

Massimiliano Gollin, *Scuola universitaria interfacoltà in scienze motorie, Suism, Università di Torino;*
Centro ricerche in allenamento e performance, Isef Torino; Centro di medicina preventiva e dello sport, Isef Torino;
 Alessandro Luciano, *Centro di medicina preventiva e dello sport, Isef Torino*
 Giorgio Colombero, Luca Dutto, *Scuola universitaria interfacoltà in scienze motorie, Suism, Università di Torino*
 Luca Simonetti, *Cintura nera IV Dan*

La variazione della flessibilità durante la seduta di allenamento

Modificazioni della flessibilità muscolo-tendinea e della forza esplosivo-elastica durante una specifica sessione di allenamento nel Karate di alto livello

In un gruppo di quindici soggetti praticanti Karate ad alto livello, suddivisi in un gruppo maschile (GMK, otto atleti: età, $21,3 \pm 4,4$ anni; peso: $44 \pm 12,08$ kg; altezza 174,06 cm) e uno femminile (GFK, sette atlete: età: $23,4 \pm 8,8$ anni; peso: $55,71 \pm 5,12$ kg; altezza $162,57 \pm 2,98$ cm) è stato studiato se la flessibilità della muscolatura estensoria del rachide e della zona posteriore dell'arto inferiore, si modificasse durante una tipica seduta di allenamento specifico, per individuare in essa una fase di massimo aumento della flessibilità muscolo tendinea (FMT), che permetta all'allenatore di inserire in quel momento preciso, esercizi specifici di flessibilità per ottimizzare lo sviluppo del massimo r.o.m. (range of motion) dell'atleta. I test utilizzati sono stati: il test della flessibilità muscolo-tendinea del busto dalla stazione eretta (Ts-FMT-Se); il test della flessibilità muscolo-tendinea dalla stazione seduta (Ts-FMT-Ss); il test dello Squat jump con contromovimento (Cmj) o valutazione della forza esplosiva elastica del salto verticale (FEE) e sono stati somministrati: a riposo, prima dell'effettuazione del riscaldamento (T-Pre-R); dopo il riscaldamento (T-Post-R); dopo la fase centrale della lezione (T-Post-Tr); dopo la fase di defaticamento (T-Post-D). Nel gruppo femminile, valutato nella seconda sessione di test, è stato inserito un rilevamento 15 min dopo il test Post-D, per verificare come si comportassero i parametri indagati circa 30 min dopo la fine del training (TPost-D15). Il test del Cmj è stato usato per verificare sia le variazioni della forza esplosiva elastica durante il periodo di tempo considerato, sia se esistessero correlazioni significative tra i parametri di flessibilità e di forza esplosiva-elastica espressa in cm di salto. Gli strumenti utilizzati sono stati un kit per la valutazione della flessibilità dalla stazione eretta e dalla stazione seduta, un misuratore di salti della ditta Microgate Italia. In entrambi i gruppi esaminati secondo i risultati ottenuti la flessibilità ha subito un incremento dall'inizio alla fine della seduta di allenamento. In particolare la flessibilità del busto dalla stazione eretta, nel confronto TPre-R vs TPost-D, sia nel gruppo GMK che GFK si è rilevata significativa ($p < 0,05$). Non si sono rilevate correlazioni significative tra i test di flessibilità e i test di Cmj in nessuna delle fasi di campionamento durante la seduta di allenamento. Grazie al trend di flessibilità osservato in questi atleti, si è potuta ipotizzare una strategia metodologica utile all'allenatore per l'inserimento degli esercizi di flessibilità con lo scopo di amplificare il range di mobilità attiva.



Introduzione

La flessibilità muscolo-tendinea (*Fmt*) cioè la capacità di elongazione della muscolatura striata, viene ritenuta, nella teoria e metodologia dell'allenamento sportivo, uno dei pre-requisiti fondamentali per l'effettuazione della massima *performance*. Individuata come intermedia tra le predisposizioni organico-muscolari e percettivo-cinetiche, risulterebbe una componente fondamentale della mobilità dell'apparato motorio e la risultante della mobilità articolare (*MA*) e della flessibilità muscolo-tendinea (*Fmt*). Alla luce di questo assunto e suddividendo in modo riconoscibile la flessibilità dalla mobilità, apparirebbe come il termine mobilità composta (*MC*) sia la capacità di eseguire i più svariati movimenti meccanici, attraverso il massimo grado di escursione articolare posseduto dall'individuo, sia in forma attiva, sia in forma passiva. La *MA*, caratteristica delle articolazioni in senso stretto, viene mediata da forme ossee differenti e quindi predeterminate geneticamente. Essa risulta essere allenabile grazie ad esercizi che ripropongono il movimento delle articolazioni stesse, nella loro massima espressione di mobilità, definiti a corpo libero o callistenici.

Per la *Fmt*, sono state individuate differenti tecniche specifiche di *stretching* grazie alle quali è possibile incrementare la capacità di elongazione mio-tendinea del gruppo muscolare oggetto di allenamento. Risulta ancora di fondamentale importanza accennare al concetto di riserva di flessibilità (*RF*) messo in luce da alcuni autori (Schnabel, Harre, Borde 1988; Platonov 2004). È il valore ottenuto dalla differenza tra la flessibilità muscolo-tendinea attiva (*FmtA*), valutabile quantitativamente attraverso la capacità dell'atleta nel raggiungimento di una grande escursione di movimento grazie all'azione attiva dei muscoli scheletri e la flessibilità muscolo-tendinea passiva (*FmtP*). Sempre maggiore della precedente è determinata attraverso l'ampiezza del movimento realizzabile grazie all'applicazione di forze esterne (aiuto dell'allenatore, sovraccarichi, elastici, ecc.). Sembrerebbe che il valore di riserva di flessibilità (*RF*) evidenzii il possibile *range* di miglioramento di tale capacità ancora a disposizione dell'individuo, sul quale intervenire con l'allenamento. Mentre risulta essere riconosciuto che l'allenamento longitudinale attraverso lo *stretching* produca un incremento della flessibilità (Worrel et al. 1994) aumentando la libertà del grado articolare di movimento, altri studi hanno verificato come lo *stretching* non abbia effetti particolari sulla prevenzione degli infortuni (Herbert, Gabriel 2002; Bisciotti 2005), sul riscaldamento (Van Mechelen et

al. 1993) e addirittura se somministrato prima della prestazione sportiva possa peggiorare il rendimento dell'atleta (Wiemann, Klee 2000; Young, Elliot 2001; Kokkonen et al. 1997). Tuttavia, pur trovandosi nella letteratura scientifica molte notizie sull'unità muscolo-tendinea (*Umt*), con particolare riguardo alla sua risposta elastica in funzione di un determinato regime di contrazione (Bisciotti et al. 2000; Bisciotti et al. 2001; Bisciotti et al. 2002), al suo allenamento in base a differenti tecniche di *stretching* (Wydra 2001), alla modificazione indotta dal suo allenamento sulla *performance* (Gilles et al. 2004), alla sua variazione in funzione della temperatura corporea (Proske, Morgan 1999) e dell'ora del giorno (Martin et al. 1997), risulta a nostra conoscenza poco studiata la sua variazione durante le diverse fasi di una seduta di allenamento specifica di atleti di alto livello. Da queste ultime considerazioni, appare evidente che se fosse individuabile in modo inequivocabile, durante la seduta di allenamento (*UA*), una fase di massimo aumento della flessibilità muscolo tendinea (*Fmt*), questo permetterebbe all'allenatore di inserire in quel momento preciso, esercizi specifici di flessibilità. Lo scopo è di massimizzare lo sviluppo negli angoli critici che si trovano nel massimo *range* articolare dell'atleta. Potremmo, dunque, agire in modo puntuale su quella che viene definita la riserva di flessibilità muscolo-tendinea (*rFmt*). Da tutto ciò ne deriva che sia ipotizzabile da una parte un'azione preventiva da eventuali traumi generati da movimenti di *over-stretching*, come, ad esempio, in condizioni di allenamento ad alta intensità o nei momenti di gara, dove le variabili determinate dal momento competitivo quali: l'ansia, le aspettative psicologiche, il riscaldamento non adeguato, le pause a volte troppo lunghe tra gli incontri, ecc.) possono essere difficilmente controllabili ed arrecare insulti-traumatici alla struttura muscolo-articolare; dall'altra ci permet-

ta di eseguire movimenti con un'efficienza tecnica massimale, con ottimi risultati sulla performance richiesta, anche in condizioni di affaticamento e stress fisico e psichico.

Lo scopo del nostro studio è stato quello di verificare, in due gruppi di atleti, uno maschile (*GMK*) e uno femminile (*GFK*), praticanti Karate a livello nazionale se la flessibilità della muscolatura estensoria del rachide e della zona posteriore dell'arto inferiore, subissero delle modificazioni durante una tipica seduta di allenamento (*UA*) specifico e se tale variazione potesse essere correlabile alla *performance* dell'atleta misurata attraverso un test di tipo analitico quale il salto verticale con precaricamento elastico (*Cmj*) in un tipico ciclo pliometrico di stiramento e accorciamento (*Csa*). Successivamente si è provato ad individuare, all'interno della sessione di allenamento, se nei due gruppi esistesse un *trend* di flessibilità muscolo-tendinea che fosse riconoscibile e giustificabile in modo scientifico. Lo scopo finale è quello di strutturare, in generale, un'eventuale modello utile all'allenamento di tale capacità e in particolare in questa tipologia di atleti con le loro consolidate abitudini di allenamento.

Materiali e metodi

Il gruppo campione

Il gruppo campione esaminato è composto da quindici atleti praticanti Karate a livello nazionale (I°Kyu, I°Dan, II°Dan, III°Dan) e rispettivamente: otto soggetti di sesso maschile (*GMK*) e sette soggetti di sesso femminile (*GFK*). Dall'indagine effettuata sui due gruppi sono emerse le caratteristiche evidenziate nella tabella 1.

Tutti i partecipanti hanno dichiarato: di effettuare *stretching* prima del riscaldamento; di non effettuare *stretching* dopo il riscaldamento; di effettuare *stretching* dopo la fase centrale dell'allenamento, ma

Tabella 1 – Caratteristiche dei gruppi GMK e GFK.

Caratteristiche dei gruppi campione	GMK	GFK
Età	21,37 ± 4,44 (media ± dev.st)	23,42 ± 8,83 (media ± dev. st)
Peso	64,43 ± 12,08 (media ± dev.st)	55,71 ± 5,12 (media ± dev.st)
Altezza	174,06 ± 6,09 (media ± dev.st)	162,57 ± 2,98 (media ± dev.st)
Età di inizio della pratica sportiva agonistica	11,37 ± 4,53 (media ± dev.st)	12,42 ± 3,51 (media ± dev.st)
Numero di anni di allenamento	10,5 ± 4,72 (media ± dev.st)	10,28 ± 6,10 (media ± dev.st)
Durata media di una seduta di allenamento	circa 90 min	circa 90 min
n° di mesi di allenamento annuale	circa 11	circa 11
Totale ore di allenamento annuale	circa 250	circa 200
Numero di gare annuale	circa 10	circa 10
Numero di allenamenti settimanali	da 3 a 4	da 3 a 4

non con una tecnica specifica; di non effettuare una seduta specifica di allenamento della flessibilità. Tutti i soggetti hanno mantenuto prima della settimana dei test la loro normale attività di allenamento. Nessuno di loro al momento del campionamento ha denunciato patologie di tipo artro-osteo-muscolare o dermatologiche che potessero inibire i gesti atletici richiesti. Tutti gli atleti che hanno preso parte alla ricerca sono stati precedentemente informati sullo scopo dello studio e sulla tempistica delle fasi di campionamento durante la seduta di allenamento. Preventivamente alle sessioni dei test sono state spiegate le modalità bio-mecchaniche dello studio, ai rispettivi allenatori, al fine di diminuire al minimo gli errori derivanti da eventuali cattive esecuzioni dei gesti atletici richiesti.

Il campionamento delle variabili

La batteria dei test previsti per il gruppo *GMK* e *GFK* è stata somministrata, una sola volta a distanza di quindici giorni e sempre nella stessa giornata del microciclo per ogni gruppo (il sabato). Affinchè non ci fossero modificazioni nelle misure indagate, sono state rispettate le seguenti variabili che non hanno subito cambiamenti:

- il luogo di attuazione dei test,
- la tipologia degli allenamenti eseguiti nei giorni precedenti,
- la tipologia della seduta di allenamento utilizzata durante i test,
- la tipologia delle attrezzature,
- gli operatori tecnici che hanno rilevato i dati,
- il maestro di Karate che ha condotto la seduta di allenamento,
- la temperatura ambiente, che nelle due sessioni di test si è potuta quantificare intorno ai $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$,
- l'esecuzione a piedi scalzi di tutti i test.

La tipologia dei test

I test effettuati sono stati tre e precisamente:

1. il test della flessibilità muscolo-tendinea del busto dalla stazione eretta (*Ts-FMT-Se*)
2. il test della flessibilità muscolo-tendinea dalla stazione seduta (*Ts-FMT-Ss*)
3. il test dello Squat jump con contromovimento (*Cmj*) o valutazione della forza esplosiva elastica del salto verticale (*FEE*)

Sono stati scelti i suddetti test 1 e 2 di flessibilità per i seguenti motivi:

- La biomeccanica dei due test di flessibilità può essere ritenuta simile e di facile attuazione, soprattutto durante lo svolgimento di una seduta di allenamento dove era importante ridurre al minimo l'interruzione determinata dai test. Inoltre volendo correlare la flessibilità con la performance di salto misurata con il *Cmj*, ed essendo la sua esecuzione tecnica, preceduta da una fase di caricamento elastico con allungamento dei muscoli ischiocrurali e glutei, nonché la flessione del busto per avanti, ci è sembrato che i due test di flessibilità fossero i più pertinenti al nostro scopo.
- Il secondo test di flessibilità è stato inserito nella batteria di misurazione con lo scopo di poter fare da pietra di paragone al test precedente. Questo ci ha permesso di verificare se l'atleta aveva mantenuto la stessa attitudine all'esercizio di flessibilità muscolo-tendinea e se le due misure fossero correlabili, verificando la veridicità delle rilevazioni effettuate dalla stazione eretta.

I protocolli di misurazione adottati nei test, sono stati realizzati come segue:

• Test della flessibilità muscolo-tendinea del busto dalla stazione eretta (*Ts-FMT-Se*):

il test consiste nel far salire il soggetto a piedi scalzi su un cubo di legno. Sulla metà di uno dei suoi lati verticali è stata applicata una scala centimetrata con la posizione dello zero a livello del piano di appoggio dei piedi (asta graduata con escursione compresa tra -20 e $+40$ cm). Dopo aver fatto salire l'atleta sul cubo, ed effettuato il posizionamento dei piedi scalzi uniti e a filo dello spigolo del cubo, allineati sulla linea di mezzeria in corrispondenza della scala centimetrata, è stato chiesto al soggetto di flettere il busto in avanti, con un movimento lento e progressivo al fine di evitare l'attivazione dei fusi neuromuscolari (*FNM*), mantenendo le ginocchia in estensione e il capo flesso avanti. Con le mani sovrapposte ed utilizzando la punta delle dita medie, come indicatore scorrevole per la scala centimetrata si è raggiunta la massima flessibilità muscolo tendinea; un operatore ha vigilato che il test fosse stato eseguito correttamente prendendo nota del valore raggiunto nel punto di massima flessibilità, *reading point (RD)* sull'apposita scala di riferimento. La lettura del dato da parte dell'operatore è avvenuta mantenendo la posizione di *RD* non oltre tre secondi, tempo ritenuto valido al fine di evitare che i *GTO* attivassero il rilassamento mio-tendineo (Arnheim, Prentice 2000).

• Test della flessibilità muscolo-tendinea del busto dalla stazione seduta (*Ts-FMT-Ss*):

a differenza di prima, il soggetto viene fatto sedere a terra con le gambe in estensione ed i piedi uniti scalzi in appoggio sulla pedana, che ora appare ruotata con un angolo di 90° . A livello dell'appoggio dei piedi si evidenzia lo zero della scala centimetrata (asta graduata con escursione compresa tra -20 e $+30$ cm), che ora risulta essere parallela rispetto al pavimento. Le modalità esecutive di questo secondo test sono le medesime di quelle descritte precedentemente. Per ambedue i test si è deciso di eseguire una sola prova massimale di test, al fine di evitare che la ripetizione di tale tipologia di test potesse viziare la misura diventando un esercizio di *stretching* statico, con un'inevitabile imprecisione obiettiva dei dati rilevati. Le due prove di flessibilità sono state intervallate da un tempo di circa 25 ± 10 secondi, *interval time (It)*, al fine di permettere il posizionamento dell'atleta sulla nuova stazione.

• Test dello Squat jump con contromovimento (*Cmj*) o valutazione della forza esplosiva elastica (*FEE*) del salto verticale:

questo test, a differenza dei due precedenti, è stato reso possibile grazie ad una delle strumentazioni di alta precisione della ditta *Microgate Italia* denominato *Opto Jump*. Il test di *Cmj* ideato da Bosco (Bosco 1992; Ciccarone et al. 2005), consiste nella valutazione di tipo indiretto della forza esplosiva elastica delle gambe generata durante un salto verticale con pre-caricamento elastico. Sono state eseguite tre prove, la prima utilizzata come pre-attivazione neuromuscolare, la seconda come test massimale, la terza di controllo del massimale. Al fine dell'analisi statistica è stato utilizzato il miglior salto effettuato. L'intervallo di tempo tra ogni prova di salto è stato di circa $45 \text{ sec} \pm 10$ secondi, *recovery time (Rt)*.

L'organizzazione operativa della batteria di test e la loro applicazione pratica sul campo durante l'unità di allenamento

Il rilevamento dei dati in oggetto è avvenuto in differenti momenti della seduta di allenamento, essi sono stati:

- a riposo, prima dell'effettuazione del riscaldamento (*T-Pre-R*)
- dopo il riscaldamento (*T-Post-R*)
- dopo la fase centrale dell'allenamento (*T-Post-Tr*)

- dopo la fase di defaticamento (*T-Post-D*)
- in particolare, solo nel gruppo *GFK*, che è stato valutato nella seconda sessione di test, si è pensato di inserire un rilevamento a 15 minuti dopo il test *Post-D*, al fine di verificare come si comportassero i parametri indagati (*TPost-D15*)

Alla fine di ogni fase gli atleti si sono diretti velocemente alle rispettive stazioni di valutazione disposte a bordo palestra. Le stazioni previste per i test sono state tre. Le sequenze dei test previste per ogni gruppo sono state randomizzate come segue:

- $(Ts-FMT-Se) + (Ts-FMT-Ss) + Cm_j$
- $Cm_j + (Ts-FMT-Se) + (Ts-FMT-Ss)$
- $Cm_j + (Ts-FMT-Ss) + (Ts-FMT-Se)$

Le specifiche della seduta di allenamento

Al fine di non snaturare la sessione di allenamento degli atleti in questione, sono state mantenute le esercitazioni tipiche della seduta specifica di allenamento, codificata tra la fine del periodo di preparazione specifico e l'inizio di quello competitivo.

Fase 1: Test più Riscaldamento (TPre-R)

Dopo avere effettuato la prima tornata di test gli atleti sono stati sottoposti ad un riscaldamento della durata di 15 minuti, con intensità del carico da bassa a medio alta.

Fase 1a: Test post riscaldamento (TPost-R)

Alla fine del riscaldamento sono stati effettuati i test di rilevazione.

Fase 2: Training più test (TPost-Tr)

L'intensità del carico in questa fase è passata da medio-alta a massima.

La quantità del carico e gli esercizi proposti hanno seguito tre momenti successivi:

1. Si è iniziato con dieci minuti di fondamentali individuali.
2. Si è proseguito con dieci minuti di fondamentali a coppie con calci e spostamenti angolari su più piani.
3. Si è terminato con dieci minuti di *Kumitè* (combattimento libero)

Fase 2a: Test post training (TPost-T)

Alla fine della fase centrale della seduta di allenamento sono stati effettuati i test di rilevazione.

Fase 3: Defaticamento più Test (TPost-D)

L'intensità del carico in questa fase è stata molto bassa. La sua durata ha visto quindici minuti di lavoro così suddivisi: cinque minuti di discussione sulla tattica e sulla

tecnica di attacco e difesa. Dieci minuti di *stretching* statico sui principali gruppi muscolari utilizzati in allenamento, utilizzando una serie per ogni esercizio mantenuta per la durata di 30 secondi.

Fase 3a: Test post defaticamento (TPost-D)

Alla fine della fase di defaticamento sono stati effettuati i test di rilevazione.

Fase 4: Quindici minuti di recupero passivo post defaticamento più Test (TPost-D15)

Alla fine della fase tre, solo per il gruppo *GFK*, sono stati richiesti 15 minuti di defaticamento passivo, dopo di che è stata effettuata un'ultima tornata di test.

Per stabilire l'intensità del carico delle varie fasi della seduta di allenamento ci si è serviti della scala qualitativa della fatica di Borg (Heyward 1996), e del *talk test* (Corigliano, Di Mauro 2004) o analisi della fase aerobica indiretta.

L'analisi statistica

Il livello di significatività "P" è stato fissato a 0,05 ($P < 0,05$). Oltre la statistica descrittiva numerica e grafica i dati rilevati sono stati trattati con i test statistici non parametrici di Wilcoxon e la Correlazione di Spearman.



Analisi dei risultati

Variatione della forza esplosivo elastica nel gruppo GMK e GFK durante l'unità allenante

La tabella 2 riporta rispettivamente le differenti significatività statistiche della forza esplosivo elastica nel gruppo *GMK* e *GFK* e le relative differenze percentuali ottenute nelle varie fasi della seduta di allenamento. Le figure 1 e 2 ne evidenziano l'andamento grafico.

Tabella 2 – Significatività statistica nel test del *Cmj* nei gruppi *GMK* e *GFK*.

GMK-CMJ						
	TPre-R	TPost-R	T-Post-Tr	T-Post-D	Diff. %	Variatione
Media	36,15	34,93	41,14	36,71		
DV st	5,26	8,04	4,82	3,52		
Wilcoxon	0,450	ns			3,39	diminuzione
Wilcoxon	0,012	**			13,80	aumento
Wilcoxon	1,000	ns			1,56	diminuzione
Wilcoxon		0,012	**		17,79	aumento
Wilcoxon		0,889	ns		5,12	aumento
Wilcoxon			0,012	**	10,76	diminuzione

GFK-CMJ							
	TPre-R	TPost-R	T-Post-Tr	T-Post-D	TPost-D15	Diff. %	Variatione
Media	25,80	28,69	29,14	25,53	24,89		
DV st	3,42	2,64	3,34	3,23	3,25		
Wilcoxon	0,028	*				11,18	aumento
Wilcoxon	0,028	*				12,96	aumento
Wilcoxon	0,686	ns				1,05	diminuzione
Wilcoxon	0,116	ns				3,54	diminuzione
Wilcoxon		0,463	ns			1,59	aumento
Wilcoxon		0,018	**			11,01	diminuzione
Wilcoxon		0,018	**			13,25	diminuzione
Wilcoxon			0,018	**		12,40	diminuzione
Wilcoxon			0,018	**		14,61	diminuzione
Wilcoxon				0,068	ns	2,52	diminuzione

P = < 0,05, significativo * P = < 0,01, molto significativo ** P = < 0,001, altamente significativo ***
Non significativo = ns

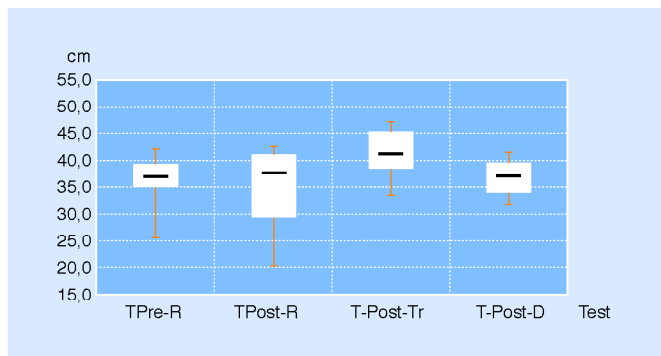


Figura 1 – Analisi grafica del CmJ nelle varie fasi della seduta di allenamento, nel gruppo maschile.

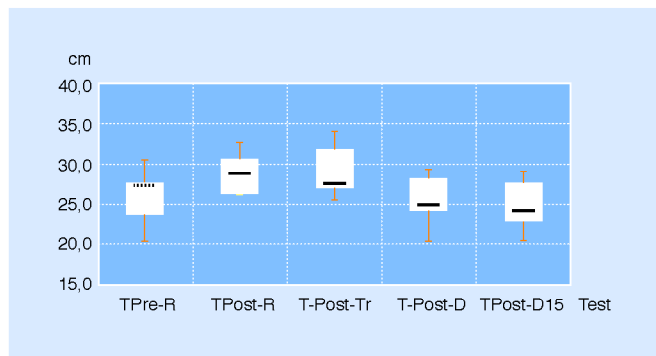


Figura 2 – Analisi grafica del CmJ nelle varie fasi della seduta di allenamento, nel gruppo femminile.

Tabella 3 – Significatività statistica nel test della flessibilità dalla stazione eretta nei gruppi GMK e GFK.

GMK-Ts-FMT-Se						
	TPre-R	TPost-R	T-Post-Tr	T-Post-D		
Media	3,63	5,66	5,99	7,00		
DV st	6,94	6,87	6,19	5,86	Diff. %	Variazione
Wilcoxon	0,012	**			56,21	aumento
Wilcoxon	0,025	*			65,17	aumento
Wilcoxon	0,025	*			93,10	aumento
Wilcoxon		0,735	ns		5,74	aumento
Wilcoxon		0,123	ns		23,62	aumento
Wilcoxon			0,208	ns	16,91	aumento

GFK-Ts-FMT-Se						
	TPre-R	TPost-R	T-Post-Tr	T-Post-D	TPost-D15	
Media	8,49	10,23	10,56	12,44	11,76	
DV st	5,06	4,37	4,01	4,80	4,25	Diff. %
Wilcoxon	0,091	ns				20,54
Wilcoxon	0,091	ns				24,41
Wilcoxon	0,018	**				46,63
Wilcoxon	0,018	**				38,55
Wilcoxon		0,529	ns			6,49
Wilcoxon		0,018	**			21,65
Wilcoxon		0,043	*			14,94
Wilcoxon			0,028	*		17,86
Wilcoxon			0,128	ns		11,37
Wilcoxon				0,237	ns	5,51

P = < 0,05, significativo * P = < 0,01, molto significativo ** P = < 0,001, altamente significativo ***
Non significativo = ns

Variatione della FMT misurata con il test della flessibilità dalla stazione eretta, nel gruppo GMK e GFK durante l'unità allenante

La tabella 3 riporta rispettivamente le differenti significatività statistiche della flessibilità muscolo-tendinea misurata con il test dalla stazione eretta nel gruppo GMK e GFK e le relative differenze percentuali ottenute nelle varie fasi della seduta di allenamento. Le figure 3 e 4 ne evidenziano l'andamento grafico.

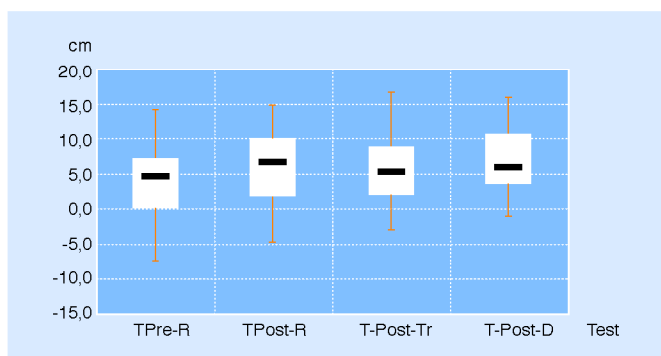


Figura 3 – Analisi grafica del test di flessibilità dalla stazione eretta nelle varie fasi della seduta di allenamento, nel gruppo maschile.

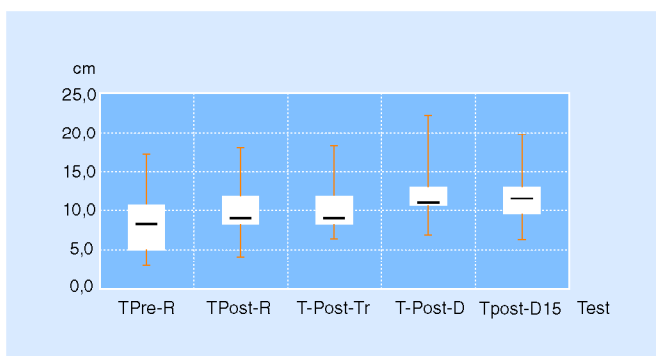


Figura 4 – Analisi grafica del test di flessibilità dalla stazione eretta nelle varie fasi della seduta di allenamento, nel gruppo femminile.



Tabella 4 – Significatività statistica nel test della flessibilità dalla stazione seduta nei gruppi GMK e GFK.

GMK-CMJ						
	TPre-R	TPost-R	T-Post-Tr	T-Post-D		
Media	36,15	34,93	41,14	36,71		
DV st	5,26	8,04	4,82	3,52	Diff. %	Variazione
Wilcoxon	0,450	ns			3,39	diminuzione
Wilcoxon	0,012	**			13,80	aumento
Wilcoxon	1,000	ns			1,56	diminuzione
Wilcoxon		0,012	**		17,79	aumento
Wilcoxon		0,889	ns		5,12	aumento
Wilcoxon			0,012	**	10,76	diminuzione

GFK-CMJ						
	TPre-R	TPost-R	T-Post-Tr	T-Post-D	TPost-D15	
Media	25,80	28,69	29,14	25,53	24,89	
DV st	3,42	2,64	3,34	3,23	3,25	Diff. %
Wilcoxon	0,028	*				11,18
Wilcoxon	0,028	*				12,96
Wilcoxon	0,686	ns				1,05
Wilcoxon	0,116	ns				3,54
Wilcoxon		0,463	ns			1,59
Wilcoxon		0,018	**			11,01
Wilcoxon		0,018	**			13,25
Wilcoxon			0,018	**		12,40
Wilcoxon			0,018	**		14,61
Wilcoxon				0,068	ns	2,52

P = < 0,05, significativo * P = < 0,01, molto significativo ** P = < 0,001, altamente significativo ***

Non significativo = ns

Variazione della FMT misurata con il test della flessibilità dalla stazione seduta, nel gruppo GMK e GFK durante l'unità allenante

La tabella 4 riporta rispettivamente le differenti significatività statistiche della flessibilità muscolo-tendinea misurata con il test dalla stazione seduta nel gruppo *GMK* e *GFK* e le relative differenze percentuali ottenute nelle varie fasi della seduta di allenamento.

Le figure 5 e 6 ne evidenziano l'andamento grafico.

La correlazione di Spearman tra la variazione della forza esplosiva elastica (FEE) e la flessibilità muscolo tendinea (FMT)

Dall'analisi delle matrici di correlazione effettuate in entrambi i gruppi (*GMK* e *GFK*), tramite il test per ranghi di Spearman, si evidenzia che sia la *FEE* misurata con il *CMj*, sia la *FMT* misurata con i rispettivi test di flessibilità non sono correlati tra di loro in nessuna delle fasi di campionamento analizzate. Infatti le due variabili, misurate in differenti momenti della seduta di allenamento, risulterebbero essere indipendenti valutando due aspetti diversi delle capacità fisiche oggetto del nostro studio.

Al contrario i due test di flessibilità sono risultati essere correlati in tutte le fasi della seduta di allenamento ed evidenziati nei riquadri grigi nelle tabelle 5 e 6; nelle medesime viene anche riportata in celeste corsivo la correlazione della stessa variabile nelle varie fasi di test, evidenziando l'incremento della variabile stessa, quando il dato si allontana dalla valutazione basale e il suo ritorno allo stato basale quando il dato si avvicina a valori prossimi ad uno.

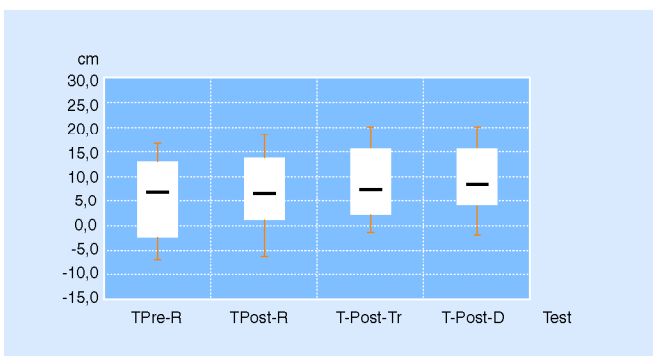


Figura 5 – Analisi grafica del test di flessibilità dalla stazione seduta nelle varie fasi della seduta di allenamento, nel gruppo maschile.

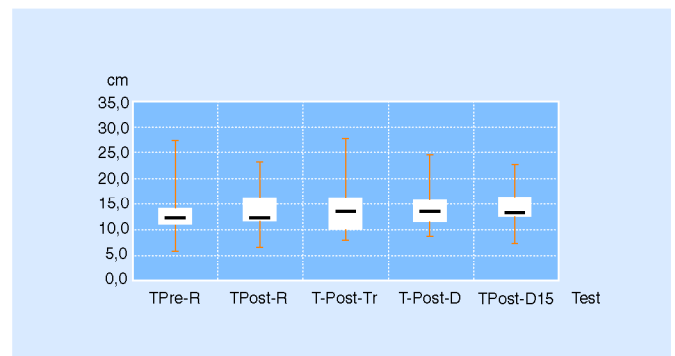


Figura 6 – Analisi grafica del test di flessibilità dalla stazione seduta nelle varie fasi della seduta di allenamento, nel gruppo femminile.

Tabella 5 – Matrice di correlazione per l'insieme delle variabili di flessibilità e per la capacità di salto, nel gruppo maschile (Correlazioni marcate significative, $p < 0,05$).

		TPre-R			TPost-R			T-Post-Tr			T-Post-D		
		Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)
TPre-R	Cmj (cm)												
	Flex busto eretto (cm)	0,357											
	Flex busto seduto (cm)	0,262	0,952										
TPost-R	Cmj (cm)	0,357	0,381	0,190									
	Flex busto eretto (cm)	0,405	0,976	0,976	0,286								
	Flex busto seduto (cm)	0,262	0,952	1,000	0,190	0,976							
T-Post-Tr	Cmj (cm)	0,857	0,333	0,190	0,690	0,357	0,190						
	Flex busto eretto (cm)	0,333	0,929	0,952	0,262	0,976	0,952	0,333					
	Flex busto seduto (cm)	0,467	0,886	0,898	0,467	0,922	0,898	0,467	0,922				
T-Post-D	Cmj (cm)	0,970	0,335	0,240	0,371	0,371	0,240	0,850	0,311	0,428			
	Flex busto eretto (cm)	0,095	0,833	0,929	0,048	0,905	0,929	0,095	0,952	0,814	0,072		
	Flex busto seduto (cm)	0,190	0,905	0,976	0,167	0,952	0,976	0,167	0,976	0,898	0,180	0,976	

Discussione dei risultati

Dall'analisi dei dati è stato possibile rispondere alle seguenti domande problematiche che si pone in genere l'allenatore sul campo e alle quali non sono ancora state date delle risposte esaurienti e definitive.

1. Esiste una variazione tipica della flessibilità muscolo-tendinea all'interno di una seduta di allenamento?

Il test di flessibilità dalla stazione eretta ha messo in evidenza sia nel gruppo *GMK* che *GFK* come ci sia una variazione del parametro indagato durante lo svolgimento della seduta di allenamento che parrebbe incrementare dall'inizio fino alla fine. Nel gruppo *GMK* le variazioni dei dati di *FMT* sono risultate essere significative ($p < 0,05$) e tutte in incremento positivo.

La stessa analisi condotta nel gruppo *GFK* ha indicato una variazione del parametro indagato simile a quella vista nel gruppo maschile, ma con una differenza non significativa anche se molto alta ($p = 0,09$) tra il *TPre-R* e il *TPost-R* e il *TPre-R* e il *TPost-Tr*. Risulterebbe essere in incremento positivo e significativo ($p < 0,05$) il confronto tra il *TPre-R* e il *TPost-D*. Il fatto che la differenza

Tabella 6 – Matrice di correlazione per l'insieme delle variabili di flessibilità e per la capacità di salto, nel gruppo femminile (Correlazioni marcate significative, $p < 0,05$).

		TPre-R			TPost-R			T-Post-Tr			T-Post-D			TPost-D15		
		Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)	Cmj (cm)	Flex busto eretto (cm)	Flex busto seduto (cm)
TPost-D15	Cmj (cm)															
	Flex busto eretto (cm)	0,607														
	Flex busto seduto (cm)	0,250	0,893													
T-Post-D	Cmj (cm)	0,721	0,270	0,072												
	Flex busto eretto (cm)	0,286	0,857	0,964	0,108											
	Flex busto seduto (cm)	0,036	0,595	0,775	-0,009	0,883										
T-Post-Tr	Cmj (cm)	0,464	0,036	0,036	0,685	0,107	-0,036									
	Flex busto eretto (cm)	0,214	0,821	0,929	-0,090	0,964	0,883	-0,036								
	Flex busto seduto (cm)	-0,179	0,464	0,679	-0,252	0,750	0,937	-0,286	0,821							
TPost-R	Cmj (cm)	0,929	0,500	0,214	0,811	0,250	0,072	0,607	0,179	-0,107						
	Flex busto eretto (cm)	0,252	0,811	0,937	0,155	0,991	0,918	0,126	0,937	0,775	0,234					
	Flex busto seduto (cm)	0,214	0,821	0,929	-0,090	0,964	0,883	-0,036	1,000	0,821	0,179	0,937				
TPre-R	Cmj (cm)	0,929	0,500	0,179	0,811	0,143	-0,162	0,571	0,036	-0,357	0,929	0,108	0,036			
	Flex busto eretto (cm)	0,607	1,000	0,893	0,270	0,857	0,595	0,036	0,821	0,464	0,500	0,811	0,821	0,500		
	Flex busto seduto (cm)	0,321	0,893	0,893	-0,126	0,857	0,685	-0,179	0,929	0,679	0,250	0,793	0,929	0,179	0,893	



Centro Studi e Formazione
in Psicologia dello Sport

PSICOSPORT S.r.l.
Consulenza per Sport e Management

Marisa Muzio e Sandro Gamba

presentano

12 Master

PSICOLOGIA DELLO SPORT

2006-2007

50 CREDITI ECM

PROGRAMMA

Psicologia dello sport: le nuove frontiere

La realtà Psicosport: Knowledge Management

Dallo sport al lavoro: sport outdoor training

Wellness, salute e qualità della vita

Sport, ciclo di vita e identità di genere

Sport e handicap

Le tematiche del settore giovanile

Preparazione mentale: il protocollo Psicosport

Flow e prestazione eccellente

Leadership dell'allenatore: stili e skills

Team building e management

Dolore e infortunio

Segreteria Organizzativa

Viale Tunisia, 29 - 20124 Milano

Tel: 02.29013335 r.a.

Fax: 02.29013335

Mail: psicosport@psicosport.it

www.psicosport.it

tra il *TPre-R* e il *TPost-R* non abbia dato gli stessi risultati nei due gruppi potrebbe essere motivato da un riscaldamento non sufficientemente protratto nel gruppo *GFK*, oppure dalla differente abitudine all'attivazione muscolare progressiva durante le normali sedute di allenamento. Nel test di flessibilità dalla stazione seduta del gruppo *GMK* si è potuto evidenziare il medesimo andamento del test dalla stazione eretta. Soltanto nel test di flessibilità da seduto del gruppo *GFK*, nonostante i valori medi evidenziassero un incremento di flessibilità dal *TPre-R* al *TPost-R*, dal *TPre-R* al *TPost-Tr* e dal *TPre-R* al *TPost-D*, non si sono rilevate variazioni significative. Fatto che potrebbe essere attribuito ad un ottimo sviluppo della flessibilità del busto nel gruppo femminile, che non beneficerebbe della diminuzione della viscosità dei tessuti dovuta all'incremento dell'attività cardiovascolare e neuro-muscolare. Tuttavia risulterebbero evidenziarsi in entrambi i gruppi esaminati una variazione tipica della flessibilità che dai valori minimi basali, raggiungerebbero i valori massimi alla fine della seduta di allenamento. Ricordiamo che, l'esecuzione dello *stretching* post-training, essendo utilizzato normalmente con la stessa metodica (statica) ormai in modo abitudinario in tutte le unità di allenamento degli atleti oggetto di studio e per un tempo di applicazione limitato, è stato ritenuto non significativo nell'incremento della flessibilità muscolo-tendinea delle catene cinetiche indagate.

2. Le esercitazioni di stretching contribuiscono al riscaldamento?

Il fatto che la flessibilità incrementi naturalmente dopo la fase di riscaldamento, senza l'esecuzione di esercizi di *stretching*, ci permette di evidenziare come una sola attività di *stretching* pre-allenamento non possa essere paragonabile ad un riscaldamento completo. Infatti lo scopo di aumentare il *rom* di movimento attraverso gli esercizi di flessibilità rimane solo una delle indicazioni di base del riscaldamento che attiva altri meccanismi sull'organismo (Joch, Eckert S. 2001; Cometti et al. 2005). Alcuni studi evidenzerebbero come l'effetto del riscaldamento dinamico e della seduta di allenamento in genere possano partecipare all'incremento della flessibilità. Tale risultato sarebbe ottenuto attraverso una riduzione della rigidità dei muscoli e un aumento del distacco dei ponti stabili di miosina (Proske, Morgan 1999). Al contrario, l'incremento della temperatura corporea, generato senza l'associazione di una adeguata attività motoria dinamica, come ad esempio l'immersione in acqua calda, non evidenzerebbe alcun effetto positivo sull'aumento della flessibilità muscolo-tendinea (Burke et al. 2001).

3. Le esercitazioni per l'allenamento della flessibilità devono essere eseguite prima o dopo il riscaldamento?

I dati a nostra disposizione sono stati rilevati su atleti condizionati ad un allenamento specifico di alto livello da numerosi anni: per il gruppo *GMK* $11 \pm 4,72$ anni e per il gruppo *GFK* $10 \pm 6,00$ anni. Questo, rispetto alle considerazioni viste al punto precedente, starebbe ad indicare che un'attività di *stretching* eseguita a freddo, non possa più incrementare in modo significativo la flessibilità trasferibile sul gesto atletico di gara. Alcuni studi la riterranno valida come attività preventiva per la riduzione di rischi di lesioni muscolo-articolari (Holcomb 2000), mentre altri non le riconosceranno tale qualità (Herbert, Gabriel 2002). Quindi, nel nostro caso specifico, riteniamo che l'attività di *stretching* non sia più utilizzabile come allenamento della flessibilità, se non preceduta da un adeguato riscaldamento.

4. Esiste una particolare tecnica di stretching che potrebbe essere enfatizzata da questa tipologia di atleti?

In accordo con quanto riportato nell'articolo di Turbanski (2005) a proposito dello *stretching* balistico, secondo gli studi di Berger e Hillbrecht (2003), dove si sottolinea che esso abbia un effetto più positivo sulla prestazione reattiva, a differenza di quello statico, riteniamo che lo *stretching* balistico possa essere una probabile strada per l'incremento della flessibilità nel Karate di alto livello, vista la sua capacità attraverso movimenti veloci e molleggi ripetuti di aumentare l'ampiezza del movimento con allungamenti veloci della muscolatura e adattamenti rapidi del sistema neuromuscolare, avvicinandosi di molto al modello di prestazione.

5. In quale momento della seduta di allenamento sarebbe meglio inserire l'allenamento di sviluppo della riserva di flessibilità?

Escludendo a priori la fase del *Pre-R*, come momento dedicato allo sviluppo del massimo *range* di flessibilità specifica per gli atleti in oggetto, i momenti più vantaggiosi dove inserire l'allenamento di flessibilità parrebbero essere per i gruppi *GMK* e *GFK*: il post riscaldamento, il post *training* e il post defaticamento. Tuttavia risulterebbe essere a nostro avviso più vantaggioso in entrambi i gruppi il momento del *Post-Tr*, dove ancora con i muscoli ben caldi e una seduta di allenamento non troppo estensiva, si darebbe agli atleti la possibilità di eseguire varie forme di potenziamento della flessibilità forzando il *rom* di movimento, utilizzando tecniche di allenamento specifico della flessibilità. Nella fase post defaticamento anche se i

range di flessibilità risultano essere ancora elevati, la fatica accumulata durante la parte centrale dell'allenamento non si addice positivamente a forzare nessuna forma di incremento delle capacità fisiche e quindi a nostro avviso, in accordo con numerosi studiosi del settore, neanche la mobilità dell'apparato motorio.

6. Esiste un reale ripristino della flessibilità muscolo tendinea dopo gli esercizi di stretching eseguiti alla fine dell'allenamento?

L'analisi dei dati evidenzia come nel gruppo *GMK* la differenza statistica sia nel test in stazione eretta che nel test da seduti risulti significativa nel confronto *TPre-R* vs *Tpost-D*. Allo stesso modo nel gruppo *GFK* si evidenzia nel test dalla stazione eretta una differenza significativa nel confronto *TPre-R* vs *Tpost-D*, mentre non risulta essere significativo statisticamente lo stesso confronto nel test dalla stazione seduta, anche se, come visto precedentemente, il dato del *TPost-D* risulta essere maggiore del basale.

Per cui, in questo particolare gruppo di atleti, la somministrazione di esercizi di *stretching* nel defaticamento non avrebbe la funzione di ripristinare le condizioni di normalità considerato che questo aspetto, in funzione dei dati osservati nello studio, starebbe ad indicare la diminuzione del *range* di movimento. In particolare nel gruppo *GFK* dove si è potuta effettuare un'ulteriore rilevazione delle variabili in oggetto quindici minuti dopo la fine del defaticamento si è notato come i valori di flessibilità rimanessero ancora superiori rispetto al basale e nel caso del test dalla stazione eretta addirittura significativi ($p < 0,05$). Andamento che evidenzierebbe che la diminuzione della flessibilità post seduta di allenamento e quindi il ripristino delle condizioni di base, avverrebbe sicuramente non in modo immediato, ma progressivo. Se sommiamo la durata del defaticamento (*Post-D*) e quella del post defaticamento (*Post-D15*) evidenziamo come circa 25-30 minuti dopo la fine dell'allenamento i valori di flessibilità si mantengano ancora elevati. Tale evidente risultato potrebbe essere un'informazione utile nelle competizioni, dove è importante poter stimare quanto tempo prima dello *start* vada eseguito il riscaldamento specifico di gara al fine di non perdere i suoi effetti sulla flessibilità muscolo-tendinea.

7. Come varia la forza esplosivo elastica durante la seduta di allenamento? La fase centrale dell'allenamento migliora o riduce la FEE?

Il test del *Cmj*, ha messo in evidenza sia nel gruppo *GMK* che *GFK* come ci sia una

variazione del parametro indagato durante lo svolgimento della seduta di allenamento, che tende ad aumentare nel confronto tra il *TPre-R* vs *TPost-Tr*. Questo dato parrebbe indicare che il progressivo incremento dell'intensità di carico durante la seduta di allenamento aumenti anche il fenomeno della sincronia muscolare con un miglior reclutamento delle unità motorie e sviluppo della *FEE*.

Da quanto detto, risulta evidente come i valori medi di salto, osservati nelle varie fasi della seduta di allenamento sia nel gruppo *GMK* che *GFK*, evidenzino come in questi particolari atleti la fase centrale dell'allenamento determini un incremento della *FEE* rispetto alla valutazione basale. Mentre il confronto tra *TPost-Tr* vs *TPost-D* di entrambi i gruppi risulta essere significativo in negativo, anche se il parametro indagato non scende al di sotto del valore basale, indicazione che potrebbe essere utile alla stima di un buon condizionamento muscolare del quadricipite.

8. Esiste una correlazione tra la forza esplosivo elastica e la flessibilità?

Le correlazioni effettuate sui due gruppi tra la *FMT* e la *FEE* nei quattro momenti fondamentali del nostro campionamento non evidenziano nessuna correlazione significativa tra le due variabili. Sembrerebbe che l'aumento della flessibilità non determini un proporzionale aumento della capacità di salto, o forse che chi è flessibile non necessariamente è capace di restituire energia elastica.

A supporto di tali osservazioni, un lavoro molto interessante (Kubo et al. 2002) evidenzierebbe come lo *stretching* abbia effetti sulla viscosità delle strutture miotendinee, ma non sulla loro componente elastica. Altri Autori evidenzierebbero come la somministrazione di *stretching* prima di una prestazione di *Cmj* in particolare nel sesso femminile non determini variazioni significative nella loro capacità di salto (Unick et al. 2005).

Alcuni studi affermerebbero che il riscaldamento diminuirebbe la rigidità muscolo-tendinea (*stiffness*) e articolare (Wright 1960; Wright 1973). Altri evidenzierebbero come l'aumento della temperatura corporea determinerebbe un aumento del rilassamento della componente contrattile del muscolo, soprattutto a carico dei ponti stabili di miosina, diminuendo così la *stiffness* muscolare e quindi la possibilità di restituire in modo ottimale energia elastica (Proske, Morgan 1999). Esaminando l'andamento della *FMT* e della *FEE* durante l'*UA* si evidenzia che mentre la flessibilità tende ad aumentare fino alla fine della seduta di allenamento, al contrario ci sia

una evidente diminuzione della FEE post-Tr. Dalle considerazioni fatte precedentemente sembrerebbe palese anche alla nostra osservazione il fatto che all'incremento della temperatura corporea si determini un incremento del rilassamento mio-tendineo con incremento della flessibilità, mentre al contrario la *stiffness* muscolare sembrerebbe diminuire con l'avanzare della seduta di allenamento sia per la diminuzione delle riserve energetiche (ATP-PC) necessarie all'attivazione della componente contrattile, sia per l'aumentata stanchezza del sistema neuromuscolare con diminuzione della capacità di reclutamento delle unità motorie, sia, come evidenziato precedentemente, per la diminuita capacità delle teste di miofibrille di restituire energia elastica. Queste osservazioni confermerebbero, come la flessibilità mio-tendinea e l'elasticità muscolare siano due aspetti differenti del funzionamento muscolare.

Conclusioni

Riteniamo che questo studio, grazie all'analisi della variazione della flessibilità durante una seduta di allenamento di Karate di alto livello, possa partecipare a mettere in luce indicazioni utili alla somministrazione mirata di alcune metodiche di *stretching* in atleti agonisti altamente specializzati. Inoltre, le varie interpretazioni metodologiche presenti nell'articolo, riferite all'allenamento della flessibilità, possono sicuramente permettere l'ideazione di futuri progetti di ricerca con il fine di approfondire le tematiche trattate. Tuttavia, non è possibile estendere i dati rilevati su molteplici discipline a causa dell'unicità dei soggetti utilizzati in questo studio. Visto che lo *stretching* prima della competizione, nonostante pareri discordanti, è ancora raccomandato, sarà necessario che studi futuri indaghino sulla variazione della flessibilità su un gruppo più grande e differenziato di soggetti provenienti da varie discipline

sportive. Sarà anche necessario prendere in esame differenti tipologie di sedute di allenamento, riguardanti la medesima disciplina, ma in momenti differenti della programmazione annuale dell'allenamento al fine di verificare se le osservazioni evidenziate si mantengano invariate. Sarebbe altresì interessante potere verificare, in un gruppo di atleti amatori, praticanti la stessa disciplina degli atleti oggetto del nostro studio, se l'andamento della flessibilità si manifesti con la stessa cinetica. Riteniamo inoltre che sia necessario affrontare nel prossimo futuro, uno studio che indaghi se la somministrazione di esercizi post training di tipo dinamico, prima del defaticamento, partecipino realmente all'incremento della mobilità attiva ipotizzato nello studio.

Responsabile della ricerca: Dott. Massimiliano Gollin (Docente in Metodologia della prestazione, Scuola universitaria interfacoltà in scienze motorie dell'Università di Torino, Allenatore di IV Livello CONI). e-mail: massimiliano.gollin@unito.it

Bibliografia

- Arnheim D. D., Prentice W. E., Principles of athletic training, Mosby Year Book, 1993 (traduzione italiana a cura di AA WW, Principi di allenamento atletico, ed. Piccin, Padova, 2000, 46-47).
- Bisciotti G. N., Stretching: una visione critica, *Sport e Medicina*, 2, 2005, 17-29.
- Bisciotti G. N., Ruby A., Jaquemod C., Biomeccanica dei salti nella pallavolo e nel beach volley, *SdS-Scuola dello sport*, XX, 2001, 52, 29-34.
- Bisciotti G. N., Mognoni P., Iodice P. P., Canalini A., Pre-stiramento e parametri biomeccanici del salto verticale, *Sds-Scuola dello sport*, XXI, 2002, 57, 41-46.
- Bisciotti G. N., Scanavino A., Trevisson P., Necchi P., Kratter G., Gaudino C., Sagnol J. M., Analisi delle caratteristiche elastiche dell'unità muscolo tendinea e delle capacità di equilibrio di due diverse tipologie atletiche, *Medicina dello sport*, 2000, 53, 125-135.
- Bosco C., La valutazione della forza con il test di Bosco, Roma, Società Stampa Sportiva, 1992.
- Burke D. G., Holt L. E., Rasmussen R., Vossen N. F., Pelham T. W., Effects of Hot or Cold Water Immersion and Modified Neuromuscular Facilitation Flexibility Exercise on Ha Length, *J. Athl. Train.*, 36, 2001, 1, 16-19.
- Ciccarone G., Fontani G., Albert A., Zhang L., Cloes M., Analisi delle caratteristiche antropometriche e delle capacità di salto di giovani pallavolisti di alto livello, *Medicina dello Sport*, 58, 2005, 1, 1-2.
- Cometti G., Ongaro L., Alberti G., Riscaldamento e prestazione sportiva, *Sds-Scuola dello sport*, XXIV, 2005, 64, 17-27.
- Cometti G., Ongaro L., Alberti G., Stretching e performance sportiva (parte prima), *Sds-Scuola dello sport*, XXIII, 2004, 60-61, 47-59.
- Cometti G., Ongaro L., Alberti G., Stretching e performance sportiva (parte seconda), *Sds-Scuola dello sport*, XXIII, 2004, 62-63, 33-40.
- Corigliano G., Di Mauro M., Attività fisica contro il diabete, *Sport e Medicina*, 2004, 4, 35-38.
- Herbert R. D., Gabriel M., Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review, *BMJ*, 325, 2002, 468-470.
- Heyward V. H., Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription, Champaign, IL, Human Kinetics, 1991 (edizione italiana a cura di Busin S., Fitness: un approccio scientifico, ed. Leonardo Da Vinci, Milano 1996, 49).
- Holcomb W. R., Stretching and Warm-Up, in: Essentials of Strength Training and Conditioning, Baechle T. R., Earle R. W. (a cura di), Champaign, IL, Human Kinetics, 2000, 321-342.
- Joch W., Ückert S., Kriterien für ein wirkungsvolle Aufwärmen, (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Il riscaldamento ed i suoi effetti, *Sds-Scuola dello sport*, XX, 2001, 51, pp. 49-54).
- Kokkonen J., Nelson A. G., Cornwell A., Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 1997, 4, 411-415.
- Kubo K., Kanehisa H., Fukunaga T., Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo, 92, 2002, 2, 595-601.
- Martin D., Martin K., Lehnertz K., Handbuch Trainingslehre, Schorndorf, ed. Hofmann, 1991 (traduzione ed edizione italiana a cura di M. Gulinelli, Manuale di teoria dell'allenamento, Società Stampa Sportiva, Roma 1997, 213-214).
- Platonov V., Obshaja teorija podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte (traduzione italiana a cura di Olga Yurchenko, L'organizzazione dell'allenamento e dell'attività di gara, Calzetti e Mariucci, Perugia 2004, 167-168).
- Proske U., Morgan D. L., Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle? (review), *J. Muscle Res. Cell. Motil.*, 20, 1999, 5-6, 433-42.
- Schnabel D., Harre D., Borde A., Trainingswissenschaft, Berlino, ed. Sportverlag, 1994 (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Scienza dell'allenamento, Modena, Ed. Arcadia, 1998, 148-149).
- Turbanski S., Aufwärmefekte von Stretching in Sportarten und Disziplinen mit Schnellkraftanforderungen, *Leistungssport*, 2005, 2, 20-23 (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Stretching e riscaldamento, *Sds-Scuola dello Sport*, XX, 2005, 65, 27-32).
- Unick J., Kieffer H. S., Cheesman W., Feeney A., The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women, *J. Strength Cond. Res.*, 19, 2005, 1, 206-212.
- Van Mechelen W., Hlobil H., Kemper H. C., Voorn W.J., de Jongh H. R., Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises, *Am.J. Sports Med.*, 21, 1993, 5, 711-719.
- Wiemann K., Klee A., Die Bedeutung von Dehnen und Stretching in der Aufwärmphase vor Hochleistungen, *Leistungssport*, 30, 2000, 4, 5-9 (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Stretching e prestazioni sportive di alto livello, *Sds-Scuola dello Sport*, 2000, 49, 9-15).
- Worrel T. W., Smith T. L., Winegarder J., Effect of hamstring stretching on muscle performance, *J. Orstop. Sport Phys. Ther.*, 1994, 20, 154-159.
- Wright V., Johns R., Physical factors concerned with the stiffness of normal and diseased joints, *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, 1960, Apr, 106, 215-231.
- Wright V., Stiffness: a review of its measurement and physiological importance, *Physiotherapy*, 59, 1973, 4, 107-111.
- Wydra G., Stretching – ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung, *Sportwissenschaft*, 27, 1997, 4, 409-427 (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Lo stretching ed i suoi metodi, *Sds-Scuola dello sport*, XX, 2001, 51, 39-48).
- Young W., Elliot S., Acute effect of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contraction on explosive force production and jumping performance, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 2001, 3, 273-279.