

FIJLKAM 
FEDERAZIONE ITALIANA JUDO LOTTA KARATE ARTI MARZIALI



2° Seminario Tematico

**Il Calo Peso: Aspetti Biologici e Tecnici
negli Sport di Combattimento**

16 maggio 2008

Centro Olimpico Federale di Ostia
Via dei Sandolini 79 - Lido di Ostia



Federazione Sportiva Nazionale
riconosciuta dal **Coni**

ATTI DEL 2° SEMINARIO TEMATICO “IL CALO PESO ASPETTI BIOLOGICI E TECNICI NEGLI SPORT DI COMBATTIMENTO” OSTIA CENTRO OLIMPICO FIJKAM VENERDI 16 MAGGIO 2008

EFFETTI DELLA RIDUZIONE DEL PESO SULLA PRESTAZIONE SPORTIVA

Pr Edith Filaire. Laboratoire AMAPP. UFRSTAPS. 2 allée du Château. 45062 Orléans

Esistono tre principali motivazioni per cui gli atleti perdono peso:

- 1- La maggioranza degli atleti che partecipano a eventi suddivisi per categorie di peso gareggiano in una categoria molto inferiore al proprio peso naturale. La riduzione del peso corporeo è necessaria, poiché se non si rientra nel peso giusto, si è squalificati dalla gara. Esempi di sport con categorie di peso sono judo, pugilato.
- 2- La riduzione del peso corporeo e della massa grassa possono essere considerati un vantaggio per motivi estetici. Esempi tipici di sport estetici sono ginnastica, bodybuilding.
- 3- Si presume che una riduzione del peso e/o della relativa massa grassa incrementi la capacità di prestazione fisica. Questo è il motivo principale per cui si cerca di ottenere una riduzione del peso nella corsa, nel ciclismo.

Non esiste un atleta tipo relativamente alla perdita di peso. Al contrario, la riduzione del peso è utilizzata dagli uomini e dalle donne, da atleti esili o muscolosi, da atleti che praticano sport di resistenza, o sport di forza e da sprinter, da atleti adolescenti e adulti. Le tecniche e il volume della perdita di peso corporeo sono molto variabili. L'unico fattore in comune sembra essere

che gli atleti che tentano di ridurre il proprio peso corporeo non sono obesi. Di conseguenza, ci si può aspettare che gli effetti della perdita di peso sulla fisiologia, psicologia e prestazione degli atleti differiscano da quelli riscontrati negli individui obesi.

“Weight cycling” (peso oscillante) è un termine utilizzato per descrivere una rapida perdita di peso in seguito ad un’autoindotta limitazione di cibo e/o disidratazione. Cicli di perdita di peso sia graduale (stagionale) sia rapida (settimanale) vengono utilizzati dagli atleti e sono stati studiati per verificarne i potenziali effetti sulla nutrizione e sulla prestazione. Tali cicli vengono utilizzati in vari sport, quali judo, canottaggio, lotta e pugilato, allo scopo di rientrare all’interno di una categoria di peso. Per una riduzione del peso rapida, i metodi più usati sono la restrizione di liquidi e cibo e l’utilizzo di una tuta di gomma o plastica durante gli allenamenti. Ad esempio, lottatori maschi hanno ridotto il proprio peso corporeo del 5-6% in un periodo da dodici fino a ventiquattro ore. La durata della riduzione del peso graduale poteva variare da una a dodici settimane. L’ammontare di peso perso (dal tre al dieci per cento del peso corporeo) è simile a quello ottenuto utilizzando metodi rapidi. Settimanalmente, la perdita di peso corporeo variava da uno a quattro chilogrammi alla settimana. L’ammontare del peso riguadagnato registrato (come percentuale del peso corporeo perso) è stato variabile. Il ventuno per cento in un’ora e dal quarantadue al cento per cento in tre-cinque ore.

Nonostante i benefici del weight cycling percepiti dall’atleta, questa pratica comporta effetti collaterali sia fisiologici che psicologici. Una variabile che dovrebbe essere analizzata è l’umore, misurato mediante il Profilo degli stati umorali (POMS A, Profile of Mood States). I risultati delle ricerche indicano che i

disturbi dell'umore possono essere il sintomo di un certo numero di problemi diversi.

In primo luogo, è stato dimostrato che l'umore è un efficace predittore della prestazione (Terry e Slade, 1995). Per esempio, nel karate, è stato possibile classificare il novantadue per cento delle vittorie e delle sconfitte in base all'umore pre-gara. Le performance perdenti nel karate sono state associate con alti punteggi nelle scale confusione, depressione, affaticamento e tensione, uniti a bassi punteggi nella scala vigore. In secondo luogo, la ricerca ha rilevato che l'umore negativo comprendente una forte dose di rabbia, confusione, depressione, affaticamento e tensione, con scarso vigore è associato con l'incapacità di far fronte alle esigenze dell'allenamento. Terzo, la ricerca ha evidenziato un collegamento tra l'umore, in particolare un umore depresso, e i disordini alimentari nello sport. Inoltre, si è scoperto che un comportamento alimentare disordinato è associato alla partecipazione a sport con categorie di peso (Filaire et al. 2007).

In uno studio precedente (Filaire et al, 2001) abbiamo valutato l'umore durante un periodo di mantenimento del peso (T1) e dopo 7 giorni di limitazioni alimentari (T2). Questo periodo ha indotto una diminuzione di peso corporeo (5%) in linea con altri atleti che praticano sport che implicano perdita di peso. Il deficit di apporto energetico è stato di circa 1000 kcal al giorno, corrispondenti a meno di 1 kg di grasso corporeo. Quindi, la parte principale della perdita di peso corporeo era rappresentata da una perdita di acqua corporea. I risultati del profilo sugli stati umorali hanno dimostrato che i soggetti in T1 erano caratterizzati dal "profilo ad iceberg", identificato precedentemente nella ricerca sullo sport come un profilo umorale positivo. La perdita di peso ha eliminato questo profilo, abbassando lo stato umorale positivo caratterizzato da vigore ed

aumentando gli stati umorali negativi caratterizzati da tensione, rabbia, affaticamento e confusione. Tali cambiamenti tendono a rispecchiare le modifiche che intervengono quando gli atleti sono in sovrallenamento.

Si è dimostrato che la restrizione energetica e la conseguente caduta di glucosio nel sangue altera l'umore, lo sforzo percepito durante gli allenamenti e la funzione cognitiva. Choma et al. (1998) hanno esaminato 14 lottatori prima e dopo aver perso il sei per cento circa del proprio peso corporeo in dodici fino a trentasei ore.

Nei lottatori è stata rilevata una riduzione della prestazione in diversi test cognitivi sulla memoria a breve termine e sono stati evidenziati punteggi peggiori in cinque delle sei scale del POMS dopo la perdita di peso, associata a una riduzione del glucosio nel sangue e del volume del plasma. Tutti i problemi mentali e fisici sono tornati ai valori iniziali dopo settantadue ore di reidratazione e recupero del peso. Questa dimostrazione della riduzione della memoria a breve termine e dello stato umorale associate a una rapida perdita di peso ha speciali implicazioni per gli atleti studenti, poiché essi hanno impegni accademici durante la stagione agonistica.

Spesso gli atleti si sentono sollecitati a perdere peso rapidamente per rientrare nella categoria di peso o per rispettare lo standard di peso stabilito dall'allenatore. Tali atleti hanno maggiori probabilità di ricorrere a forme patologiche di perdita di peso, comportamenti che, come è stato dimostrato, precedono lo sviluppo di disordini alimentari negli atleti. Alimentazione disordinata è una definizione ampia che abbraccia una vasta gamma di comportamenti alimentari anomali e dannosi per la salute, utilizzati nel tentativo di perdere peso o di mantenere un peso corporeo estremamente basso. Nell'ambito dei comportamenti alimentari disturbati, i disordini alimentari clinici

(anoressia nervosa, bulimia nervosa) sono situati a ciascuno dei due estremi e le varianti subcliniche sono situate all'incirca nel mezzo.

Le stime attuali della prevalenza di un'alimentazione disordinata tra gli atleti sono molto variabili, e vanno da meno dell'un per cento fino al sessantadue per cento nelle donne e tra lo zero e il cinquantasette per cento negli uomini. In uno studio (Filaire et al., 2007), abbiamo sperimentato l'ipotesi che gli atleti maschi che sentono la pressione di mantenere uno specifico peso corporeo, presentano un rischio elevato di disordini alimentari subclinici. Sono stati studiati, mediante l'Eating Attitude Test, dodici judoka che gareggiavano a livello nazionale, quindici ciclisti, anch'essi atleti di livello nazionale, e sono stati utilizzati come controllo diciassette atleti che partecipavano a gare non competitive e che corrispondevano per BMI (indice di massa corporea). L'eziologia dei disordini alimentari è multifattoriale ed include fattori psicologici, quali l'autostima, il perfezionismo e l'umore. Quindi, abbiamo anche esaminato i rapporti tra i comportamenti alimentari, il perfezionismo, la stima corporea e gli stati umorali utilizzando la Multidimensional Perfectionism Scale (Hewitt et al., 1991) e il profilo degli stati umorali (Mc Nair et al. 1971); l'autostima è stata misurata mediante la Body Esteem Scale (Mendelson et al., 2001).

I judoka e i ciclisti hanno utilizzato metodi più drastici per perdere peso, come il digiuno e l'assunzione di lassativi. L'aumento dell'attività fisica è stato invece il metodo usato prevalentemente dai controlli per perdere peso. Il venticinque per cento dei judoki, il quarantasei per cento dei ciclisti e il trentotto per cento dei controlli si sentiva pressato a perdere peso. Le cause principali di questa pressione percepita per entrambi i gruppi di atleti erano gli allenatori, i colleghi o ex atleti e loro stessi. I punteggi ottenuti nell'EAT differivano significativamente da quelli del gruppo di controllo nei risultati relativi a Cibo, Dieta e Bulimia. Gli

atleti hanno riportato maggiori sensazioni negative relativamente al proprio aspetto fisico e alla soddisfazione del peso corporeo rispetto ai controlli. In conclusione, questi atleti hanno utilizzato metodi patogeni per perdere peso diverse volte nel corso dell'anno, principalmente durante il periodo delle gare, con il rischio di sviluppare disordini alimentari. Il nostro studio evidenzia che questi atleti possono stabilire una sottile linea di confine tra un atteggiamento competitivo ottimale e comportamenti dannosi per la salute. Poiché gli addetti alla medicina sportiva, inclusi gli allenatori, i medici e i fisioterapisti, vedono frequentemente gli atleti, essi devono essere consapevoli dei comportamenti alimentari disordinati ed essere a conoscenza dei metodi per individuare questa patologia.

È stato dimostrato dalla letteratura che la prevalenza dei disordini alimentari è maggiore rispetto ai controlli, maggiore nelle atlete femmine rispetto ai maschi e più comune tra gli atleti che praticano sport basati sulla magrezza o sul peso rispetto a coloro che gareggiano in altri sport (Sundgot-Borgen e Torstveit, 2004). Gli atleti hanno indicato anche altre ragioni per lo sviluppo di disordini alimentari:

- dieta prolungata /fluttuazioni del peso (37%)
- un nuovo allenatore (30%)
- infortuni/malattia (23%)
- commenti casuali (19%)
- lasciare la propria famiglia/fallimenti scolastici (10%)
- problemi relazionali (10%)
- problemi familiari (7%)

Le atlete femmine che utilizzano vari comportamenti per il controllo del peso come parte del proprio regime di allenamento sono a rischio di contrarre una sindrome composta da tre elementi:

- disordini del comportamento alimentare
- amenorrea
- osteoporosi

Quindi, un'alimentazione disordinata/restrittiva e il sottopeso sono fattori primari nell'eziologia della Triade. Le descrizioni della Triade hanno incluso un basso apporto energetico come agente particolarmente specifico nel corso della proposta patofisiologia della Triade.

È stato ripetutamente dimostrato che la prestazione nell'allenamento di resistenza viene ridotta quando i soggetti digiunano o riducono drasticamente l'apporto energetico. Probabilmente tale calo è collegato alla riduzione dell'assunzione di carboidrati. Mentre il glicogeno muscolare e il glucosio plasmatico sono meno collegati alla fatica per gli esercizi anaerobici, l'effetto di un bilancio energetico negativo sulla prestazione dell'attività fisica di elevata intensità è meno chiaro. Al fine di verificare l'ipotesi che la restrizione alimentare può avere un'influenza negativa sull'adattamento fisiologico e psicologico per una gara di judo, abbiamo studiato gli effetti della perdita di peso indotta mediante restrizione dell'apporto energetico e di liquidi sulla performance fisiologica, psicologica e fisica degli atleti di judo (Degoutte et al., 2006). Ai combattenti di judo è concesso un periodo di una o due ore dopo le operazioni di peso e prima dell'inizio della gara, durante le quali è permesso il consumo ad libitum di cibo e liquidi. E non è chiaro se due ore siano sufficienti per non incidere sul processo fisiologico del metabolismo. Alcuni autori hanno

evidenziato che la riduzione di glicogeno muscolare indotta dai metodi per la perdita di peso utilizzati dai lottatori è ampiamente recuperata durante il periodo di replezione di quattordici ore che intercorre tra le operazioni di peso e l'inizio della gara.

Per questo studio, sono stati analizzati due gruppi di combattenti di judo maschi di livello nazionale, assegnati casualmente a ciascuno dei due gruppi. A tutti i membri del gruppo A (dieta) è stato chiesto di perdere il 5 per cento del peso corporeo nel corso della settimana precedente la gara mediante metodi scelti da loro stessi. L'analisi successiva ha rivelato una restrizione energetica e dei liquidi rispettivamente di meno 33% e meno 22%. Tutti i membri del gruppo B (controllo) hanno mantenuto il proprio peso corporeo. La media dell'apporto calorico durante il periodo di dieta per il gruppo A è stata di 7 MJ/d. L'apporto energetico di riferimento era di 11 MJ/d, apporto medio negli atleti che praticano sport ad elevata intensità di attività fisica che comportano perdita di peso. Gli accertamenti (peso, prestazione, test psicologici, campioni di sangue) sono stati condotti in un periodo di mantenimento del peso (T1), dopo 7 giorni di restrizione alimentare (gruppo A) la mattina della gara (T2) e dieci minuti dopo il termine della gara simulata (T3). Dopo un periodo di riscaldamento di 20 minuti, seguito da 10 minuti di riposo, i soggetti hanno partecipato ad un incontro simulato di judo, dove ogni soggetto ha combattuto per un totale di cinque combattimenti da 5 minuti, eseguiti nelle usuali condizioni di gara ed intervallati da periodi di riposo di 30 minuti. Ai soggetti è stato permesso di consumare liquidi e cibi solidi tra ciascun incontro, come è di norma per gli atleti di judo. I nutrimenti energetici apportavano 1400 kJ. I liquidi e i cibi solidi consumati includevano in media 300 ml di acqua e nutrimenti energetici (Punch Power, France). I risultati hanno dimostrato che:

- una rapida perdita di peso ha effetti negativi sulla fisiologia e psicologia di questi atleti di judo e compromette la loro prestazione fisica.

Infatti, come già dimostrato nel nostro studio precedente, la perdita di peso diminuisce lo stato umorale positivo caratterizzato dal vigore ed aumenta l'umore negativo caratterizzato da tensione, rabbia e affaticamento. La prestazione, valutata dalla forza muscolare, cala. Come suggeriscono alcuni autori, la dieta a basso contenuto di carboidrati del gruppo A può ridurre la capacità tampone del sangue. L'acidosi derivante dall'azione combinata della perdita di peso con un basso apporto di carboidrati riduce l'efflusso muscolare di ioni, che accelera, come risaputo, l'affaticamento durante le contrazioni muscolari. Le restrizioni alimentari della dieta inducono un incremento delle concentrazioni di cortisolo e una diminuzione di testosterone. Queste alterazioni possono essere la conseguenza di un'accresciuta lipolisi nel tessuto adiposo e dimostrano l'attivazione del catabolismo proteico. I nostri dati hanno inoltre dimostrato che le gare che prevedevano cinque incontri da 5 minuti hanno indotto le stesse alterazioni delle variabili fisiologiche e psicologiche e della prestazione, indipendentemente dall'apporto dietetico somministrato nei sette giorni precedenti la gara. Questo pattern di risposte analogo può essere ricollegato all'assunzione di alimenti che contengono una grande percentuale di carboidrati e di liquidi dopo ciascun incontro. Quindi, bisogna prendere in considerazione che una corretta tempistica nell'alimentazione (assunzione di cibi e liquidi) durante una gara di judo debba avere un ruolo.

Se il tempo che intercorre tra le operazioni di peso e la gara è minore di 5 ore, una perdita di peso rapida del 4 % del peso corporeo provocherà un calo nella prestazione aerobica, anaerobica e della capacità di forza.

Se il tempo per il recupero e la disidratazione è maggiore di 5 ore, una riduzione del peso rapida del 4 fino all'8 % probabilmente non comprometterà la prestazione anaerobica e la capacità di forza se gli atleti hanno seguito una dieta e un'assunzione di liquidi corrette. Poiché i carboidrati possono prevenire un calo nella prestazione, si raccomanda una dieta con almeno un apporto energetico moderato (120kJ/kg) e con un alto contenuto di carboidrati (dal 60 al 70%). Gli atleti che gareggiano in sport con categorie di peso dovrebbero tendere ad una combinazione tra una perdita di peso graduale (non più del 5% del proprio peso corporeo entro 1 mese) e una perdita di peso **rapida (dal 2 al 4%) del proprio peso corporeo.**

Bibliografia

- Choma CW, Sforzo GA, Keller BA (1998). Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 30: 746-9.
- Degoutte F, Pequignot JM, Jouanel P, Filaire E (2006). Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo. *Int J Sports Med* 26: 9-18.
- Filaire E, Maso F, Degoutte F, Jouanel P, Lac G (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipidic profile in judo athletes. *Int J Sports Med* 22: 1-6.
- Filaire E, Rouveix M, Pannafieux C, Ferrand C (2007). Eating attitudes, perfectionism and body esteem of elite male judoists and cyclists. *J Sports Sci and Med* 6: 50-57.
- Hewitt PL, Flett GL, Turnbull-Donovan W, Mikail SF (1991). The multidimensional perfectionism scale: reliability, validity and psychometric properties in psychiatric samples. *Psychological Assessment* 3: 464-468.
- Mc Nair D, Lorr M, Droppleman LF (1971). *Profile of Mood States Manual*. Educational and Industrial Testing Service.
- Mendelson BK, Mendelson MJ, White DR (2001). Body-Esteem Scale for Adolescents and Adults. *J Personality Assessment* 76: 90-106.
- Sundgot-Borgen J, Torstveit MK (2004). Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. *Clin J Sport Med* 14: 25-32.

LA RIDUZIONE DEL PESO NEGLI ATLETI DEGLI SPORT DI COMBATTIMENTO: CONSIDERAZIONI NUTRIZIONALI.

Vahur Ööpik e Saima Timpmann

Institute of Exercise Biology and Physiotherapy

Centre of Behavioural and Health Sciences

University of Tartu

Tartu

Estonia

Introduzione

La popolarità del wrestling e degli altri sport di combattimento deriva principalmente dal sistema delle categorie di peso, che fornisce l'opportunità per atleti di ogni taglia di essere competitivi e di avere successo. Tuttavia, molti (Horswill, 1992) o persino la maggior parte degli atleti (Kinningham and Gorenflo, 2001) che praticano sport con categorie di peso sembrano ritenere che sia necessario rientrare nella categoria di peso più bassa possibile per ottenere un vantaggio competitivo. Per questo, la riduzione del peso programmata per la gara è ampiamente praticata dagli atleti degli sport di combattimento e, malauguratamente, tale pratica ha raggiunto anche gli sport infantili (Sansone e Sawyer, 2005).

In base alla durata, la riduzione del peso si distingue in rapida (entro 24-72 ore), moderata (da 72 ore a diverse settimane) e graduale (da diverse settimane a mesi) (Wilmore, 2000). I dati della ricerca rivelano che la perdita di peso può avere un effetto negativo sul funzionamento dell'organismo umano e, di conseguenza, sulla prestazione fisica dell'atleta. D'altro canto, nonostante diversi studi abbiano dimostrato l'impatto negativo della riduzione di peso sulla prestazione (Hickner et al., 1991; Ööpik et al., 1996; Timpmann et al., 2008), altri non hanno rilevato cambiamenti significativi (McMurray et al., 1991;

Maffulli, 1992) o hanno evidenziato addirittura dei miglioramenti in alcune caratteristiche della prestazione (Maffulli, 1992; Fogelholm et al., 1993). Esistono diverse ragioni plausibili per la discrepanza nei dati disponibili, incluse le differenze nella dieta e nel comportamento nutrizionale dei soggetti analizzati. Di conseguenza, lo scopo principale di questo breve scritto è analizzare l'impatto dei fattori nutrizionali sull'esito della perdita di peso in rapporto alla capacità di prestazione fisica negli atleti degli sport di combattimento.

Effetti fisiologici della perdita di peso negli atleti degli sport di combattimento

Le tecniche per ottenere una perdita di peso sono molto varie ed includono, a titolo esemplificativo, la limitazione del consumo di cibo e liquidi, l'utilizzo della sauna, allenarsi con maglioni o tute di gomma, assumere lassativi ecc. Questi interventi hanno un impatto sulle funzioni fisiologiche e possono quindi compromettere la capacità di prestazione fisica (Figura 1). In caso di una riduzione di peso rapida (e moderata), la disidratazione e una riduzione delle riserve di glicogeno nel muscolo scheletrico e nel fegato, oltre che della capacità dei sistemi tampone del corpo umano sono tra le alterazioni fisiologiche più notevoli che possono compromettere la prestazione fisica degli atleti (Horswill, 1992; Wilmore, 2000).

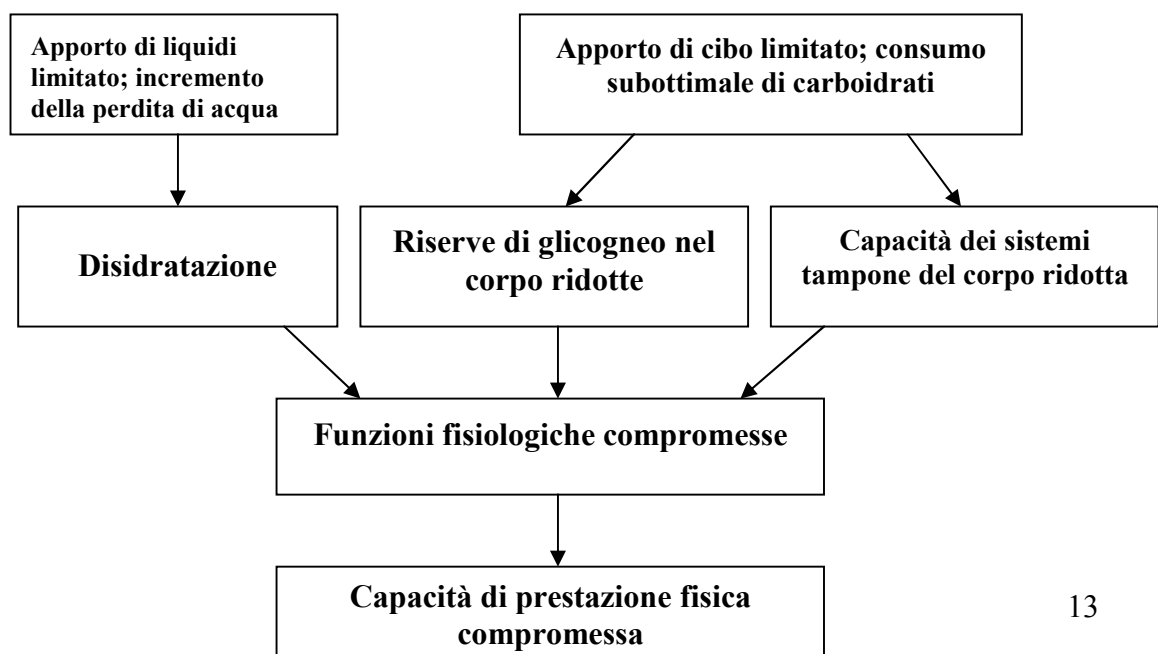


Figure 1. Rapporti tra tecniche per la perdita di peso, funzioni fisiologiche e capacità di prestazione fisica.

Effetti della perdita di peso sulla capacità di prestazione fisica negli atleti degli sport di combattimento

I dati sull'effetto della perdita di peso sulla prestazione fisica negli atleti degli sport di combattimento sono piuttosto controversi. Tuttavia, l'analisi ha rivelato che negli studi dove la prestazione è stata valutata mediante test che tenevano in considerazione gli aspetti specifici degli sport di combattimento, una riduzione del peso corporeo rapida e moderata ha avuto un effetto negativo sostanziale sulla capacità di prestazione fisica degli atleti. D'altro canto, nei casi in cui la prestazione non è si è ridotta o, secondo alcune caratteristiche, è persino migliorata grazie alla riduzione del peso, le procedure applicate per i test non hanno tenuto conto degli aspetti specifici di un evento sportivo (Timpmann, Ööpik, 2001).

In molti casi, i risultati degli studi possono essere stati influenzati dal fatto che ai soggetti è stato richiesto di seguire un disegno sperimentale che non consentiva loro di impiegare il loro approccio abituale alla riduzione del peso e che di norma praticavano. Tuttavia, i nostri dati recenti rivelano che anche negli atleti di sport di combattimento esperti, l'utilizzo di un regime da loro scelto per una riduzione rapida di peso può comportare un significativo calo della capacità di prestazione fisica (Timpmann et al., 2008). I nostri soggetti (lottatori e karateka) hanno ridotto il proprio peso corporeo del 5,1% in media in 3 giorni. La perdita di peso è stata ottenuta con una graduale riduzione dell'apporto energetico e di liquidi e moderate saune. Una batteria di test è stata condotta prima e subito dopo la perdita di peso. La batteria di test comprendeva la misurazione del picco di forza dei muscoli estensori del ginocchio a tre diverse velocità ed una valutazione del volume di lavoro effettuato durante un esercizio di estensione del ginocchio a intensità intermittente. Questo ultimo test consisteva in estensioni submassimali del ginocchio ad una velocità angolare di $1,57 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ per 45 s ad un ritmo di 30 contrazioni al minuto, seguite da 15 s di sforzi massimali. La durata totale del test era di 3 min.

Il picco di forza misurato dopo una perdita di peso rapida era significativamente minore rispetto ai valori osservati prima della manipolazione del peso corporeo alle velocità angolari di $1,57 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ (del 6,7%) e $3,14 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ (del 10,2%) (Figura 2A). Tuttavia, il picco di forza in rapporto al peso corporeo è rimasto invariato a tutte e tre le velocità angolari sottoposte a test (Figura 2B). C'è stata una diminuzione significativa del lavoro totale (del 14,7%) effettuato durante tutta la durata del test sulla performance muscolare di 3 minuti (Figura 3A). Ancor più importante, il volume totale di lavoro si è significativamente ridotto (del 9,6%) anche in rapporto al peso corporeo (Figura 3B) come risultato di una rapida perdita di peso. Nell'insieme, questi dati suggeriscono che negli atleti di sport di combattimento esperti, un regime autonomamente scelto per una rapida perdita di peso corporeo ha un effetto nocivo più pronunciato sulla capacità di resistenza muscolare (riduzione assoluta e relativa del volume di lavoro totale effettuato nel corso di un test di performance muscolare di 3 minuti) che sull'abilità di eseguire un singolo sforzo massimale (riduzione assoluta, ma non relativa del picco di forza dei muscoli estensori del ginocchio) (Timpmann et al., 2008).

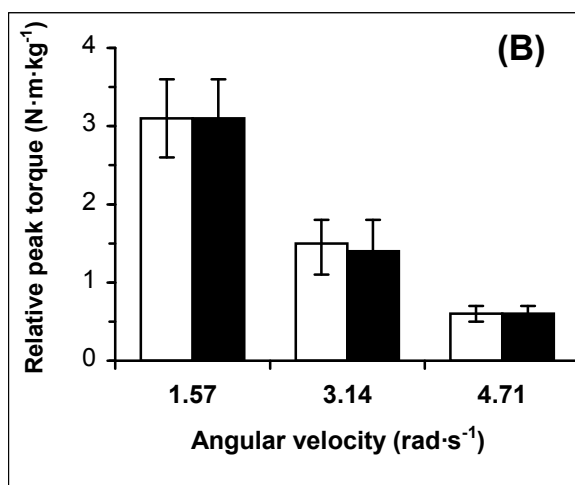
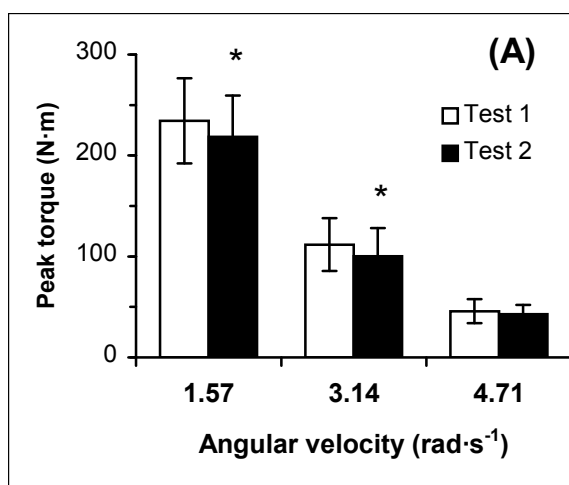


Figura 2. Picco di forza (A) e picco di forza relativa (B) del muscolo estensore del ginocchio misurati prima (Test 1) e dopo (Test 2) una rapida perdita di peso. I dati sono espressi come media \pm SD (n = 17). * Significativamente divergente ($p < 0.05$) dal corrispondente valore nel Test 1. (Timpmann et al., 2008)

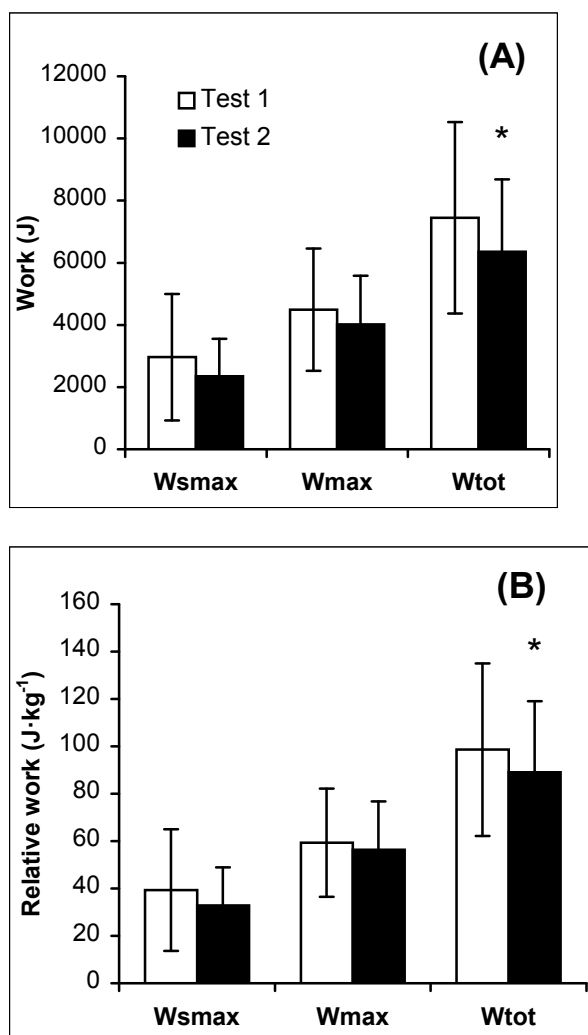


Figura 3. Lavoro submassimale (Wsmax), massimale (Wmax) e totale (Wtot) (A) e lavoro relativo (B) effettuato nel corso di tutto il test di performance muscolare di 3-min prima (Test 1) e dopo (Test 2) una rapida perdita di peso. Wsmax è il lavoro eseguito nel corso di tre periodi di 45 s di estensioni submassimali, Wmax è il lavoro eseguito nel corso di tre periodi di 15 s di estensioni massimali, e il lavoro totale (Wtot) è la somma di Wsmax e Wmax. I dati sono espressi come media \pm SD (n = 17). * Significativamente divergente ($p < 0.05$) dal corrispondente valore nel Test 1. (Timpmann et al., 2008).

Interventi dietetici nel periodo della riduzione del peso rapida e moderata

La maggior parte degli atleti utilizzano limitazioni di cibo e liquidi per perdere peso (Walberg Rankin, 2006; Wilmore, 2000). Molti studi hanno dimostrato che con le consuete tecniche di riduzione del peso, il consumo di carboidrati negli atleti corrisponde solamente al 20-50% della quantità necessaria al mantenimento del livello di glicogeno nel muscolo scheletrico (Fogelholm et al. 1993; Maffulli, 1992; Walberg et al., 1988). Un basso livello di glicogeno nel muscolo (e nel fegato) è considerato una delle principali cause del calo della capacità di prestazione fisica osservato negli atleti dopo la perdita di peso (Horswill, 1992; Wilmore, 2000). Tuttavia, i risultati di alcuni studi hanno dimostrato che i lottatori erano in grado di mantenere una prestazione di alta potenza nonostante una significativa perdita di peso (del 4-6%) in 4-7 giorni se seguivano una dieta con un elevato contenuto di carboidrati (66-75% di energia dagli alimenti), ma non se seguivano una dieta con un modesto contenuto di carboidrati (42-50% di energia dagli alimenti) durante il periodo di perdita del peso (McMurray et al., 1991; Horswill et al., 1990). Questi dati suggeriscono che al fine di evitare un calo della capacità di prestazione fisica, gli atleti dovrebbero portare al massimo l'assunzione di carboidrati mentre si stanno sottoponendo ad una dieta per perdere peso che comporta la limitazione dell'apporto energetico. D'altro canto, l'ammontare minimo di proteine per mantenere un bilancio positivo del nitrogeno durante la perdita di peso è di circa $1,2 - 1,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 24\text{h}^{-1}$ (Walberg Rankin, 2006; Walberg et al., 1988). Di conseguenza, per limitare l'apporto energetico in un periodo di riduzione del peso, gli atleti dovrebbero ridurre principalmente il contenuto di grassi nella dieta.

Interventi dietetici nel periodo di recupero da una perdita di peso rapida e moderata

Le regole delle procedure di peso negli sport di combattimento differiscono secondo gli eventi. Per esempio, nella lotta, le operazioni di peso si svolgono la sera precedente la gara e gli atleti possono avere circa 12-16 ore a disposizione tra le operazioni di peso e il primo incontro del torneo. Al contrario, il tempo minimo (e abituale) tra le operazioni di peso e l'inizio di una gara nel judo è di sole 2 ore. Nella lotta e nel judo, gli atleti devono essere pesati solo una volta all'inizio della gara, mentre nel pugilato dilettantistico il peso viene

controllato all'inizio di ogni giorno di gara. È evidente che questa (ed alcune altre) peculiarità delle regole hanno un forte impatto sulle strategie che gli atleti possono utilizzare per il recupero dopo le operazioni di peso, prima e nel corso della gara.

Walberg Rankin et al. (1996) hanno condotto uno studio per valutare la dipendenza della prestazione fisica dal contenuto dell'alimentazione durante un periodo di recupero di breve termine (5 ore) successivo ad una rapida riduzione del peso nei lottatori. I soggetti hanno ridotto di circa il 5% il loro peso corporeo iniziale in 72 ore, assumendo un'alimentazione povera di calorie, evitando la disidratazione. Durante le successive 5 ore di recupero, i soggetti hanno seguito una dieta isoenergetica contenente una percentuale elevata (75% dell'apporto energetico) o moderata (47% dell'apporto energetico) di carboidrati. La capacità anaerobica dei soggetti è stata testata tre volte sull'ergometro a manovella: con il peso normale (baseline), dopo la riduzione di peso e dopo un periodo di recupero di 5 ore. È stata osservata una diminuzione della prestazione dopo la riduzione del peso rispetto alle condizioni iniziali (baseline). I lottatori che hanno consumato una dieta povera di carboidrati nelle 5 ore non hanno riportato la loro prestazione ai livelli iniziali, mentre coloro che hanno consumato una dieta ricca di carboidrati hanno registrato una prestazione simile a quella iniziale dopo il recupero. Questi dati suggeriscono che nei lottatori allenati, un'alta percentuale di carboidrati nella dieta facilita il ripristino della capacità di prestazione fisica nel periodo di recupero a breve termine dopo una riduzione del peso rapida.

Nel nostro studio abbiamo verificato l'ipotesi che l'assunzione di creatina insieme ad un'integrazione di carboidrati nel periodo di recupero dopo una riduzione del peso rapida acceleri il recupero del peso e la capacità di prestazione fisica nei lottatori ben allenati (Ööpik et al., 2002). I soggetti hanno ridotto il loro peso corporeo del 4,5 – 5,3% in 56 ore in due serie di indagini con un intervallo di un mese. La perdita di peso è stata ottenuta mediante una graduale riduzione dell'apporto energetico, mantenendo un carico di allenamento quasi normale ed utilizzando saune moderate. Nel periodo di recupero di 17 ore dopo la riduzione del peso, i soggetti hanno seguito una dieta isoenergetica controllata, integrata con 320 g di glucosio (esperimento

glucosio) o con 320 g di glucosio più 30 g di creatina monoidrato (esperimento glucosio più creatina). La performance muscolare è stata misurata tre volte in entrambi gli esperimenti: con peso corporeo normale (baseline), dopo la perdita di peso e dopo 17 ore di recupero in seguito alla perdita di peso. Il test per la performance muscolare consisteva in estensioni submassimali del ginocchio ad una velocità angolare di $1,57 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ per 45 s ad un ritmo di 30 contrazioni al minuto seguite da 15 s di sforzi massimali. La durata totale del test in questo studio è stata di 3 min.

Il volume di lavoro totale è stato minore dopo una perdita di peso rapida rispetto ai valori baseline in entrambi gli esperimenti. Inoltre, la diminuzione del volume totale di lavoro è stata provocata principalmente dalla caduta del lavoro massimale, vale a dire l'ammontare di lavoro effettuato nel corso dei periodi di 15s di sforzo massimale. Confrontando l'ammontare totale del lavoro, e soprattutto del lavoro massimale, eseguito dai soggetti durante il test di performance muscolare di 5-min dopo una rapida perdita di peso e dopo 17 ore di recupero in seguito alla riduzione del peso si rileva che la capacità di performance muscolare presentava un recupero migliore nell'esperimento con glucosio più creatina che nell'esperimento con il solo glucosio. Quindi, l'aumento medio di lavoro totale nelle 17 ore di recupero è stato solo del 3,6% nell'esperimento con glucosio contro il 12,8% dell'esperimento con glucosio più creatina. Inoltre, l'incremento medio del volume di lavoro massimale nello stesso periodo è stato del 7,3% nell'esperimento con il glucosio e del 19,2% nell'esperimento con glucosio più creatina. Una forte correlazione positiva ($r = 0.92$) è stata osservata tra la ritenzione di creatina nell'intera massa corporea nelle 17 ore di recupero e la portata dell'incremento nel volume di lavoro massimale nello stesso periodo. Un'analisi più attenta della capacità di performance muscolare dei soggetti ha rivelato che c'è stato un significativo incremento del volume di lavoro massimale nelle 17 ore di recupero nel 1° (del 13,8%), 2° (del 16,1%) e 4° (del 44,5%) minuto del test nell'esperimento glucosio più creatina, mentre un incremento molto meno pronunciato ed insignificante è stato rilevato nell'esperimento con il glucosio (Figura 4).

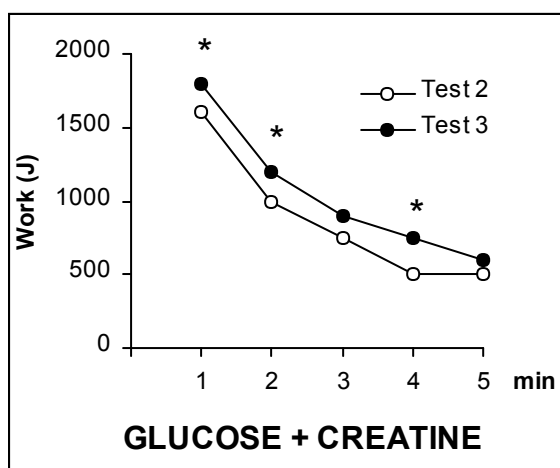
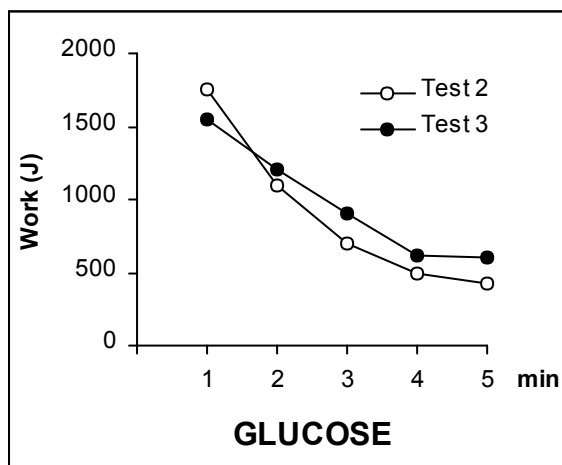


Figura 4. Lavoro massimale effettuato minuto per minuto durante il test di performance muscolare dopo una rapida perdita di peso (Test 2) e dopo un recupero di 17 ore in seguito a una rapida perdita di peso (Test 3). I dati sono espressi come media (n = 5). * Significativamente divergente ($p < 0.05$) dal corrispondente valore nel Test 2. Le curve che descrivono la performance muscolare dei soggetti nelle condizioni iniziali (baseline) sono escluse per rendere più chiara la figura. (Ööpik et al., 2002).

È stato dimostrato che l'assunzione di creatina aumenta il peso corporeo, apparentemente perché stimola un incremento del contenuto di acqua nel corpo (Burke et al., 2006). Green et al. (1996) hanno dimostrato che negli esseri umani la ritenzione di creatina nell'intera massa corporea e nei muscoli ha raggiunto un significativo incremento quando i soggetti hanno assunto la creatina insieme ai carboidrati e che in media l'incremento della massa corporea è stato di circa il 78% maggiore nell'esperimento con creatina più carboidrati rispetto all'esperimento con la sola creatina. Tenendo conto di questi risultati e considerando il periodo piuttosto breve di somministrazione, ci

aspettavamo di rilevare nei nostri soggetti un aumento del peso corporeo di circa 0,2 – 0,25 kg maggiore durante il recupero di 17 ore dopo una perdita rapida di peso nell'esperimento con glucosio più creatina rispetto all'esperimento con il solo glucosio. Un recupero più veloce del peso corporeo potrebbe essere considerato un fattore importante, con un impatto nella riuscita nella lotta (Wrobley e Moxley, 1998). Tuttavia, il cambiamento sia assoluto che relativo del peso corporeo durante il periodo di recupero è stato praticamente lo stesso nei due esperimenti. Nell'insieme, i nostri dati suggeriscono che la supplementazione di creatina, in concomitanza con l'assunzione di glucosio, nelle 17 ore di recupero dopo una perdita rapida di peso, aumenta il ritmo di recupero della capacità di prestazione fisica durante gli sforzi ad intensità massimale nei lottatori ben allenati. La misura dell'incremento della prestazione fisica durante il recupero da una rapida perdita di peso è correlato al tasso di ritenzione di creatina nell'intera massa corporea, ma non al tasso di recupero del peso corporeo.

Un fattore importante durante il recupero da una rapida perdita di peso è la reidratazione. Il recupero dei liquidi persi a causa della disidratazione può richiedere 24-48 ore, vale a dire molto più tempo di quanto gli atleti e gli allenatori ritengano desiderabile (Walberg Rankin, 2006). L'efficacia della reidratazione dipende in grande misura dal volume e dalla composizione dei liquidi assunti. Il volume di liquido necessario per una piena reidratazione può essere del 150% e oltre del volume di acqua perso durante la disidratazione (Shirreffs et al., 1996). La reidratazione avviene più rapidamente se i liquidi assunti contengono elettroliti, principalmente il sodio. Il sodio mantiene lo stimolo della sete, stimola l'assorbimento di acqua nell'intestino e migliora la ritenzione idrica nel corpo. Un contenuto di sodio di almeno $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ è considerato ottimale per un bevanda reidratante (Shirreffs, Maughan, 2000). Tuttavia, le bevande con un alto contenuto di sodio (oltre $40 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) sono sgradevoli per molte persone, con un conseguente calo del consumo (Jeukendrup, Gleeson, 2004). Secondo le più recenti raccomandazioni, gli atleti che hanno a disposizione meno di 24 ore per il recupero dopo la riduzione di peso, non dovrebbero perdere più del 2% del proprio peso corporeo mediante la disidratazione (Walberg Rankin, 2006).

Interventi dietetici durante la perdita di peso graduale

Pochi studi hanno eseguito una comparazione diretta degli effetti fisiologici e sulla prestazione dei regimi di perdita di peso di diversa durata. Alcuni risultati (Koutedakis et al., 1994) ma non tutti (Fogelholm et al., 1993) suggeriscono che una perdita di peso più graduale è migliore per il mantenimento o persino l'incremento della prestazione. Tuttavia, una perdita di peso graduale ha un minor numero di conseguenze negative sulla salute e dovrebbe essere raccomandata quando si desidera perdere peso.

La tecnica preferita per una perdita di peso graduale consiste nel raggiungere un equilibrio energetico negativo. Tuttavia gli atleti devono fare molta attenzione per evitare una sostanziale perdita di sostanza non grassa dal totale delle riserve idriche e proteiche del corpo, incluso il muscolo scheletrico. La massa muscolare scheletrica è legata alle misure della potenza anaerobica, della forza e della resistenza muscolare. Ad esempio, la potenza anaerobica fa la differenza tra un lottatore vincente ed uno perdente (Horswill, 1992). Di conseguenza, è importante che un lottatore che si prepara ad una gara miri a conservare la massa muscolare scheletrica durante un programma di riduzione del peso.

Regimi dietetici a basso o molto basso contenuto energetico prolungati per un lungo periodo sono efficaci nella riduzione del peso corporeo, ma una percentuale sostanziale di questa perdita di peso è dovuta ad una netta perdita di massa non grassa. Quindi, è raccomandabile un equilibrio energetico moderatamente negativo di 2100 – 4200 kJ (500 – 1000 kcal) al giorno ed esso dovrebbe essere ottenuto attraverso un equilibrio tra un incremento del consumo energetico e un decremento dell'apporto energetico (Wilmore, 2000). Per perdere 1kg di peso corporeo è necessario un deficit energetico di circa 29MJ (7000 kcal) (Åstrand et al., 2003).

La restrizione dell'apporto energetico è una parte essenziale di ogni programma per perdere peso che sia efficace. Tuttavia, un ridotto apporto energetico dovrebbe essere ottenuto principalmente riducendo il contenuto grasso degli alimenti, perché l'ammontare minimo di proteine necessario per mantenere un bilancio positivo del nitrogeno durante la perdita di peso è di circa 1,2 – 1,6

$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 24\text{h}^{-1}$ (Walberg Rankin, 2006; Walberg et al., 1988), inoltre si dovrebbe mantenere un alto apporto di carboidrati per garantire un livello normale di glicogeno muscolare. L'apporto ottimale di carboidrati per gli atleti degli sport di combattimento durante la perdita di peso non è chiaro. Lambert et al. (2004) suggeriscono che per mantenere i livelli di glicogeno muscolare, l'apporto di carboidrati per i body builder dovrebbe essere di $5\text{-}6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Presumibilmente, un consumo di carboidrati simile sarebbe sufficiente per gli atleti degli sport di combattimento. Gli atleti che riducono l'apporto energetico dovrebbero utilizzare supplementi di vitamine e minerali per evitare carenze di micronutrienti (Wilmore, 2002).

Per quanto riguarda le proteine, non solo la loro quantità, ma anche le loro caratteristiche qualitative possono essere importanti in una dieta a basso contenuto calorico seguita nel corso di una perdita di peso graduale. L'assunzione di sieroproteine, ad esempio, comporta elevate concentrazioni di aminoacidi nel sangue, che sono maggiori di quelle derivanti dalla somministrazione di caseina. Tuttavia, la risposta anabolica alla caseina è superiore a quella delle sieroproteine, apparentemente perché, benché l'effetto della caseina sulle concentrazioni di aminoacidi nel sangue sia minore, esso è molto più protratto rispetto all'influenza delle sieroproteine (Boirie et al., 1999). Sono necessarie ulteriori ricerche per poter formulare raccomandazioni per gli atleti, che li aiutino a optare per la scelta migliore riguardo alle fonti proteiche durante un programma di perdita del peso.

I tempi di somministrazione delle proteine in rapporto agli allenamenti e all'apporto di carboidrati sono un altro elemento che influenza la risposta anabolica. Il bilancio proteico muscolare è considerevolmente maggiore quando una mescolanza di carboidrati e aminoacidi viene somministrata immediatamente prima di un esercizio intenso di resistenza rispetto all'effetto ottenuto se la stessa mescolanza viene somministrata dopo l'esercizio o dopo un recupero da 1 a 3 ore dopo l'esercizio (Tipton, Wolfe, 2004). Tuttavia, nei limiti delle informazioni in nostro possesso, non è stato ancora studiato l'effetto dei tempi di somministrazione delle proteine o degli aminoacidi sui cambiamenti nella massa non grassa degli atleti durante un periodo di perdita di peso.

La frequenza dei pasti può essere un fattore importante, che influenza i cambiamenti della composizione corporea durante una perdita di peso moderata o graduale. Iwao et al. (1996) hanno studiato dei pugili che hanno assunto 1200 kcal al giorno per due settimane suddivise in due pasti al giorno o in sei pasti al giorno. È stata riscontrata un perdita di peso uguale, mentre è stata evidenziata una maggior perdita di massa non grassa nello schema che prevedeva due pasti al giorno.

Sommario

In base alla durata, la riduzione del peso si distingue in rapida (entro 24-72 ore), moderata (da 72 ore a diverse settimane) e graduale (da diverse settimane a mesi). Una perdita di peso rapida e moderata di circa il 5% può compromettere la capacità di prestazione negli atleti ben allenati degli sport di combattimento. I dati disponibili suggeriscono che, al fine di evitare un calo della capacità di prestazione fisica, gli atleti dovrebbero portare al massimo l'assunzione di carboidrati mentre si stanno sottoponendo ad una dieta per perdere peso che comporta la limitazione dell'apporto energetico. Inoltre, un'elevata assunzione di carboidrati, oltre alla supplementazione di creatina, in concomitanza con l'assunzione di glucosio, favorisce il recupero della capacità di prestazione fisica dopo una perdita di peso rapida o moderata. Il recupero dei liquidi persi a causa della disidratazione può richiedere 24-48 ore, vale a dire molto più tempo di quanto gli atleti e gli allenatori ritengano desiderabile. La reidratazione avviene più rapidamente se i liquidi assunti contengono elettroliti, principalmente il sodio. Gli atleti che hanno a disposizione meno di 24 ore per il recupero dopo una riduzione del peso, non dovrebbero perdere più del 2% del proprio peso corporeo attraverso la disidratazione. Un obiettivo importante per un atleta è mantenere la massa muscolare scheletrica in un periodo di riduzione del peso, particolarmente in caso di perdita graduale di peso. Le proteine necessarie per mantenere un bilancio positivo del nitrogeno durante la perdita di peso sono circa $1,2 - 1,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 24\text{h}^{-1}$. Oltre a un'elevata assunzione di proteine, un'alta frequenza dei pasti può essere di aiuto per mantenere la massa magra durante una riduzione del peso moderata o graduale. Gli atleti che riducono l'apporto energetico dovrebbero utilizzare supplementi di vitamine e minerali. Una perdita di peso graduale ben programmata ha minori conseguenze negative per la salute e dovrebbe essere raccomandata quando si decide di ridurre il peso corporeo.

Bibliografia

- Åstrand, P.-O., Rodahl, K., Dagi, H.A., Strømme, S.B. (2003)** *Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise*. Human Kinetics, Champaign, pp. 648.
- Boirie, Y., Dangin, M., Gachon, P., Vasson, M.-P., Maubois, J.L., Beaufrere, B. (1997)** Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **94**, 14930-14935.
- Burke, L., Cort, M., Cox, G., Crawford, R., Desbrow, B., Frathing, L., Minehan, M., Shaw, N., Waenes, O. (2006)** Supplements and sports foods. In: *Clinical Sports Nutrition*. Eds. Burke, I., Deakin, V. McGraw-Hill, Australia, 485-579.
- Fogelholm, G.M., Koskinen, R., Laakso, J., Rankinen, T., Ruokonen, I. (1993)** Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **25**, 371-377.
- Green, A.L., Hultman, E., Macdonald, I.A., Sewell, D.A., Greenhaff, P.L. (1996)** Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *American Journal of Physiology* **271** (Endocrinology and Metabolism Physiology **34**), E821-826.
- Hickner, R.C., Horswill, C.A., Welker, J.M., Scott, J., Roemmich, J.N., Costill, D.L. (1991)** Test development for the study of physical performance in wrestlers following weight loss. *International Journal of Sports Medicine* **12**, 557-562.
- Horswill, C.A. (1992)** Applied physiology of amateur wrestling. *Sports Medicine* **14**, 114-143.
- Horswill, C.A., Hickner, R.C., Scott, J.R., Costill, D.L., Gould, D. (1990)** Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **22**, 470-476.
- Iwao, S., Mori, K., Sato, Y. (1996)** effects of meal frequency on body composition during weight control in boxers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* **6**, 265-272.

- Jeukendrup, A.J., Gleeson, M. (2004)** *Sport Nutrition. An Introduction to Energy Production and Performance*. Human Kinetics, Champaign, pp. 411.
- Kiningham, R.B., Gorenflo, D.W. (2001)** Weight loss methods of high school wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **33**, 810-813.
- Koutedakis, Y., Pacy, P.J., Quevedo, R.M., Millward, D.J., Hesp, R., Boreham, C., Sharp, N.C. (1994)** The effects of two different periods of weight-reduction on selected performance parameters in elite lightweight oarswomen. *International Journal of Sports Medicine* **15**, 472-477.
- Lambert, C.P., Frank, L.L., Evans, W.J. (2004)** Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding. *Sports Medicine* **34**, 317-327.
- McMurray, R.G., Proctor, C.R. and Wilson, W.L. (1991)** Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise. *International Journal of Sports Medicine* **12**, 167-172.
- Maffulli, N. (1992)** Making weight: a case study of two elite wrestlers. *British Journal of Sports Medicine* **26**, 107-110.
- Ööpik, V., Pääsuke, M., Sikkut, T., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Smirnova, T., Gapejeva, E. (1996)** Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **36**, 127-131.
- Ööpik, V., Pääsuke, M., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Gapejeva, J. (2002)** Effects of creatine supplementation during recovery from rapid body mass reduction on metabolism and muscle performance capacity in well-trained wrestlers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **42**, 330-339.
- Sansone, R.A., Sawyer, R. (2005)** Weight loss pressure on 5 year old wrestler. *British Journal of Sports Medicine* **39**, e2.
- Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (2000)** Rehydration and recovery of fluid balance after exercise. *Exercise and Sports Science Reviews* **28**, 27-32.
- Shirreffs, S.M., Taylor, A.J., Leiper, K.B., Maughan, R.J. (1996)** Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **28**, 1260-1271.

- Timpmann, S., Ööpik, V. (1991)** Bodyweight reduction and performance in combat sports athletes. *Acta Academiae Olympicae Estoniae* **9**, 107-121.
- Timpmann, S., Ööpik, V., Pääsuke, M., Medijainen, L., Ereline, J. (2008)** Acute effects of self-selected regimen of rapid body mass loss in combat sports athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* **7**, 210-217.
- Tipton, K.D., Wolfe, R.R. (2004)** Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences* **22**, 65-79.
- Walberg Rankin, J. (2006)** Making weight in sports. In: *Clinical Sports Nutrition*. Eds. Burke, I., Deakin, V. McGraw-Hill, Australia, 175-188.
- Walberg Rankin, J., Ocel, J.V., Craft, L.L. (1996)** Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **28**, 1292-1299.
- Walberg, J.L., Leidy, M.K., Sturgill, D.J., Hinkle, D.E., Ritchey, S.J., Sebolt, D.R. (1988)** Macronutrient content of a hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weight lifters. *International Journal of Sports Medicine* **9**, 261-266.
- Wilmore, J.H. (2000)** Weight category sports. In: *Nutrition in Sport*. Ed: Maughan, R.J. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 637-645.
- Wroble, R.R., Moxley, D.P. (1998)** Acute weight gain and its relationship to success in high school wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **30**, 949-951.