismo non ne consente l'esecuzione pratica, per consolidare la traccia mnestica dei movimenti effettuati in precedenza oppure per ripristinare i pattern di attivazione neuromuscolare associati ai gesti. Un ulteriore impiego potrebbe essere indirizzato ad una dimensione didattica, ovvero l'utilizzo dell'allenamento ideomotorio per abbattere timori e paure che un bambino, un adulto o un anziano potrebbero mostrare nell'affrontare un determinato compito motorio. Questo strumento offre la più totale sicurezza d'azione, calando il soggetto dentro una sfera di totale rilassamento che permetta di rievocare e visualizzare mentalmente un gesto fatto in passato e, parallelamente, ricordarne le implicazioni sensoriali.

Uno dei requisiti determinanti, stabiliti aprioristicamente nella ricerca delle fonti, è stata la scelta da parte dei ricercatori degli studi selezionati di indagare eventuali caratteristiche temporali ed elettromiografiche specifiche, identificative dell'immaginazione ideomotoria. Gli studi che hanno inscritto le teorie di Carpenter in un disegno di ricerca sperimentale sono in realtà assai poco numerosi e perlopiù circoscritti intorno all'inizio di questo secolo. Alcune delle ricerche approfondite in questa *review* hanno individuato caratteristiche simili, in particolar modo nello spettro di ampiezza, tra i segnali rilevati durante una sessione di allenamento pratico ed una di *mental training*. La maggioranza degli studi tende ad affermare come l'immaginazione ideomotoria solleciti le stesse corticali attivate durante l'esecuzione di un qualsiasi movimento volontario (corteccia primaria, corteccia premotoria, cervelletto, lobo

frontale e parietale della corteccia telencefalica). In quasi tutti gli studi, i partecipanti sottoposti ad un programma di *mental training*, hanno ottenuto evidenti miglioramenti rispetto ai gruppi di controllo: alcuni di questi in termini di forza isometrica locale, ovvero dei muscoli bersaglio della visualizzazione mentale. È stato possibile solo in minima parte distinguere dei chiari pattern neuromotori da associare all'immaginazione ideomotoria; tuttavia, solo una minima quota degli studi presi in esame non ha riscontrato variazioni elettromiografiche indotte dall'immaginazione ideomotoria.

Un ulteriore criterio di selezione delle fonti è stato l'annettere alla dissertazione una parte di studi incentrati su di un target anagrafico specifico: una fascia d'età compresa all'incirca tra i 70 e gli 80 anni. Questa decisione fa riferimento allo scopo principale della *review*, ovvero comprendere l'esistenza o meno di un margine di funzionalità dell'immaginazione ideomotoria da estendere ai soggetti anziani o in quei casi in cui l'esecuzione pratica potrebbe risultare ardua ed estremamente difficoltosa. Di notevole rilievo risultano le conclusioni della ricerca sviluppata sul confronto tra soggetti giovani e soggetti anziani sottoposti a programmi di allenamento pratico e ideomotorio.

La maggior parte degli studi riconosce nell'argomento affrontato dei lati ancora sostanzialmente ignoti alla ricerca e sui quali occorrerebbe rivolgere l'attenzione e trarre spunto per espandere le conoscenze scientifiche, sia dal punto di vista neurofisiologico che da quello pratico: l'immaginazione ideomotoria potrebbe rappresentare una proposta alternativa o complementare per quelle situazioni in cui il movimento risulta limitato o, nella peggiore delle ipotesi, difficile da realizzare.

ANALISI COMPARATIVA DELLE FONTI BIBLIOGRAFICHE

Tra le ipotesi di ricerca avanzate dagli studi analizzati, non vi è un'evidente difformità: l'obiettivo comune risulta essere infatti l'osservazione di specifici pattern di attivazione, da correlare all'immaginazione ideomotoria (Mulder 2003; Wehner 1984). Il tentativo di scoprire precisi meccanismi neuromuscolari che intervengono nell'esatto momento in cui un gesto motorio viene visualizzato mentalmente, si interfaccia con l'identificazione di alcune modifiche nelle caratteristiche e nei parametri delle manifesta-



zioni mioelettriche (Bahari 2011; Mulder 2003; Personnier 2010; Ranganathan 2010; Skoura 2008; Wehner 1984).

La progettazione del protocollo di ricerca ha messo in luce una serie di spiccate analogie tra le ricerche oggetto di questa disanima: l'inserimento di un gruppo di controllo figura nella maggior parte degli studi (Bahari 2011; De Ruiten 2012; Mulder 2003; Ranganathan 2010; Stecklow 2010; Wehner 1984). L'esclusione del gruppo di controllo è invece presente in un numero di studi leggermente inferiore (Kasai 1997; Lebon 2011; Personnier 2010; Skoura 2008). In termini di durata del protocollo, lo studio di Ranganathan (Ranganathan et al. 2010) è stato programmato per 12 settimane; altri studi hanno riservato al protocollo 4 settimane (Bahari 2011; De Ruiten 2012), laddove l'organizzazione temporale delle altre indagini oscilla dai due (Wehner 1984) ai tre (Mulder 2003), fino a sette giorni (Lebon 2011). Altri studi non hanno specificato la durata totale del protocollo (Kasai 1997; Skoura 2008; Stecklow 2010).

La selezione del metodo che contempla la misurazione della sola massima contrazione isometrica volontaria, compare in uno studio in particolare (De Ruiten 2012). Un altro studio ha invece ripartito la rilevazione dell'attività mioelettrica sulle tre tipologie di contrazione muscolare: concentrica, eccentrica, isometrica (Lebon 2011). Un ulteriore numero di ricerche ha invece incentrato l'attenzione sull'esclusiva immaginazione del gesto da eseguire e della conseguente contrazione del distretto muscolare di riferimento (Bahari 2011; Kasai 1997; Mulder 2003; Personnier 2010). Due ricerche hanno elaborato l'immaginazione di gesti specifici da utilizzare come *task* di riferimento: immaginare di tracciare i contorni di un rettangolo (Skoura 2008), immaginare di abbassare una leva (Wehner 1984), immaginare il battito della mani e differenti tipologie di schiacciate della pallavolo (Stecklow 2010).

La decisione di rivolgere il protocollo sperimentale alle misurazioni degli esercizi "visualizzati" con gli arti inferiori, è da correlare ad un solo studio (De Ruiten 2012); la maggior parte ha infatti preferito focalizzare l'attenzione sugli arti superiori (Bahari 2011; Kasai 1997; Lebon 2011; Mulder 2003; Personnier 2010; Ranganathan 2010; Skoura 2008; Stecklow 2010; Wehner 1984).

La maggior parte degli studi analizzati ha utilizzato l'elettromiografo per rilevare le contrazioni muscolari sviluppate attraverso l'immaginazione ideomotoria, ad eccezione di una ricerca che ha fatto ricorso all'elettroencefalografo (Stecklow 2010).

Altre osservazioni concernono la scelta della fascia anagrafica di riferimento; solo due studi hanno riservato il protocollo di studio a soggetti anziani (Personnier 2010; Skoura 2008). Per quanto riguarda lo stato

di allenamento, esclusivamente lo studio di Stecklow (Stecklow et al. 2010) ha considerato atleti professionisti (pallavolo).

Per quanto concerne il confronto sulle conclusioni tratte dagli studi analizzati, è stato possibile riscontrare sia aspetti comuni che condizioni discordanti.

Alcune ricerche hanno evidenziato l'attivazione della corteccia motoria nel corso delle sessioni riservate al *mental training* (Kasai 1997; Ranganathan 2010; Stecklow 2010), seppure con delle differenze legate allo stato di allenamento del soggetto e più precisamente, gli atleti raffrontati ai soggetti sedentari (Stecklow 2010). Lo studio di Kasai ha inoltre fatto emergere come all'attivazione corticale rilevata nel corso della singola seduta di allenamento ideomotorio, non corrisponda tuttavia una variazione eccitatoria del tratto spinale, attribuendo al *mental training* la possibile attivazione selettiva delle connessioni corticomotoneuroni. Ulteriori analogie hanno permesso ad altre conclusioni di convergere sulla differente capacità di ricreare mentalmente immagini vivide e pertinenti del gesto motorio considerato, in relazione all'età: è emerso come i soggetti giovani siano maggiormente precisi e coerenti nella visualizzazione dell'azione, rispetto ai soggetti anziani (Personnier 2010; Skoura 2008). Tra tutti gli studi presi in esame, esclusivamente quello condotto da Mulder (2003) ha associato l'immaginazione ideomotoria ad un meccanismo "top down", preferendolo alla diffusa ipotesi di ricerca in merito all'esistenza di un possibile fenomeno "bottom up". Numerose ricerche hanno individuato nel *mental training*, una metodologia di allenamento per aumentare la forza dei muscoli volontari implicati nella visualizzazione dell'azione (Bahari 2011; De Ruiten 2012; Ranganathan 2010): nella fattispecie, le conclusioni formulate vertono sull'aumento della forza massima isometrica (massima contrazione volontaria isometrica) dei muscoli flessori del gomito (Bahari 2011; Ranganathan 2010), dell'adduttore del mignolo (Ranganathan 2010) e dei muscoli flessori ed estensori del ginocchio (De Ruiten 2012).

Tutti gli studi affrontati nell'ambito di questa indagine sottolineano la necessità di approfondire l'immaginazione ideomotoria, con il fine di apportare un consistente contributo futuro per introdurre il *mental training* in una prospettiva funzionale ed innovativa dell'allenamento. Oltre a questo, il *mental training* potrebbe rappresentare un punto di forza non indifferente per tutti quei soggetti affetti da limitazioni esecutive nell'attività motoria; in questa prospettiva, l'immaginazione ideomotoria riveste un ruolo complementare di rinforzo psicologico e motorio alle tecniche più tradizionali.

CONCLUSIONI

Le conclusioni di maggior rilievo vertono sulla necessità di approfondire ulteriormente l'immaginazione ideomotoria, in quanto in letteratura figurano protocolli sperimentali rivolti esclusivamente a soggetti sedentari o comunque non riconducibili al professionismo sportivo, viziati da scelte d'indagine ancora troppo incomplete. La necessità di associare l'elettromiografia ad un'analisi elettroencefalografica, potrebbe portare informazioni aggiuntive a questa tipologia di analisi e permettere così alla ricerca di spaziare in modo versatile e multifaccettato nei confronti del *mental training*. Le evidenze scientifiche che supportano concretamente l'utilità dell'allenamento ideomotorio, sostengono un aumento della forza massimale isometrica non indifferente, dopo circa sei settimane di allenamento (Ranganathan et al. 2010). Altri studi hanno riscontrato differenze statisticamente significative sulla struttura dei brani del segnale, in particolar modo sull'ampiezza delle armoniche rilevate, tra i gruppi sperimentali e quelli di controllo.

Alcune ricerche non hanno invece riscontrato differenze significative sull'attivazione neuromuscolare nel corso delle sedute di allenamento ideomotorio programmate.

La principale difficoltà emersa nello sviluppo dei protocolli (riscontrabile già in fase di pre test), è stata l'incapacità o la capacità limitata da parte di alcuni soggetti (in particolar modo gli anziani) di visualizzare in maniera vivida il gesto motorio. La totale mancanza di astrazione del gesto potrebbe influire in maniera non indifferente sui risultati della seduta di *mental training* e, di conseguenza, sulle inferenze successive.

I meccanismi che sono alla base dell'immaginazione ideomotoria restano ancora privi di una definizione specifica: pertanto, tutti gli studi analizzati sono concordi nel sostenere l'importanza di un ulteriore approfondimento futuro relativo all'immaginazione ideomotoria, in previsione dell'applicazione di quest'ultima su molteplici ambiti del movimento umano: la riabilitazione, la riattrezzatura, il consolidamento di determinate strutture biomotorie, l'allenamento in tutte le sue sfaccettature. ■

BIBLIOGRAFIA

1. Bahari S. M., Damirchi A., Rahmaninia F., Salehian M. H., (2011). The effect of mental practice on strength gain and electromyographic changes in elbow flexor muscles. *Annals of Biological Research*, 2 (6): 198-207.
2. De Ruiter C., Hutter V., Icke C., Groen B., Gemmink A., Hiltje S. et al., (2011). The effects of imagery training on fast isometric knee extensor torque development. *Journal of Sport Sciences*, 30 (2): 166-174.
3. Kasai T., Kawai S., Kawanishi M., Yahagi S., (1997). Evidence for facilitation of motor evoked potentials (MEPs) induced by motor imagery. *Brain Research*, 744: 147-150.
4. Lebon F., Rouffet D., Collet C., Guillot A., (2008). Modulation of EMG power spectrum frequency during motor imagery. *Neuroscience Letters*, 435: 181-185.
5. Mulder T., Zijlstra S., Zijlstra W., Hochstenbach J., (2004). The role of motor imagery in learning a totally novel movement. *Exp Brain Res*, 154: 211-217.
6. Personnier P., Ballay I., Papaxanthis C., (2010). Mentally represented motor actions in normal aging: III. Electromyographic features of imagined arm movements. *Behavioural Brain Research*, 206: 184-191.
7. Ranganathan V. K., Siemionow V., Liu Jing Z., Sahgal V., Guang Yue H., (2004). From mental power to muscle power: gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia*, 42: 944-956.
8. Skoura X., Personnier P., Vinter A., Pozzo T., Papaxanthis C., (2008). Decline in motor prediction in elderly subjects: right versus left arm differences in mentally simulated motor actions. *Cortex*, 44: 1271-1278.
9. Stecklow M. V., Catelli I. A. F., Cagy M., (2010). EEG changes during sequences of visual and kinesthetic motor imagery. *Arq Neuropsiquiatr*, 68(4): 556-561.
10. Wehner T., Vogt S., Stadler M., (1984). Task-specific EMG characteristics during mental training. *Psychol Res*, 46: 389-401.