

# Effetto del mental training sulla simmetria del movimento nel Karate Shotokan tradizionale: analisi morfologica 3D

Yuri F. Shirai, Michela Turci, Nicola Lovecchio, Gian Piero Grassi,  
Virgilio F. Ferrario, Chiarella Sforza

Laboratorio di Anatomia Funzionale dell'Apparato Locomotore, Dipartimento di Morfologia Umana, Facoltà di Medicina e Chirurgia e Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Milano

Chiarella.Sforza@unimi.it    www.morfologia.unimi.it

## ABSTRACT

Spesso le prestazioni sportive coinvolgono movimenti che dovrebbero essere eseguiti con entrambi i lati del corpo (sinistro e destro) nello stesso modo (simmetria). Alcune arti marziali presentano competizioni dove sono richiesti gesti motori simmetrici. L'allenamento mentale è ampiamente utilizzato dagli atleti per migliorare la prestazione sportiva, insieme alla convenzionale pratica fisica. È stato studiato l'effetto di un programma mentale sulla simmetria del movimento durante l'esecuzione di una sequenza tratta dal kata Heian yodan del karate Shotokan.

Shirai YF, Turci M, Lovecchio N, Grassi GP, Ferrario VF, Sforza C.

The effect of Mental training on movement symmetry in traditional Shotokan Karate: a 3D morphological analysis

Ital J Sport Sci 2005; 12: 137-144

*Sport performance often involves movements that should be made by both side of the body (left and right) in an identical fashion (symmetry). Several martial arts present competitions where a symmetrical pattern is required. Mental training is widely used by athletes to enhance performance, together with conventional physical practice. The effect of mental training program on the improvement of body symmetry was assessed during the performance of a sequence of heian yodan karate Shotokan kata.*

**KEYWORDS:** *mental training, martial art, body symmetry, 3D analysis, optoelectronic image analyzer*

## INTRODUZIONE

Il karate è un'arte marziale largamente praticata che ha visto, nel corso degli ultimi decenni, una grande diffusione su tutto il territorio mondiale. Trae le sue origini nella Cina del primo millennio sviluppandosi in seguito nel vicino Giappone, che divenne successivamente la patria di questa disciplina. Sebbene, come tutte le arti marziali, abbia assunto ai suoi esordi un aspetto prevalentemente utilitaristico, in quanto venne insegnato sia come metodo di difesa che di offesa, divenne in seguito una disciplina capace di sviluppare la coordinazione fisica, mentale e psicologica dell'individuo.

Oggi, il gesto atletico nel karate Shotokan tradizionale è basato sulla capacità del soggetto di soddisfare un comportamento sotto specifiche

restrizioni di movimento, dettate da sequenze codificate di attacchi e difese, utilizzando primariamente l'arto superiore e/o l'inferiore. Dal punto di vista comportamentale, quindi, il karate implica due aspetti importanti, la fisiologia di una prestazione di combattimento, caratterizzata da sequenze motorie predeterminate e l'attitudine mentale di una prestazione evolutiva con elevato significato per la sopravvivenza e l'adattamento del soggetto nell'ambiente che lo circonda. Inoltre, il karate tradizionale si identifica come una disciplina atletica suscettibile di progressivo miglioramento in relazione alla metodologia utilizzata dai karateka per soddisfare i due aspetti comportamentali sopra menzionati (Toni, 2004).

Infatti il continuo allenamento delle tecniche fonda-

mentali (*kihon*) ed il consolidamento delle posizioni degli arti inferiori (*dachi*) permettono al karateka una sempre migliore prestazione, rendendo possibile l'innalzamento del livello tecnico di questo.

Molti studi sono stati svolti per analizzare l'essenza delle tecniche del karate dagli anni settanta (Nakayama, 1975) attraverso l'esame elettromiografico e la ripresa cinematografica per evidenziare il livello di forza e velocità di una tecnica eseguita da livelli diversi di praticanti, fino ai giorni nostri in cui sono stati effettuati studi a carattere morfologico con strumenti tecnologici di avanguardia su movimenti semplici, o solo apparentemente tali, scelti nel bagaglio tecnico del karateka, sia esso principiante o di livello avanzato, per tentare di definire, attraverso l'analisi cinematica di questi, punti di riferimento utili al miglioramento della tecnica e della forma (Sforza et al., 2000, 2002; Turci et al., 2002).

Attualmente il livello di ripetibilità di qualsiasi gesto tecnico codificato in uno sport indica lo stato di performance del suo esecutore. In letteratura si trovano diversi studi che dimostrano come atleti d'élite siano in grado di ripetere meglio e più efficacemente di atleti meno esperti gli stessi gesti propri di una disciplina sportiva. Gli esempi spaziano dal golf al tennis, dall'atletica leggera alla ginnastica artistica, dal calcio alla pallacanestro (Ferrario et al., 1997; Grassi et al., 2005; Layton e Lawrence, 1997; Layton e Bell, 1997; Sforza et al., 1997).

Per quanto riguarda il karate, fino ad oggi, la valutazione delle conoscenze e delle abilità di un atleta è stata effettuata dalla competenza dei vari maestri durante i quotidiani allenamenti, nonché dalla capacità dei giudici e degli arbitri durante le competizioni. Tuttavia, le osservazioni da parte di questi, seppure attente ed efficaci, non potevano che attribuire valori qualitativi all'esecuzione dei singoli gesti o a combinazioni di questi. Al contrario, è ora possibile, attraverso l'utilizzo di un nuovo sistema di indagine, permettere la quantificazione della forma corporea, intesa come arrangiamento reciproco dei segmenti corporei, durante l'esecuzione dei gesti sportivi standardizzati. Si è infatti riscontrato che tanto più è elevato il valore dell'atleta considerato, tanto minore risulta la variabilità del suo movimento, effettuato per un numero stabilito di ripetizioni (Sforza et al., 2000, 2002; Turci et al., 2002).

Negli ultimi decenni si sono evolute nuove tecniche di preparazione, definite come *mental training*, che affiancano oggi le tecniche di allenamento tradizionale. Questo metodo di allenamento mentale permette di migliorare aspetti importanti della prestazione, soprattutto nelle pratiche sportive in cui sono richiesti una corretta esecuzione formale e un elevato livello di attenzione per l'intera durata della prestazione motoria, come il karate.

Presso questo laboratorio era stato già effettuato uno studio sull'applicazione del *mental training* al karate tradizionale (Turci et al., 2002), quantificando in modo oggettivo il miglioramento di un gesto tecnico codificato in atleti che si erano sottoposti, oltre al consueto allenamento pratico, anche ad un programma di *mental training* appositamente predisposto.

Con il presente studio, si è voluto studiare e verificare se uno specifico allenamento mentale potesse influenzare in modo positivo anche la simmetria di esecuzione di una tecnica specifica del karate tradizionale, e inoltre se questo miglioramento fosse legato al livello di conoscenza tecnica dei diversi atleti.

## MATERIALI E METODI

### *Partecipanti allo studio*

Sono stati analizzati gli stessi sette atleti studiati da Turci et al. (2002). Quattro donne, di cui una cintura verde, una cintura marrone e due cinture nere di livello 2° dan, e tre uomini, due cintura nera di livello 1° dan e una cintura marrone. Dati demografici e misure antropometriche dei karateka sono riportati nella tabella 1. Tutti i soggetti sono stati informati sulle modalità del protocollo di misura e sulle possibilità di rischi; l'esperimento è stato approvato preventivamente dal comitato etico locale. Tutte le misure effettuate sono state non invasive e non pericolose per la salute dei soggetti. Gli unici rischi dell'esperimento sono legati alla pratica sportiva effettuata.

Come dettagliato nello studio precedente (Turci et al., 2002), tutti gli atleti sono stati sottoposti ad una prima acquisizione del gesto presso il Laboratorio di Anatomia Funzionale dell'Apparato Locomotore (LAFAL) del Dipartimento di Morfologia Umana dell'Università degli Studi di Milano, successivamente, per quattro settimane, oltre alle due sedute di allenamento pratico settimanale, il gruppo sperimentale ha partecipato ad un numero stabilito di interventi di *mental training*. Infine, entrambi i gruppi sono stati sottoposti ad un'ulteriore acquisizione del gesto per valutare differenze di esecuzione rispetto alla prima acquisizione effettuata. L'attribuzione di ciascun soggetto ad uno dei due gruppi è stata effettuata casualmente.

### *Movimento studiato*

È stata presa in esame la sequenza di movimenti valutata nello studio precedente (Turci et al., 2002). Questa è tratta dal *kata* conosciuto come *Heian Yodan* (Figura 1). Questo esercizio di forma fa parte del

Karateka		Livello cintura nera ( <i>dan</i> ) Livello cintura colorata ( <i>kyu</i> )	Età (anni)	Peso (kg)	Altezza (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Gruppo Sperimentale	F1	2° Dan	26	52	164	19,33
	M1	1° Dan	29	69	177	22,02
	M2	1° Dan	21	69	172	23,32
	M3	1° Kyu (cintura nera)	18	68	180	20,99
		Media	27	65	173	21,42
	SD	7	7	7	1,69	
Gruppo di Controllo	F1	3° Kyu (cintura verde)	32	55	170	19,03
	F2	2° Dan	37	56	174	18,50
	F3	1° Kyu (cintura marrone)	23	54	173	18,04
		Media	31	55	172	19,00
		SD	7	1	2	0,49
Test t di Student			NS	NS	NS	0,04

Tabella 1. Atleti che hanno partecipato allo studio: caratteristiche antropometriche e livello di cintura. Valori di probabilità ottenuti con il test T di Student per dati indipendenti.



Figura 1: Analisi morfologica 3D della simmetria nell'esecuzione di tecniche di karate tradizionale. Sequenza tratta dal *kata Heian Yodan*.

bagaglio tecnico-specifico di ogni karateka, essendo uno dei primi *kata* che l'atleta impara.

Il movimento estrapolato dall'intera sequenza e scomponibile in due tecniche è stato eseguito da entrambi i lati, destro e sinistro. Questo movimento è considerato complesso poiché le due tecniche comprendono gesti eseguiti contemporaneamente sia dagli arti inferiori sia da quelli superiori; inoltre, essendo presente una tecnica di calcio, un'ulteriore difficoltà è data dal mantenimento dell'equilibrio durante l'esecuzione.

I karateka hanno eseguito il movimento partendo da una posizione iniziale, tratta dalla sequenza dell'intero *kata*, con gli arti inferiori in posizione arretrata (*kokutsu-dachi*) e con gli arti superiori in posizione di parata rinforzata destra (*morote-uke*).

Le tecniche che sono state prese in esame per questo studio sono così definite:

1. Portando il peso del corpo sull'arto inferiore destro caricare l'arto inferiore sinistro ed avvicinare contemporaneamente le mani chiuse a pugno vicino al fianco destro. Mantenendo l'equilibrio, eseguire con l'arto inferiore sinistro un calcio laterale spinto (*yoko-geri-kekomi*) in direzione sinistra rispetto alla posizione iniziale di partenza. L'arto superiore omologo si estende nella stessa direzione eseguendo una percossa con il dorso della mano (*uraken-uchi*).

2. Dopo l'esecuzione del calcio l'arto inferiore sinistro deve tornare come nella fase di caricamento e successivamente scendere avanti in posizione avanzata (*zenkutsu dachi*). Contemporaneamente all'avanzamento del corpo, viene eseguita una percossa con il gomito destro (*empi-uchi*).

Questa stessa esecuzione deve avvenire anche verso destra in modo simmetrico.

### Mental Training

La procedura di allenamento seguita è descritta in dettaglio da Turci et al. (2002).

Fra la prima e la seconda seduta di acquisizione, tutti gli atleti hanno partecipato per quattro settimane a due allenamenti tecnici settimanali, negli stessi giorni ed orari. Tutti gli atleti sono stati seguiti durante l'allenamento da un solo allenatore, con il quale sono stati preventivamente concordati i contenuti di ogni esercitazione pratica. Inoltre, ogni atleta aveva accettato di non effettuare alcun tipo di allenamento fisico supplementare, per tutto il periodo dello studio.

Il programma di *mental training* proposto deriva dalla Five-Step Strategy elaborata da Singer (Singer, 1986, 1988) per l'apprendimento e l'esecuzione di attività definite: "closed-skill", cioè attività in cui l'ambiente è relativamente stabile e l'atleta ha un certo tempo per prepararsi ad eseguire una prestazione il più possibile conforme ad un modello ideale.

Il karate tradizionale, per quanto concerne l'esecuzione dei *kata*, può essere considerato un'attività della medesima tipologia.

La Five-Step Strategy elaborata si sviluppa in cinque fasi da svolgere una dopo l'altra in ordine sequenziale: 1) preparazione, 2) immaginazione, 3) concentrazione, 4) esecuzione e 5) valutazione. In questo contesto, l'esecuzione dei movimenti (punto 4) è stata esclusivamente di tipo ideomotorio. (Robazza e Borzoli, 1994).

### Programma tecnico-pratico

Il programma di allenamento tecnico-pratico, concordato con il maestro di karate Tradizionale, è descritta in dettaglio da Turci et al. (2002).

In particolare, in ognuna delle otto sedute pratiche previste è stato dato ampio spazio solo alla ripetizione dei movimenti oggetto di studio, estrapolati dal *kata Heian yodan*. Il maestro ha opportunamente sollecitato l'esecuzione: delle singole tecniche, facenti parte della combinazione prescelta, nell'esercitazione dei fondamentali; dell'intero *kata (Heian-yodan)*, contenente la combinazione di movimenti oggetto di studio; di altri *kata (Heian-nidan; Kanku-dai)*, facenti parte del bagaglio di conoscenze dei singoli karateka, contenenti, anche parzialmente, la combinazione stessa; nonché l'applicazione di tutte le tecniche studiate nel combattimento di tipo fondamentale e semi-libero (Turci et al., 2002).

### Tecnica di ripresa

L'acquisizione dei dati per lo studio della simmetria di esecuzione di tecniche di karate tradizionale è avvenuta utilizzando il sistema optoelettronico ELITE (Elaboratore di Immagini televisive, B.T.S., Milano), strumentazione non invasiva che permette di analiz-

zare quantitativamente parametri di movimento dell'uomo ed effettuare valutazioni accurate e ripetibili delle caratteristiche spazio-temporali del movimento a partire dalle coordinate tridimensionali dei singoli punti di reperi. Sono state utilizzate otto telecamere CCD (charge coupled device) sensibili all'infrarosso con una frequenza di campionatura di 100 Hz (frequenza di acquisizione = 0.01 sec).

Diciassette markers riflettenti (diametro di 2 cm), corrispondenti ad altrettanti punti di reperi scelti per la loro rilevanza biomeccanica o biologica e rilevati in modo univoco tramite ispezione e/o palpazione (Sforza et al., 2000), sono stati posizionati sul corpo di ogni atleta (Figura 2).

### Analisi dei dati

Tutti gli atleti hanno partecipato a due sessioni di acquisizione avvenute subito prima e subito dopo il periodo di allenamento tecnico-mentale (quattro settimane).

Prima di ciascuna ripresa, gli atleti hanno effettuato un congruo periodo di riscaldamento, simile a quello che sono soliti eseguire durante un allenamento.

Sono state acquisite 15 ripetizioni della parte di *kata* che si è voluto analizzare, con un periodo di recupero, tra una ripetizione e l'altra, dettata dai tempi di acquisizione del sistema (circa 2 minuti).

I risultati ottenuti dalle prime 10 acquisizioni ritenute valide sono stati analizzati mediante speciali programmi statistici appositamente predisposti all'interno del laboratorio per lo studio della simmetria del movimento.

In particolare, ognuna delle 10 ripetizioni effettuate dai singoli atleti è stata divisa in due parti, la prima in cui il gesto avveniva verso il lato sinistro e un'altra simmetrica in cui il gesto avveniva verso destra. Quindi, per ciascuna delle 10 ripetizioni effettuate dal karateka, sono stati conteggiati i frames totali ed è stata calcolata la durata di esecuzione del movimento verso destra e verso sinistra.

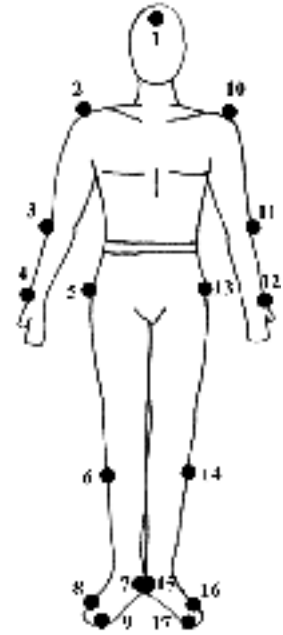


Figura 2: Punti di reperi considerati: 1) nasion, 2) acromion destro, 3) olecrano destro, 4) apofisi stiloidea radiale destra, 5) spina iliaca antero-superiore destro, 6) testa del perone destro, 7) tuberosità calcaneare destra, 8) base del 5° metatarso destro, 9) falange distale dell'alluce destro, 10) acromion sinistro, 11) olecrano, 12) apofisi stiloidea radiale sinistra, 13) spina iliaca antero-superiore sinistra, 14) testa del perone sinistro, 15) tuberosità calcaneare sinistra, 16) base del 5° metatarso sinistro, 17) falange distale dell'alluce sinistro.

I *frames* relativi a ciascuna delle ripetizioni sono stati quindi “sincronizzati” a partire dall’istante di inizio dell’esercizio (considerato tempo 0) fino al termine dello stesso.

Il metodo è descritto in dettaglio da Sforza et al. (2000).

Per lo studio della simmetria, i movimenti di destra e sinistra sono stati confrontati secondo la seguente procedura: il movimento di sinistra è stato matematicamente ribaltato a destra invertendo il segno delle coordinate del piano frontale (destro-sinistro), e sono stati invertiti i *markers* simmetrici (esempio: valori della spalla destra invertiti con i valori della spalla sinistra). In tal modo il lato “D” del nuovo file corrisponde sempre al lato di movimento.

Il programma permette, quindi, di sovrapporre i due movimenti controlaterali (dieci ripetizioni per ciascuno) e di calcolare la traccia media del movimento e la relativa deviazione standard (SD). La SD è un indice della variabilità del gesto: tracce più variabili (e quindi meno simmetriche) avranno una SD maggiore. La SD è stata calcolata sia per ogni singolo *marker* sia per l’intero movimento. Maggiore risulta tale valore, minore sarà la simmetria del movimento (Shirai, 2005).

Test statistici sono stati applicati ai risultati ottenuti per valutare differenze significative tra i due gruppi studiati, quello di controllo e quello sperimentale, ed entro i gruppi, quindi per ogni karateka nella I e nella II sessione di acquisizione dei dati. In particolare il test T di Student per dati indipendenti è stato applicato fra i risultati ottenuti nei due gruppi, mentre il test T di Student per dati appaiati è stato utilizzato per il confronto entro i gruppi (I vs II sessione). La significatività è stata attribuita in corrispondenza di  $p < 0,05$ .

## RISULTATI

I due gruppi, quello di controllo e quello sperimentale, risultano omogenei per quello che riguarda età, peso ed altezza (Tabella 1). Differenze significative sono presenti, invece, per l’indice di massa corporea (BMI): il gruppo sperimentale ha un BMI maggiore rispetto a quello di controllo, con una differenza media di circa  $3 \text{ kg/m}^2$ .

Nella I sessione sperimentale, i karateka del gruppo di controllo hanno mostrato una SD media totale inferiore rispetto a quella dei karateka del gruppo sperimentale (Figura 3), ma la differenza non è risultata significativa (test T di Student per dati indipendenti,  $p > 0,05$ ).

Inoltre, in tutti i karateka del gruppo sperimentale, sono state riscontrate SD medie totali inferiori nella II sessione, rispetto a quelle ottenute nella prima, indicando quindi una migliore simmetria. In particolare

nei karateka M1, M2 e F4 le differenze fra le SD calcolate nella II e nella I sessione sono risultate significative ( $p < 0,05$ ) (Figura 3). In media, i karateka del gruppo sperimentale hanno migliorato la loro simmetria del 25% rispetto alla prima sessione ( $\Delta\% = ((S_2 - S_1)/S_1) \times 100$ ).

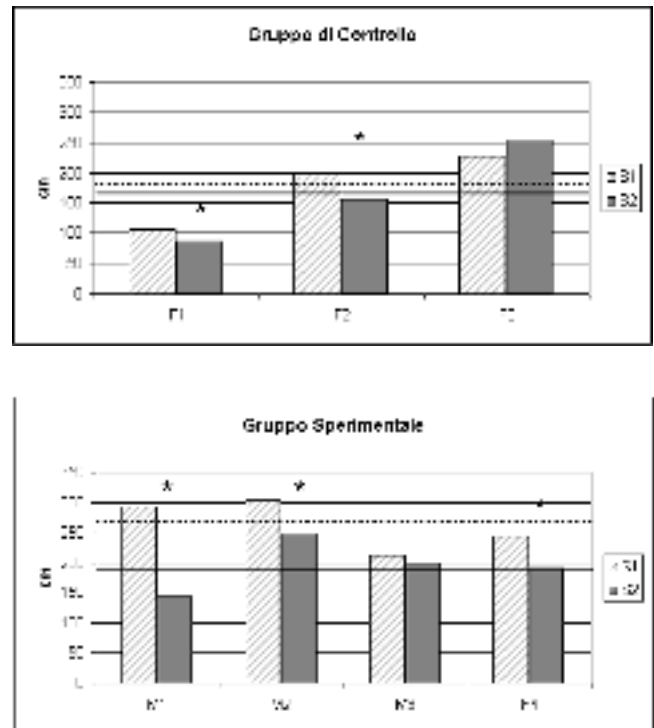


Figura 3a, b: SD medie totali della simmetria ottenute nella prima (S1, prima dell’allenamento) e seconda (S2, dopo l’allenamento) sessione sperimentale per ciascun atleta (\* = test T di Student per dati appaiati, valori significativi con  $p < 0,05$ ). La linea tratteggiata (I sessione) e quella continua (II sessione) indicano le SD medie totali per i due gruppi.

Nel gruppo di controllo nella II sessione, F1 e F2 hanno ottenuto una SD media totale inferiore rispetto a quella registrata nella I sessione con una differenza significativa. Al contrario F3 ha ottenuto una SD media totale superiore, indice di una minore simmetria durante la II sessione di acquisizioni (Figura 3).

Nella II sessione sperimentale, la differenza media tra i due gruppi è risultata ancora non significativa (test T di Student per dati indipendenti,  $p > 0,05$ ).

Considerati i tempi di esecuzione del movimento studiato ed eseguito verso destra, i soggetti M2 e F4 del gruppo sperimentale hanno ottenuto delle differenze significative tra la I e la II sessione ( $p < 0,05$ ). Inoltre, in M1 le differenze risultano significative anche per il movimento eseguito verso il lato sinistro. Nel gruppo di controllo, differenze significative sono presenti solo in F2 per il movimento eseguito verso destra (Figura 4).

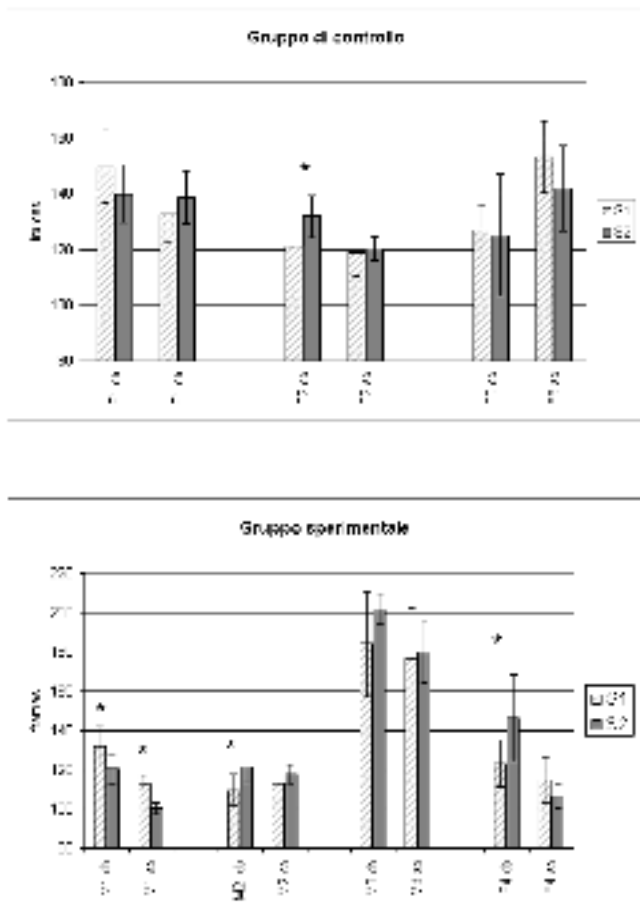


Figura 4a, b: Valori medi e deviazioni standard dei frames totali dei tempi di esecuzione nelle due sessioni tra lato destro e sinistro. Valori di probabilità ottenuti con il test T di Student per dati appaiati (\* = valori significativi,  $p < 0.05$ ).

## DISCUSSIONE

Lo studio del karate è raccomandato a tutte le età e senza discriminazione di sesso, soprattutto per le peculiarità che lo caratterizzano. Il karate, infatti, coinvolgendo i vari aspetti fisici e mentali di un individuo (Funakoshi, 1973, 1975; Nishiyama e Brown, 1996; Shirai, 1976), si rende particolarmente adatto ai giovani fino dall'età scolare. Attraverso la pratica del karate, è possibile attivare adeguatamente la sfera biologica, quella mentale e quella comportamentale dell'allievo. Infatti, oltre a contribuire validamente allo sviluppo delle qualità fisiche condizionali e coordinative, il karate permette l'acquisizione di un notevole livello di autostima, perseguito attraverso la conoscenza di sé e del significato recondito di ogni movimento. Inoltre, uno dei principali elementi che fanno di questa disciplina un valido supporto educativo nel corso dell'età evolutiva consiste nell'insegnamento del rispetto del prossimo.

Il fondatore del karate *Shotokan*, il maestro Gihin Funakoshi, scrisse "Non è assolutamente necessario concentrare l'attenzione sullo sviluppo di un solo lato anzi

uno sviluppo uniforme può essere considerato come uno dei benefici del karate" (Funakoshi, 1973). Infatti, durante la pratica di tecniche fondamentali (*kihon*) e tecniche di combattimento (*kumite*), si predilige innanzitutto l'utilizzo dell'arto destro, ma in realtà ogni tecnica può essere eseguita con entrambe gli arti. Durante la pratica del *kata*, invece, la simmetria non è sempre presente, solo alcune tecniche sono eseguite da entrambi i lati, ed essendo il *kata* un esercizio di forma codificato, non è possibile modificare la sequenza di esecuzione delle tecniche. Tuttavia esiste un metodo codificato di esecuzione dei *kata* chiamato "*ura*" (contrario), in modo che l'esercizio sia identico, nella forma e nella sequenza a quello normale ("*omote*"), ma permetta l'esecuzione di tutte le tecniche con il lato controlaterale rispetto a quello di riferimento. Tale metodo è particolarmente adatto per migliorare la simmetria ed aumentare la capacità di concentrazione durante la prestazione.

Tale concentrazione ed allenamento mentale sono considerati, come è stato tramandato dai grandi maestri negli anni grazie alla tradizione orale, un importante ed essenziale supporto all'esercizio meramente fisico e pratico. Infatti è proprio per questo che è nata l'idea, il progetto e successivamente la realizzazione di uno studio sulla simmetria affiancato ad un lavoro di *mental training*.

Il *mental training* (allenamento mentale) è una metodica di allenamento che permette di migliorare aspetti importanti della prestazione, specialmente nelle pratiche sportive in cui sono richieste una corretta esecuzione formale ed un elevato livello di attenzione per l'intera durata della performance motoria. Le procedure sono finalizzate al consolidamento della consapevolezza corporea, delle abilità di rappresentazione mentale, del controllo dell'attenzione e dello *stress* (Singer, 1986, 1988).

Nello studio precedente (Turci et al., 2002) si era verificato che il periodo di *mental training* a cui si erano sottoposti i karateka era stato in grado di modificare significativamente la ripetibilità del movimento, un effetto non riscontrato nei karateka che si erano sottoposti al solo allenamento tecnico.

Recentemente, programmi di allenamento mentale sono stati approntati con lo scopo di migliorare la prestazione agonistica in una disciplina come il tiro con l'arco che, in certo modo, può essere ricondotta al karate tradizionale. Infatti, il karate tradizionale, per quanto riguarda l'esecuzione del *kata*, e il tiro con l'arco possono essere considerati *closed-skill activities*, e cioè come attività nelle quali l'ambiente è relativamente stabile e l'atleta dispone del tempo necessario per prepararsi ad eseguire una prestazione quanto più possibile conforme ad un modello ideale (Robazza e Bortoli, 1994).

Tuttavia, nell'esperimento svolto sul tiro con l'arco, l'efficacia del trattamento di *mental training* predisposto è stata valutata conteggiando il numero di vittorie ottenute dagli atleti interessati durante prestazioni agonistiche o, ancora, considerando le impressioni e sensazioni, più o meno gradevoli, provate e verbalizzate dagli stessi soggetti coinvolti. Altra cosa è invece attribuire un valore numerico all'efficacia di un movimento, semplice o complesso ed ancora di più alla simmetria del corpo durante tale movimento (Turci et al., 2002).

I soggetti che hanno partecipato allo studio sono stati considerati un campione adatto, in quanto atleti di un certo livello, in grado di garantire una competenza tecnica e una correttezza della forma.

La tecnica presa in esame, pur essendo tratta da uno dei primi *kata* che l'atleta impara, è complessa, poiché comporta contemporaneamente un movimento differente per gli arti superiori, destro e sinistro, e una tecnica di calcio con gli arti inferiori. Inoltre, oltre alla difficoltà di mantenere l'equilibrio durante l'esecuzione, vi è la difficoltà di coordinare l'intero gesto ed eseguirlo al meglio prima verso il lato di sinistra e poi verso il lato destro.

Tutti i karateka, insieme al *mental trainer*, si sono sottoposti allo stesso programma tecnico-pratico (tipo di esercizi, numero delle sedute), predisposto dal maestro di karate tradizionale. Tale allenamento è stato volutamente analitico nei confronti della sequenza delle tecniche studiate (Turci et al., 2002).

Questo sistema, combinato con il programma di *mental training*, ha sortito effetti significativamente positivi. In realtà, già un allenamento di tipo tecnico-specifico ha evidenziato dei miglioramenti nella simmetria, anche se non così evidenti come nel gruppo sperimentale ( $\Delta$  medio=25%); infatti due donne appartenenti al gruppo di controllo hanno ottenuto, nella seconda sessione di acquisizioni dei dati, una SD minore e di conseguenza un indice di simmetria migliore. Le karateka F1 ed F2, rispettivamente una cintura di colore verde ed una cintura nera, 2° dan, hanno dimostrato una differenza significativa tra la seconda e la prima sessione con un incremento percentuale ( $\Delta\%$ ) rispettivamente del 17% e del 20%. Queste atlete, pur avendo un livello di prestazione e conoscenza differente, sono coloro che hanno un'età anagrafica maggiore (F1=32 anni e F2=37 anni) rispetto a F3 (23 anni) e potrebbero, quindi, essere in grado di una migliore e maggiore concentrazione durante l'esecuzione.

Per quanto concerne il gruppo sperimentale, si sono ottenuti miglioramenti significativi negli atleti M1, M2 ed F4 con un incremento percentuale ( $\Delta\%$ ) rispettivamente del 51%, 18% e del 21%. Questi atleti, oltre ad essere un gruppo più omogeneo rispetto al

gruppo di controllo per quello che riguarda la conoscenza del karate (infatti sono tutti karateka di livello cintura nera, due 1° dan e un 2° dan), sono anche omogenei per quello che riguarda l'età. Infatti, questi tre atleti sono quelli di età anagrafica maggiore all'interno del gruppo sperimentale.

I karateka che non hanno ottenuto differenze significative nella simmetria tra la I e la II sessione non hanno riscontrato cambiamenti per quello che riguarda il tempo di esecuzione tra le due sessioni e tra lato destro e sinistro; al contrario coloro che hanno riscontrato differenze significative nella simmetria hanno modificato, in modo significativo, anche i tempi di esecuzione su due lati (M1) o solo sul lato di destra (M2, F4 ed F2), ad eccezione di F1 (gruppo di controllo).

In conclusione, l'efficacia di un programma di *mental training*, mirato al miglioramento della forma nella pratica del karate tradizionale, è stata valutata quantitativamente. Dall'analisi dei risultati ottenuti, si può affermare che l'allenamento mentale, affiancato alla consueta pratica, può rivelarsi utile al karateka nella ricerca di un incremento morfologico della prestazione. Tuttavia, soltanto attraverso la fattiva collaborazione del tecnico, da un lato, e del *mental trainer*, dall'altro, è possibile predisporre piani di lavoro accurati e adatti ad atleti di differenti livelli prestativi (Turci et al., 2002).

Inoltre, il miglioramento della ripetibilità di movimenti balistici complessi dopo *mental training* in settori del corpo dove la coordinazione è più difficile, a causa della loro elevata rappresentazione nelle cortecce sensitive e motorie, sembra confermare il ruolo fondamentale svolto dalle strutture deputate a fornire una memoria a breve termine, come l'ippocampo, per fissare e coordinare le sequenze motorie complesse alla base della gestualità della disciplina (Toni, 2004).

## BIBLIOGRAFIA

1. Ferrario VF, Sforza C, Michielon G, Alberti G, Mauro F. Morphological evaluation of a sport action by the Euclidean distance matrix analysis: the basketball free throw. Italian Journal of Sport Sciences, 1997; 4: 5-11.
2. Funakoshi G. Karate-do Kyohan: the master text. Tokyo: Kodansha, 1973.
3. Funakoshi G. Karate-do. My way of life. Tokyo: Kodansha, 1975.
4. Ferrario VF, Mulinelli su fungo. Studio e ricostruzione tridimensionale di un gesto tecnico della ginnastica artistica. Sport & Medicina, 2004; 21(1): 45-49.
4. Grassi GP, Turci M, Shirai YF, Lovecchio N, Sforza C, Ferrario VF. Body movements on the men's competition

- mushroom: a three-dimensional analysis of circular swings. *Br. J. Sports Med.*, 2005; 39: 489-492. doi: 10.1136/bjsm.2003.010256
5. Layton C, Lawrence JM. Performance time transformed by count as a determinant of difficulty in the Shotokan karate Heian kata set. *Perceptual and Motor Skills*, 1997; 84: 989-990.
  6. Layton C, Bell VCF. Slow movement as a function of advancement in the Shotokan kata set. *Perceptual and Motor Skills*, 1997; 84: 1009-1010.
  7. Nakayama M. *Karate*. Verona: Arnoldo Mondadori, 1975.
  8. Nishiyama H, Brown RC. *Karate: the art of the empty-hand fighting*. Tokyo: Tuttle, 1998.
  9. Robazza C, Bortoli L. La preparazione mentale nel tiro con l'arco. *SdS*, 1994; XII: 31: 40-46.
  10. Shirai H. *Manuale di karate*. Milano: G.E.P., 1976.
  11. Shirai YF. *Analisi morfologica del karate tradizionale: dall'insegnamento dei maestri alla quantificazione 3D del movimento*. Tesi di dottorato di ricerca in Scienze Morfologiche, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Morfologia Umana, Anno Accademico 2004-2005.
  12. Sforza C, Dugnani S, Mauro F, Torri L, Ferrario V. Repeatability of the football penalty. A statistical evaluation by the morphological variation analysis. In REILLY T, BANGSBO J, HUGHES M, eds. *Science and Football III*. London: E. & F. N. Spon, 1997: 240-245.
  13. Sforza C, Turci M, Grassi G, Fragnito N, Pizzini G, Ferrario VF. The repeatability of choku-tsuki and oi-tsuki in traditional Shotokan karate: a morphological three-dimensional analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 2000; 90: 947-960.
  14. Sforza C, Turci M, Grassi G, Shirai YF, Pizzini G, Ferrario VF. Repeatability of mae-geri-keage in traditional karate: a three-dimensional analysis with black-belt karateka. *Perceptual and Motor Skills*, 2002; 95: 433-444.
  15. Singer RN. Sport performance: a five-step mental approach. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 1986; 57: 82-84.
  16. Singer RN. Strategies and metastrategies in learning and performing self-paced athletic skills. *The Sport Psychologist*, 1988; 2: 49-88.
  17. Toni R. Neural and neuroendocrine bases for hedonic and adaptive value of athletic shotokan karate. Tesi di esame cintura nera 4°Dan karate stile Shotokan, Fijlkam, Lido di Ostia, 2004.
  18. Takei Y, Nohara H, Kamimura M. Techniques used by elite gymnasts in the 1992 olympic compulsory dismount from the horizontal bar. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1992; 8: 207-232.
  19. Turci M, Sforza C, Michielon G, Ferrario VF, Pizzini G. *Perfezionare con la mente. L'effetto del mental training sulla ripetibilità di una sequenza tratta dal kata Heian yodan: analisi tridimensionale*. *Sport & Medicina*, 2002; 19(1): 29-41.