

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

Dieta chetogenica e sport da combattimento: influenza su controllo del peso e sulle prestazioni di potenza

Relatore: Prof. Moro Tatiana

Laureando: Zuin Sathya

N° di matricola: 2021288

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

1) INTRODUZIONE

- 1.1) Perché perdere peso nelle arti marziali: incidenza, credenze, dati legati alla performance
- 1.2) Metodiche più comuni per il taglio del peso
- 1.3) Focus: perché quella di disidratarsi al fine di perdere peso negli sport da combattimento è una pratica molto comune?
- 1.4) Effetti della disidratazione sull'organismo umano
- 1.5) Casi avversi documentati
- 1.6) Dieta chetogenica
- 1.7) Effetti della dieta chetogenica su controllo del peso e performance
- 1.8) Scopo dello studio

2) MATERIALI E METODI

- 2.1) Questionario preliminare
- 2.2) Disegno sperimentale
- 2.3) Soggetti
- 2.4) Misurazioni:
 - 2.4.1) Questionario umore
 - 2.4.2) BIA
 - 2.4.3) Test di performance
 - 2.1.1) Squat test
 - 2.1.2) Bench press test
- 2.5) Intervento dietetico:
 - 2.5.1) Protocollo disidratazione "classico" (CG)
 - 2.4.2) Protocollo dieta chetogenica (KD)

3) RISULTATI

3.1) BIA

3.2) Questionario umore

3.3) Squat test

3.4) Bench press test

4) DISCUSSIONE

5) LIMITI DELLO STUDIO

6) CONCLUSIONI

7) BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

1.1) Perché perdere peso nelle arti marziali: incidenza, credenze, dati legati alla performance

Morteza e colleghi suddividono gli sport sensibili al peso corporeo degli atleti in 3 categorie:

- Weight class sports, ossia le discipline riguardanti sport da combattimento, weight lifting, canottaggio, equitazione
- Sport gravitazionali, discipline in cui avere una minore massa corporea è un vantaggio in termini prestativi: ne sono un esempio le discipline di corsa e salto dell'atletica leggera, il pattinaggio, il ciclismo, lo sci e tutte quelle discipline che comprendano questa tipologia di attività.
- Sport estetici, in cui viene giudicato l'aspetto fisico degli atleti

Gli sport da combattimento sono discipline sportive organizzate in categorie di peso, basandosi quindi sulla massa corporea degli atleti. Lo scopo è quello di garantire e promuovere un corretto svolgimento delle competizioni, permettendo il confronto di atleti che siano fisicamente e muscolarmente parlando il più simili possibile. Ciò dovrebbe garantire simili livelli di forza, agilità e dimensioni corporee, riducendo notevolmente il rischio di infortuni gravi (Langan-Evans 2011, Gann 2015, Brechney 2021, Artioli 2010, Lakicevic 2020).

La differenza tra categorie di peso adiacenti è molto variabile, dipende da disciplina nella quale si compete: si inizia da un minimo di 3-4kg fino a un tetto di 10kg. All'interno della stessa disciplina possono variare a seconda del livello della competizione, come accade nella boxe (maschile), in cui il dilettante ha uno scarto minimo di 4kg e uno massimo di 10, mentre il professionista ha uno scarto minimo di 1,4kg e un massimo di 11kg (Langan-Evans 2011)

Solitamente gli atleti cercano di combattere nella categoria di peso più bassa possibile, convinti dal fatto che così facendo possano avere un

vantaggio prestativo una volta reidratati e essere tornati al loro peso originario (Khodae 2015, Lakicevic N. 2021, Langan-Evans 2011, Drid 2021, Gann 2015, Brechney, G. C. 2021, Artioli 2010, Lakicevic N.2020).

Con RWL (Rapid Weight Loss) si intende la perdita transitoria di almeno il 5% del proprio peso corporeo nei 5-7 giorni precedenti l'incontro (Khodae 2015, Drid 2021, Brechney 2021, Artioli 2012, Lakicevic 2020). Quando questo avviene più volte durante una singola stagione agonistica, si parla di "weight cycling".

Nonostante questo fenomeno sia piuttosto diffuso nel mondo delle arti marziali, dal punto di vista della letteratura scientifica i dati raccolti sono ancora poco precisi, soprattutto a causa della difficoltà nel reperire atleti disposti a raccontare le proprie strategie ed esperienze (Langan-Evans 2011). Tra gli atleti di wrestling delle high school e dei college americani l'entità dell'utilizzo di RWL è stimato tra il 40 e il 90% del totale degli atleti (Khodae M. E colleghi, 2015). Più in generale la quantità di atleti praticanti RWL si alza fino a raggiungere un valore compreso tra il 60 e il 90%, suddividendo l'entità di taglio peso in 3 gruppi: 2-5% (la più frequente), 5-10%, oltre il 10% della propria massa corporea (Lakicevic N. e colleghi 2021).

In generale, non sembrano esserci differenze di genere nella gestione del peso in fase pre e post competitiva (Lakicevic 2021, Drid 2021, Artioli 2010). Allo stesso modo, l'entità del taglio peso non sembra essere dipendente dal livello dell'atleta, in quanto sono stati riscontrati valori simili tra atleti di livello regionale, nazionale e internazionale (Gann 2015, Artioli 2010).

Osservando le abitudini di un campione di atleti di diverse discipline (BJJ, boxe, judo, MMA, Muay thai/kickboxing) tramite un questionario online è stato registrato come il 95% di questi pratici regolarmente RWL, e che in media, gli atleti di MMA conducano questa pratica in maniera nettamente

più aggressiva rispetto alle altre discipline (Barley O. R., 2018).
Analizzando invece le abitudini dei soli atleti di judo, si registrano valori simili ai precedenti, compresi tra il 53 e il 100% e una entità di taglio peso compresa tra il 2-10% in 2-5 giorni (Lakicevic N. e colleghi, 2020 Review); il valore maggiormente registrato è del 5% (Artioli, 2010). Sempre studiando le abitudini dei judoka più dell'83% degli atleti presi a campione utilizza abitualmente RWL per rientrare in categoria, e fissando al 60% la quantità di fighter più in generale praticanti judo, jiu jiu jitsu, karate e taekwondo (Gann Joshua J. e colleghi 2015).

Si osserva inoltre come l'86% degli atleti presi in esame utilizzino regolarmente RWL per le loro competizioni, documentando casi limite in cui viene superata la soglia del 10% della massa corporea in termini di entità del taglio di peso (Artioli e colleghi, 2010).

Specificatamente per gli atleti di Sambo viene poi registrato come l'87% degli atleti presi in esame (campione composto di 199 atleti partecipanti ai campionati del mondo del 2020) abbiano confermato di utilizzare RWL. L'entità media del taglio di peso registrata è di $5,27 \pm 7,57$ kg in un lasso di tempo di $11,87 \pm 9,51$ giorni (Drid P. e colleghi, 2021).

Anche l'impatto sui livelli prestativi degli atleti rivela dati molto discordanti tra loro: questo probabilmente a causa di una mancanza di qualità metodologica nelle ricerche e sperimentazioni (Khodae 2015).

A prescindere dalla strategia utilizzata per il taglio peso vi sono potenziali ripercussioni negative sulla performance degli atleti quando il taglio del peso è effettuato entro 7 giorni dalla competizione (Khodae 2015). RWL di entità superiore al 3% della propria massa corporea possono potenzialmente portare a ripercussioni sulle capacità di prestazione degli atleti, soprattutto se non accompagnate da un adeguato periodo di recupero (Burke 2021). Con perdite di peso non superiori al 5% è stato anche dimostrato però come siano sufficienti 4-5 ore di riposo per recuperare completamente i livelli prestativi iniziali: ciò è avvenuto tramite un test specifico per il wrestling in laboratorio, affermando quindi come

possano essere facilmente recuperabili le capacità intermittenti ad alta intensità (HIIT) (Gann Joshua J. 2015).

Analizzando un campione di 18 atleti non sono state trovate differenze tra chi pratica RWL abitualmente (cronico) e chi non lo pratica, qualora ci si fermi a una soglia pari al 5% del proprio peso corporeo (Mendes SH, 2013). Vengono inoltre sconsigliati tagli di peso superiori al 5% in quanto aumenta notevolmente il rischio di effetti avversi (nausea, vomito, crampi, disfunzioni renali) (Gann Joshua J. 2015).

Per gli atleti di MMA (Barley O.R. 2018) è stato riscontrato come anche tagli peso moderati (4,5-4,8% della massa corporea) vadano a causare decrementi nei livelli prestativi in test di potenza (med ball chest throw, vertical jump, repeated sled push) e test massimali intermittenti al cicloergometro a braccia (Barley O. R. 2018).

E' stato inoltre riscontrato come una maggiore entità di taglio peso corrisponde in maniera direttamente proporzionale a una maggiore probabilità di sconfitta, ma in questo caso si fa riferimento a entità di taglio nettamente superiori, a partire dall'8,6% arrivando al 10,6% della massa corporea (Brechney, G. C. e colleghi, 2021). Non è invece dimostrato che chi riguadagna più peso tra la pesata e l'incontro abbia una maggiore probabilità di vittoria (Brechney, G. C. e colleghi, 2021).

Contrariamente alle MMA nel judo è stata dimostrata una maggiore probabilità di vittoria in quegli atleti che riescono a recuperare una maggiore quantità di peso corporeo prima della gara (Artioli, 2010).

Vengono però registrati dati discordanti tra loro valutando le capacità prestative in termini di forza massima isometrica e potenza. La forza massima isometrica viene intaccata solo in tagli di peso superiori al 3%, mentre per la potenza non vengono registrate alterazioni in entrambi i gruppi rispetto ai valori normali raggiunti nei test di salto verticale (Clarys P., 2010).

Contrariamente, nello studio di Morales e colleghi, la forza massima isometrica della mano (handgrip test) e del tronco, non mostrano alterazioni significative, mentre il tempo di contatto al suolo tra i balzi (misurato tramite l'utilizzo di una piattaforma di contatto) aumenta in maniera significativa nel gruppo praticante RWL rispetto al gruppo di controllo (Morales J. 2018).

RWL non influenzata l'altezza dei singoli salti (squat jump e countermovement jump) ma causa decrementi significativi nella quantità di lavoro espressa nel 30s test (Flaire e colleghi 2001), mentre i test sport specifici non sembrano essere influenzati dall' RWL (Lakicevic N. 2020).

1.2) Metodiche più comuni per il taglio del peso

Come spiegato in precedenza gli atleti praticanti sport da combattimento, al fine di gareggiare, cercano di raggiungere la categoria di peso più bassa possibile, in modo da avere un vantaggio nei confronti di avversari più leggeri.

I mezzi e i metodi utilizzati da questi ultimi al fine di tagliare il peso "in eccesso" sono i più svariati, ma tra i principali troviamo: dieta graduale (Gann Joshua J. e colleghi 2015), diminuzione della quantità di cibo e fluidi ingeriti (Khodae 2015, Lakicevic 2021, Drid 2021, Gann Joshua J. e colleghi 2015, Artioli 2010), aumento dell'esercizio fisico totale giornaliero (Gann Joshua J. e colleghi 2015, Khodae 2015) anche ad alta intensità (Lakicevic 2021, Drid 2021), utilizzo di una sudorina (tuta in plastica) e utilizzo di saune al fine di aumentare la secrezione corporea di liquidi (Khodae 2015, Lakicevic 2021, Drid 2021, Langan-Evans 2011, Brechney, G. C. e colleghi, 2021, Artioli 2010).

Altre metodologie abbastanza comuni sono la restrizione calorica, anche drastica (Lakicevic 2021, Drid 2021, Brechney, G. C. e colleghi, 2021), il digiuno e il saltare alcuni pasti (Langan-Evans 2011). In alcuni casi si può arrivare a fare uso di pillole dietetiche, lassativi, diuretici e addirittura al

vomito (Langan-Evans 2011, Brechney, G. C. e colleghi, 2021, Artioli 2010).

1.3) Focus: perché quella di disidratarsi al fine di perdere peso negli sport da combattimento è una pratica molto comune?

Tra gli atleti di sport da combattimento, è comune credere che rientrando in una categoria più bassa di quella nella quale si dovrebbe normalmente gareggiare porti ad un vantaggio fisico nei confronti degli avversari (Khodaei 2015, Lakicevic N. 2021, Langan-Evans 2011, Drid 2021, Gann 2015, Brechney, G. C. 2021, Artioli 2010, Lakicevic N.2020).

Per ridurre il peso molti combattenti cercano di eliminare temporaneamente l'acqua in eccesso dal loro corpo. Per raggiungere questo obiettivo possono ricorrere al digiuno, l'uso di diuretici e l'aumento della sudorazione indotto dall'attività fisica. Gli atleti talvolta ricorrono anche all'uso di sauna o il bagno caldo per aumentare la sudorazione e perdere ulteriore peso corporeo. Queste tecniche sono rischiose poiché, se non correttamente gestite, possono portare a disidratazione.

La pericolosità alla base dell'RWL risiede nel fatto che nella maggior parte dei casi il processo avviene seguendo consigli da parte di allenatori, coach e compagni/atleti, quindi personale non qualificato: ecco che vengono quindi applicate usanze prive di fondamenta scientifiche, con il rischio di incorrere in problematiche acute e/o croniche (Lakicevic N.2020, Lakicevic N. 2021), con la possibilità di conseguenze letali per gli atleti (Dugan 2004).

1.4) Effetti della disidratazione sull'organismo umano

L'acqua è il nutriente più importante per l'organismo umano senza il quale non esisterebbe vita. Il nostro corpo è difatti composto da circa il 55% di acqua negli adulti fino ad arrivare al 75% nel bambino/neonato (Popkin B. 2010). Una corretta idratazione è fondamentale in quanto necessaria per

mantenere uno stato di omeostasi e permettere il corretto funzionamento degli organi vitali (Popkin B. 2010).

Lo stato di disidratazione va a causare tutta una serie di effetti avversi, compromettendo il regolare funzionamento di apparato cardiocircolatorio, renale, gastrointestinale; ha inoltre anche ripercussioni sull'efficienza del funzionamento dell'encefalo (Popkin B. 2010).

- **APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO:** uno stato di disidratazione si tradurrà in una diminuzione del volume ematico a causa della diminuzione di una quantità di plasma; ciò causerà una caduta della pressione sanguigna, che a sua volta costringerà un aumento della frequenza cardiaca a riposo e una vasocostrizione cutanea, in modo da assicurare un apporto ematico sufficiente agli organi vitali (Shirreff S. M. 1998).
- **APPARATO RENALE:** la funzione del rene è quella di mantenimento della stabilità del volume del LEC (liquido extracellulare), della composizione elettrolitica e dell'osmolarità (concentrazione) dei soluti (Lauralee Sherwood 2012). Compensa inoltre le variazioni di ingestione di acqua, sale e elettroliti attraverso l'escrezione di una quantità variabile di urina a seconda delle esigenze (Lauralee Sherwood 2012, Popkin B. 2010). Ha inoltre un ruolo nel mantenimento della pressione sanguigna, in quanto regola il bilancio idrico ed elimina sostanze di rifiuto dal torrente circolatorio tramite un processo di filtrazione. (Lauralee Sherwood 2012, Popkin B. 2010); riesce inoltre, per mezzo del processo precedentemente descritto, a mantenere l'osmolarità del plasma tra 275 e 290 mOsm/kg (Popkin B. 2010).
In caso di disidratazione la funzione del rene sarà quella di limitare al minimo le perdite di acqua tramite urina, concentrando il più possibile i soluti di scarto, creando così una urina definita

“ipertonica” e massimizzando il riassorbimento di liquidi (Lauralee Sherwood 2012, Popkin B. 2010).

- **APPARATO GASTROINTESTINALE:** i liquidi, vitamine ed elettroliti sono normalmente assorbiti nell'intestino tenue (Lauralee Sherwood 2012, Popkin B. 2010). La capacità massima giornaliera di assorbimento è di circa 10 litri al giorno; le sostanze che eccedono questa quantità saranno poi riassorbite a livello del colon, con un limite massimo di 5 litri giornalieri (Ritz P. 2005). E' stato verificato come un apporto di acqua e liquidi in generale insufficiente sia causa di stitichezza (Linderman R. D. 2000, Robson K. M. 2000).
- **SISTEMA NERVOSO CENTRALE:** a causa della diminuzione del volume plasmatico si avrà una minore quantità di acqua che raggiunge l'encefalo, inducendo disidratazione in quest'ultimo e nelle componenti della barriera ematoencefalica; ciò aumenterà le probabilità di emicrania (Shirreffs S. M. 2004).

1.5) Casi avversi documentati

- Nel 1996, durante le Olimpiadi di Atlanta, Ching Se-hoon, atleta ventiduenne sudcoreano praticante judo, perde conoscenza dopo una sessione di corsa abbinata a una sauna, con lo scopo di perdere gli ultimi chili e rientrare in categoria di peso. Muore nell'ambulanza durante il tragitto verso l'ospedale.

L'anno successivo (1977) sono stati registrati altri tre casi di morte molto ravvicinati tra loro, riguardanti atleti di wrestling in preparazione a una competizione:

- Billy Saylor, diciannovenne, collassa nel tentativo di perdere gli ultimi 3 chilogrammi utilizzando un esercizio alla cyclette (Lakicevic N. 2021, Artioli 2010).
- Joseph LaRosa, ventiduenne, muore di infarto cercando di perdere 2 chilogrammi: stava utilizzando una cyclette e vestito con una sudorina (Lakicevic N. 2021, Artioli 2010).
- Jeff Reese, ventunenne, muore utilizzando una cyclette indossando una sudorina a causa di insufficienza renale e problematiche cardiache: cercava di perdere gli ultimi chilogrammi allenandosi in una stanza riscaldata a 34°C (Lakicevic N. 2021, Artioli 2010).

A seguito di questi tragici eventi la NCAA (National Collegiate Athletic Association) degli USA ha modificato il regolamento federale inserendo tali modifiche: ogni atleta ha un peso minimo al quale può gareggiare, basato sul peso corporeo registrato prima dell'inizio della stagione agonistica; viene ridotto il tempo tra pesata e inizio della competizione; vengono proibiti metodi di taglio peso drastici (Artioli 2010).

1.6) Dieta chetogenica

La dieta chetogenica è una particolare strategia nutrizionale all'interno della quale la quantità di carboidrati assunta è molto bassa, con quantità non superiori a 20-30g l'apporto energetico minore del 5% del totale, una quantità di grassi maggiore e una quota proteica adeguata (Paoli, A. 2021, Paoli A. 2021, Paoli A. 2015).

Le quantità di grassi e proteine sono modificabili a seconda dei casi: negli atleti la quota proteica tende a essere molto alta, pari a 1,8g per chilo di massa corporea (Paoli, A. 2021) o 2,8g per chilo di massa corporea (Paoli, A. 2021); l'apporto di grassi dipende invece dalla quantità di energia giornaliera necessaria al singolo, ma sarà in ogni caso tendenzialmente alta rispetto a una dieta tradizionale.

Lo scopo di questa strategia alimentare è quello di indurre nell'organismo uno stato di chetosi, una situazione nella quale le riserve di glicogeno sono esaurite e sfruttare l'ossidazione dei lipidi come fonte di energia primaria (Paoli, A. 2021, Paoli A. 2021, Paoli A. 2015).

Il problema principale di questa soluzione è l'impossibilità da parte degli acidi grassi di attraversare la barriera ematoencefalica (la quale filtra solo glucosio), e quindi portare energia all'encefalo e a tutto il sistema nervoso centrale: per aggirare il problema l'organismo procede sfruttando la capacità del fegato di produrre corpi chetonici a partire da molecole di acetil-CoA nella matrice mitocondriale. Questi ultimi possono essere utilizzati come fonte alternativa di energia (Paoli A. 2021, Paoli A. 2021, Paoli A. 2015). Vengono prodotti anche in situazioni normali, ma in quantità che non superino una concentrazione nel sangue di 0,3 mmol/L: durante lo stato di chetosi questo valore può salire fino a 4mmol/L, quindi eguagliando quella che solitamente è la concentrazione di glucosio nel sangue (Paoli A. 2015).

Tuttavia, è bene ricordare che di norma, al fine di entrare in uno stato di chetosi sembrano essere necessari almeno 5-6 giorni (Antonio Paoli, A. 2021).

1.7) Effetti della dieta chetogenica su controllo del peso e performance

Il potenziale vantaggio di una dieta chetogenica per gli sport da combattimento risiede nella capacità di ridurre in maniera relativamente veloce le scorte di glicogeno. Il glicogeno è una molecola polisaccaridica che funge da serbatoio di glucosio nel fegato e nei muscoli. Il glicogeno è idrofilo, il che significa che attira e trattiene l'acqua. Ogni molecola di glicogeno è infatti legata a molecole d'acqua, con un rapporto 1:3 (Sherman, 1982). Questa legatura è nota come idratazione. Le fluttuazioni del peso corporeo a breve termine sono spesso dovute alle variazioni nei livelli di glicogeno e all'acqua associata. Ad esempio, una persona può

guadagnare peso temporaneamente dopo aver mangiato molti carboidrati, poiché il corpo immagazzina glicogeno e lega l'acqua ad esso. Al contrario, una persona può perdere peso temporaneamente durante l'esercizio fisico intenso o una dieta a basso contenuto di carboidrati poiché il glicogeno viene bruciato insieme all'acqua ad esso associata.

La dieta chetogenica viene normalmente impiegata per ridurre grandi quantità di peso corporeo, migliorare i profili metabolici ma anche per modulare la composizione corporea. Rispetto al mondo sportivo, Paoli e colleghi (Paoli, A. 2021) hanno dimostrato come l'utilizzo di una dieta chetogenica non vada a intaccare le capacità prestantive in test di forza e potenza in atleti élite di ginnastica artistica, ma che siano necessari 10-14 giorni prima di avere effetti positivi, mantenendo una quota glucidica inferiore ai 20g giornalieri e una quota proteica pari a 2,8g di proteine per chilo di massa corporea.

Un secondo studio di Paoli e colleghi (Antonio Paoli, A. 2021) studia le ripercussioni dell'utilizzo della dieta chetogenica in calciatori semi-professionisti. E' stato mantenuto un regime di dieta chetogenica per 30 giorni, ma con una quantità di proteine giornaliere notevolmente ridotta (1,8 g per chilo di massa corporea): è stata notata un mantenimento di massa magra a discapito di una diminuzione della percentuale di massa grassa; è stato registrato inoltre un miglioramento le prestazioni di Yo-Yo Intermittent Recovery test e CMJ dopo l'intervento dietetico, probabilmente grazie al miglioramento della composizione corporea, la quale permette una maggiore espressione di potenza relativa.

Un terzo studio di Paoli e colleghi (Paoli A. 2021) valuta esclusivamente la composizione corporea e i livelli di forza massima a seguito di due mesi di dieta chetogenica: vengono testati l'1RM di squat e panca piana di ogni atleta, prima e dopo l'intervento: vengono registrate sia diminuzioni (in media) dell'1% della massa corporea originale, una diminuzione significativa della percentuale di massa grassa e un aumento nelle

prestazioni di forza massima, con un aumento medio del 4,15% nella panca piana e del 3,62% nello squat.

Per quanto riguarda le prestazioni di endurance invece vi sono numerosi studi che dimostrano come questa qualità non venga influenzata;

4 settimane di dieta chetogenica non influenzano negativamente le prestazioni dei ciclisti di fondo (Paoli A. 2015, Phinney S. D. 1983).

Si riscontrano addirittura miglioramenti di massimo consumo di ossigeno (VO₂max) e maggiore efficienza nello smaltimento di lattato sotto sforzo di ciclisti a seguito dell'utilizzo di dieta chetogenica, presumibilmente dovuto a un miglioramento dell'efficienza cardiovascolare a seguito di perdita di percentuale di massa grassa, di massa corporea effettiva e un aumento dell'utilizzo del sistema aerobico per l'ossidazione lipidica (Paoli A. 2015, Zaiac A. 2014).

E' stato inoltre registrato come si presenti un aumento della percezione di fatica dei singoli atleti, ma senza avere variazioni significative della frequenza cardiaca media (Paoli A. 2015, White A. M. 2007).

Questi fattori sono fondamentali quando si parla di sport sensibili al peso corporeo, come gli sport da combattimento, in quanto un approccio sul breve termine permette un mantenimento della massa magra (e quindi della massa muscolare) e una perdita di peso dovuta alla diminuzione della percentuale di massa grassa (Paoli, A. 2021), rispettando tutte le richieste del cosiddetto "taglio del peso".

1.8) Scopo dello studio

Lo scopo di questa ricerca è quello di valutare se la dieta chetogenica sia una metodica efficace al fine di perdere peso velocemente nei giorni precedenti la competizione per un atleta praticante sport da combattimento.

Al fine di evitare ripercussioni sulla salute e/o effetti avversi (nausea, crampi, vomito, insufficienza renale, svenimenti, morte) viene consigliato di non superare il 5% del proprio peso corporeo in termini di entità di taglio peso (Gann Joshua J. 2015, Khodae 2015, Franchini E. 2012): il nostro obiettivo è quindi quello di comparare l'efficienza della dieta chetogenica rispetto a un protocollo di taglio peso "classico" nella pratica di RWL, fissando come limite di perdita di peso il 5% del peso corporeo di ogni singolo e andandone ad analizzare le capacità di espressione di potenza pre e post intervento.

MATERIALI E METODI

2.1) Questionario preliminare

Lo studio è stato anticipato da un'indagine, mediante questionario anonimo, per raccogliere informazioni relative alle metodiche più utilizzate per il taglio di peso negli atleti di sport da combattimento del territorio (Artioli G.G. 2010).

Il questionario è stato completato da 53 atleti (43 maschi e 10 femmine) praticanti Boxe (N=21), kickboxing (N=8), karate (N=16), MMA (N=4), grappling (N=3) e Muai Thai (N=1). L'età media dei partecipanti era di 24,1 ± 5,8 anni e praticavano arti marziali dall'età di 15,4 ± 7,1 anni.

Dall'analisi dei questionari è emerso che le metodiche più utilizzate sono:

1. Dieta graduale (perdita di peso in 2 o più settimane)
2. Aumentare il numero di allenamenti/attività fisica (più del solito)
3. Ridurre l'ingestione di liquidi
4. Allenarti indossando sudorina (tuta di plastica) o abbigliamento invernale e pesante

2.2) Disegno sperimentale

Il disegno sperimentale segue il modello di uno studio cross-over, in cui tutti i soggetti sono sottoposti in modo randomizzato ad entrambi gli interventi: controllo (CG) o dieta chetogenica (KD).

Durante il primo incontro, dopo aver firmato il consenso informato, i partecipanti sono stati sottoposti ad un colloquio con un nutrizionista per analizzare le abitudini alimentari, in modo da avere una stima dell'intake calorico giornaliero, gusti, suddivisione pasti e quantità di allenamento settimanale. Da queste informazioni è stata poi creata la dieta chetogenica per ognuno di essi, da utilizzare durante l'intervento KD.

I partecipanti sono stati assegnati in maniera randomizzata in uno dei due gruppi di intervento: protocollo dieta chetogenica (KD) o protocollo di

disidratazione “classico” (CG). Entrambi gli interventi hanno durata di 7 giorni.

Una volta concluso il primo intervento entrambi i soggetti hanno avuto a disposizione un periodo di almeno 7 giorni per recuperare il peso perso, per poi ricominciare il secondo periodo di intervento utilizzando il secondo protocollo.

All’inizio e alla fine di entrambi gli interventi i soggetti sono stati monitorati registrandone peso, altezza, composizione corporea (tramite Bioimpedenziometria), idratazione (tramite Bioimpedenziometria), sensazioni e umore (questionari “DASS” e “Profile of Mood of States”), test di performance per valutarne le espressioni di potenza di arti superiori e arti inferiori (squat jump e bench press).

2.3) Soggetti

Al momento hanno completato lo studio due soggetti: entrambi sesso maschile, età media 25 ± 4 anni, altezza media 172 ± 17 cm, peso corporeo $74,5 \pm 18,5$ kg.

I soggetti sono stati reclutati tra le società sportive di sport da combattimento in provincia di Venezia; le discipline di appartenenza sono la K-1 rules (kickboxing) e le MMA (arti marziali miste).

Per poter essere ammessi nello studio era necessario essere atleti agonisti all’attivo, aver partecipato almeno una volta ad una competizione e avere almeno 18 anni.

2.4) Misurazioni

2.4.1) Questionario umore

Per analizzare l’umore e le sensazioni dei soggetti a ogni incontro viene richiesto di compilare due differenti moduli: il primo è il “Profile of Mood of

States” (POMS), il quale serve a registrare le sensazioni istantanee del soggetto; il secondo è il “Dass-21”, necessario per registrare episodi e sensazioni possibilmente avvenuti durante il periodo di intervento

2,4,2) BIA

In questo studio è stata utilizzato un analizzatore di bioimpedenza Akern, modello “BIA 101 BIVA PRO”. Per effettuare le analisi è stata utilizzata la modalità TOTAL BIA (analisi a corpo intero).

2.4.3) Test di performance

Strumentazione utilizzata:

- Encoder lineare a filo, Software: MuscleLab 4100e (Europe Ergotest, Boscosystem srl, Italy)
- Bilanciere olimpico maschile da 20kg
- Dischi Technogym da 1,25 – 2,5 - 5 - 10 kg
- Panca Technogym
- Rack Domyos

La potenza espressa dagli arti inferiori contribuisce per circa il 75% nella potenza totale espressa durante movimenti complessi quali i colpi jab e diretto: da ciò si deduce come azioni quali lo squat jump e il countermovement jump rivestano un ruolo centrale nella forza dell’impatto dei colpi (Loturco I. 2016). Per questo motivo è stato scelto lo squat jump come test per la potenza espressa dagli arti inferiori.

Si è deciso di utilizzare carichi espressi in percentuale del peso corporeo dei soggetti: ciò ha permesso di evitare errori dovuti alla standardizzazione di test massimale per arti superiori e inferiori, quali profondità e ROM, utilizzo di cinture, polsini o di qualsiasi altro ausilio (Dugan E. L. 2004).

Prima dell'inizio della batteria di test è previsto un riscaldamento suddiviso in 3' di attività cardiovascolare all'ellittica e una serie da 3-5 ripetizioni con un carico pari al 40% del peso corporeo del soggetto.

2.4.3.1) Squat test

Il test prevede di eseguire uno squat jump, partenza da fermo con bilanciere appoggiato sul rack e un angolo al ginocchio $\approx 90^\circ$ misurato tramite goniometro digitale (punti di repere: gran trocantere, rotula e malleolo laterale).

Grazie alla misurazione diretta della velocità tramite encoder lineare è stato possibile ricavare potenza di picco e potenza media di ogni ripetizione.

Il test prevede l'esecuzione di 3 serie da 3 ripetizioni ciascuna utilizzando un carico incrementale tra le serie (rispettivamente il 40-50-60% del peso corporeo dell'atleta).

Per standardizzare la posizione di partenza nei quattro interventi sono stati presi come punti di riferimento l'altezza dei pin del rack (cm), larghezza dei piedi (cm) e profondità di questi ultimi rispetto alla posizione del rack (cm).

2.4.3.2) Bench press test

Grazie alla misurazione diretta della velocità tramite encoder lineare è stato possibile calcolare potenza di picco e potenza media di ogni ripetizione.

Il test prevede l'esecuzione di 3 serie da 3 ripetizioni con carico incrementale tra le serie (rispettivamente il 40-50-60% del peso corporeo dell'atleta): fase eccentrica controllata, fermo al petto e fase concentrica più veloce possibile al segnale dello sperimentatore.

Per standardizzare la posizione di partenza nei quattro interventi sono stati presi come punti di riferimento l'altezza dei pin del rack (cm), larghezza della presa, profondità della panca rispetto al rack (cm) e profondità dell'encoder rispetto al rack (cm).

2.5) Intervento dietetico

Per ragioni di sicurezza in entrambi gli interventi è stato posto come limite massimo di entità di taglio peso il 5% del proprio peso corporeo (Gann Joshua J. 2015). Entrambi gli interventi hanno durata di 7 giorni, intervallati da un periodo di recupero di almeno 7 giorni.

2.5.1) Protocollo disidratazione “classico” (CG)

Ai soggetti è stato chiesto di simulare un taglio peso utilizzando il metodo di disidratazione che comunemente utilizzano in vista di una competizione, cercando di perdere nei 7 giorni di intervento una quantità di peso che si avvicinasse il più possibile al limite massimo imposto.

2.5.2) Protocollo dieta chetogenica (KD)

Il protocollo alimentare utilizzato prevede un introito calorico giornaliero di 30 Kcal per chilogrammo di peso corporeo, leggermente corrette in funzione dell'attività fisica.

L'assunzione giornaliera di macronutrienti è stata così suddivisa (Figura 1, Figura 2):

- 1,8g di proteine per chilogrammo di peso corporeo;
- massimo 35-50g di carboidrati al giorno (i quali devono equivalere a meno del 5% dell'energia totale);
- l'energia rimanente è fornita dai lipidi;

L'apporto giornaliero di micronutrienti è invece stato calcolato in modo da soddisfare i bisogni individuali mantenendo un apporto equilibrato.

Al fine di aiutare i soggetti a raggiungere una quota giornaliera di proteine, fibra alimentare e micronutrienti senza però eccedere la quantità di carboidrati sono stati forniti alcuni prodotti dell'azienda italiana "Tisanoreica", la quale produce specificatamente alimenti adatti alla dieta chetogenica.

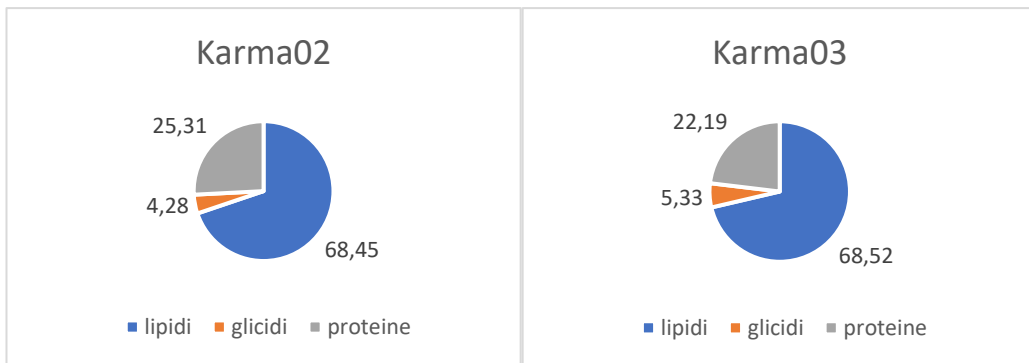


Figura 1

Figura 2

RISULTATI

3.1) BIA pre e post controllo

Tramite bioimpedenziometria è stato possibile valutare:

- Acqua Totale (TBW), ossia la quantità di fluidi totali presenti nel nostro corpo;
- Acqua Extracellulare (ECW), composta dai fluidi all'esterno delle cellule. E' localizzata nello spazio interstiziale tra le cellule, nei vasi sanguigni, nei tessuti linfatici e nel liquido spinale;
- Massa Magra (FFM), la quale comprende scheletro, muscoli, pelle, organi e circa il 73% dei fluidi corporei
- Massa Grassa (FM)

La quantità di acqua totale (TBW) media è diminuita a seguito di entrambi gli interventi, scendendo rispettivamente da $47,9 \pm 13,8$ L a $47,5 \pm 12,9$ L (KD) e da $47,8 \pm 13,1$ L a $46,9 \pm 12,9$ L (CG) (Figura 3).

La quantità di acqua extracellulare (ECW) media è diminuita proporzionalmente da $19,3 \pm 5,5$ L a $19,2 \pm 5,2$ L (KD) e da $19,3 \pm 5,1$ L a $18,9 \pm 5,2$ L (CG) (Figura 4).

La quantità di massa magra (FFM) media è diminuita da $65,4 \pm 19,9$ kg a $65,1 \pm 18,6$ kg (KD) e da $65,3 \pm 18,7$ kg a $64,0 \pm 18,7$ kg (CG) (Figura 5).

Anche la quantità di massa grassa (FM) media è diminuita da $9,7 \pm 6,9$ kg a $8,8 \pm 6,4$ kg (KD) e da $9,8 \pm 7,6$ kg a $8,4 \pm 6,1$ kg (CG) (Figura 6).

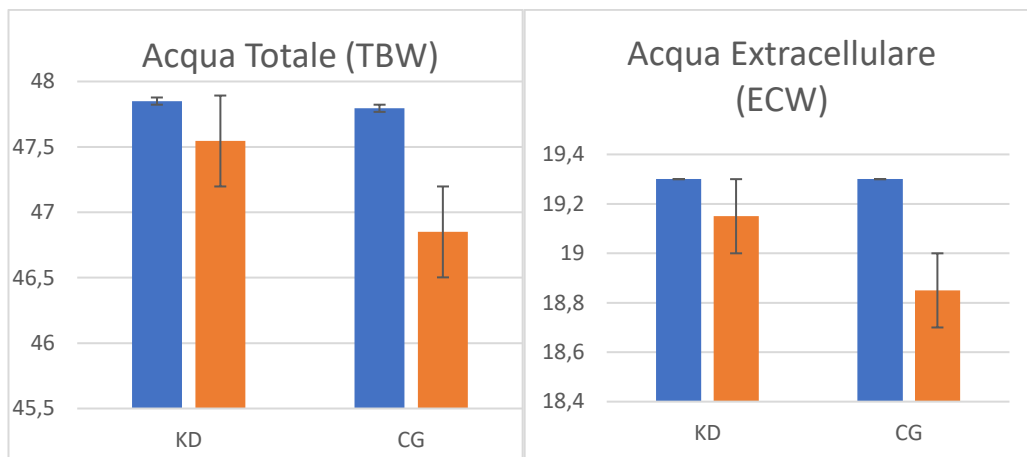


Figura 3

Figura 4

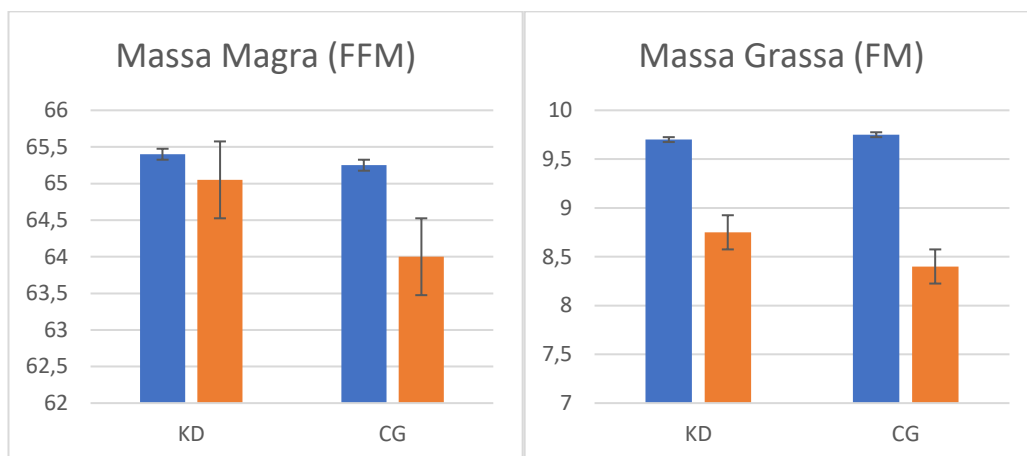


Figura 5

Figura 6

La misurazione del peso corporeo dei soggetti ha registrato una perdita media di $0 \pm 2,5$ kg nel gruppo KD e di $2,6 \pm 1,1$ kg nel gruppo CG.

3.2) Questionario umore pre e post controllo

La DASS-21 ci ha permesso di registrare la comparsa di sintomi specifici durante il periodo di intervento. E' stato chiesto al soggetto di dare un voto da 0 ("non mi è mai accaduto") a 4 ("mi è capitato quasi sempre") ad ogni voce. Ciò ha permesso di interpretare le risposte date con aumenti di livelli di stress, ansia e depressione nel corso dell'intervento e della settimana di

recupero tramite l'inserimento di tali valori in un foglio di calcolo apposito: per entrambi i gruppi vi è un innalzamento dei livelli medi di stress, da $13,0 \pm 1,4$ a $22,0 \pm 14,4$ nel gruppo KD e da $5,0 \pm 7,1$ a $13,0 \pm 7,1$ nel gruppo CG (Figura 7); lo stato di ansia scende mediamente da $9,0 \pm 7,1$ a $4,0 \pm 5,7$ nel gruppo KD e sale da $3,0 \pm 1,4$ a $6,0 \pm 0,0$ nel gruppo CG (Figura 8); lo stato di depressione scende mediamente da $9,0 \pm 7,1$ a $8,0 \pm 2,8$ nel gruppo KD e sale da 0 a 2 nel gruppo CG (Figura 9). L'analisi mediante Two-way ANOVA ha mostrato un effetto significativo per il fattore tempo ($p=0,04$) e una tendenza alla significatività per il fattore intervento ($p=0,07$) nella sottoscala dello stress. Di fatto i due partecipanti hanno risposto in modo opposto ai due interventi. Non sono invece emerse differenze nelle altre due sottoscale del questionario.

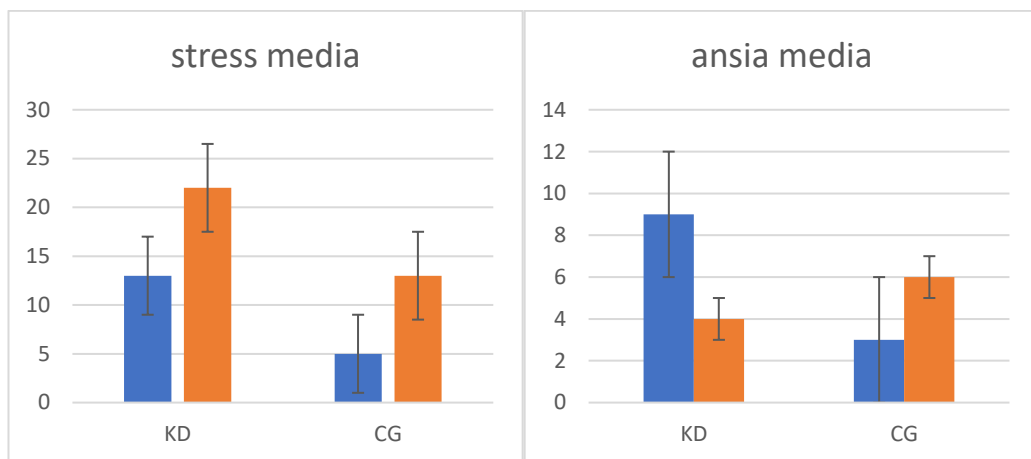


Figura 7

Figura 8

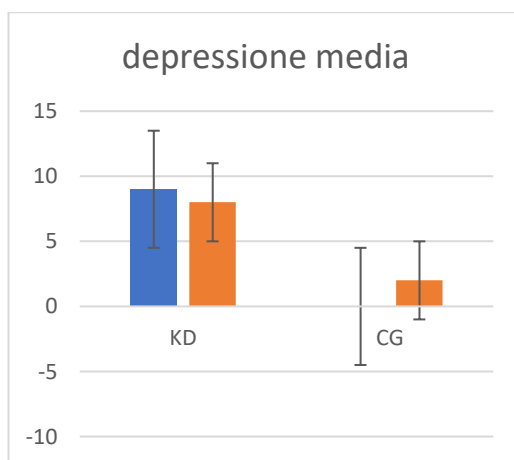


Figura 9

In modo analogo sono stati interpretati i risultati ottenuti dalla compilazione del POMS (Profile Of Mood Of States): è stato chiesto al soggetto dare un voto da 0 ("per nulla") a 4 ("moltissimo") a 58 quesiti riguardanti sensazioni e emozioni. Tramite un foglio di calcolo apposito è stato possibile interpretare i valori forniti dai soggetti in alterazioni pre-post intervento di 6 fattori: di tensione-ansia, depressione-avvilimento, aggressività-rabbia, vigore-attività, stanchezza-indebolimento, confusione-sconcerto.

I risultati ottenuti mostrano un aumento medio del fattore tensione-ansia da $5,0 \pm 1,4$ a $13,5 \pm 2,1$ nel gruppo KD e da $3,5 \pm 0,7$ a $19,0$ nel gruppo CG (Figura 10).

Il fattore depressione-avvilimento mostra un aumento medio da $5,5 \pm 6,4$ a $12,0 \pm 5,7$ nel gruppo KD e da $5,0$ a $20,0 \pm 5,7$ nel gruppo CG (Figura 11).

Il fattore aggressività-rabbia evidenzia anch'esso un aumento medio da $4,5 \pm 2,1$ a $16,5 \pm 0,7$ nel gruppo KD e da $4,5 \pm 3,5$ a $24,0 \pm 12,7$ nel gruppo CG (Figura 12).

Contrariamente il fattore vigore-attività mostra un decremento medio da $15,0 \pm 11,3$ a $11,0 \pm 2,8$ nel gruppo KD e da $23,5 \pm 9,2$ a $9,5 \pm 3,5$ nel gruppo CG (Figura 13).

Il fattore stanchezza-indebolimento registra un aumento medio da $4,5 \pm 2,1$ a $10,0$ nel gruppo KD e da $3,5 \pm 3,5$ a $14,0 \pm 2,8$ nel gruppo CG (Figura 14).

Il fattore confusione-sconcerto mostra un aumento medio da $6,0 \pm 4,2$ a $10,0 \pm 2,8$ nel gruppo KD e da $6,0 \pm 1,4$ a $13,0 \pm 1,4$ nel gruppo CG (Figura 15).

Nonostante la bassa numerosità campionaria, il test Two-way ANOVA (tempo x intervento) per misure ripetute ha evidenziato un'interazione statisticamente significativa tra i due fattori ($p < 0,001$), con un effetto significativo per il fattore tempo ($p = 0,02$) nella sottoscala tensione-ansia. L'analisi post-hoc di Bonferroni ha infatti mostrato un aumento significativo della tensione in entrambi i gruppi (p

<0,001).

Il fattore tempo è inoltre risultato tendente alla significatività nelle sottoscale Aggressività-Rabbia ($p=0,09$) e Vigore ($p=0,07$), da cui emerge in entrambi i gruppi rispettivamente un aumento dell'ansia e una riduzione del vigore.

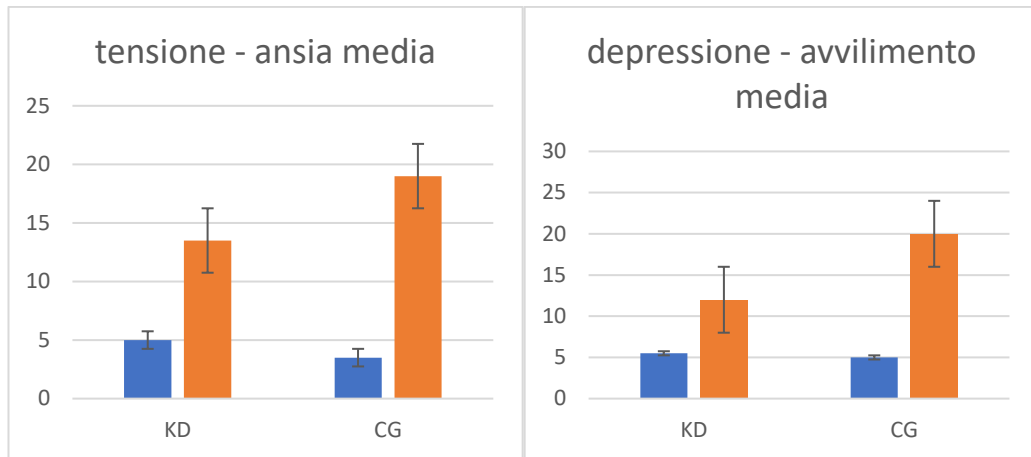


Figura 10

Figura 11

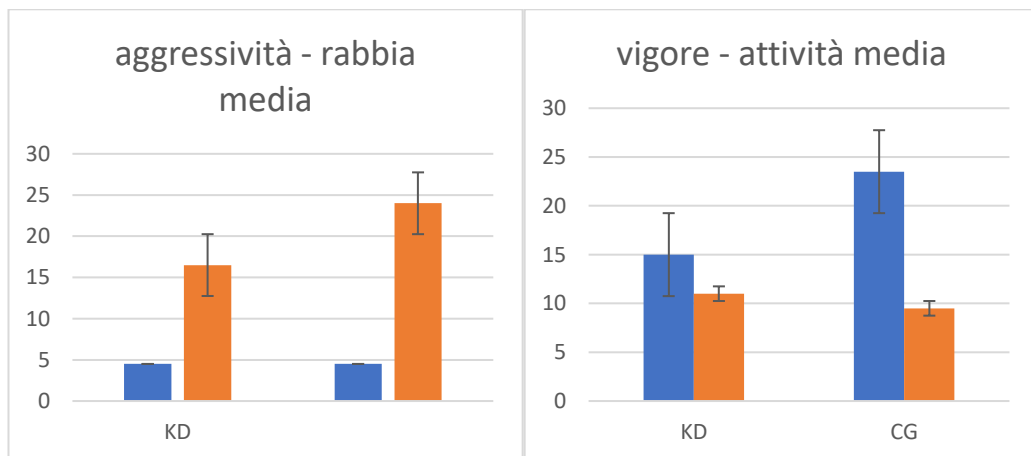


Figura 12

Figura 13

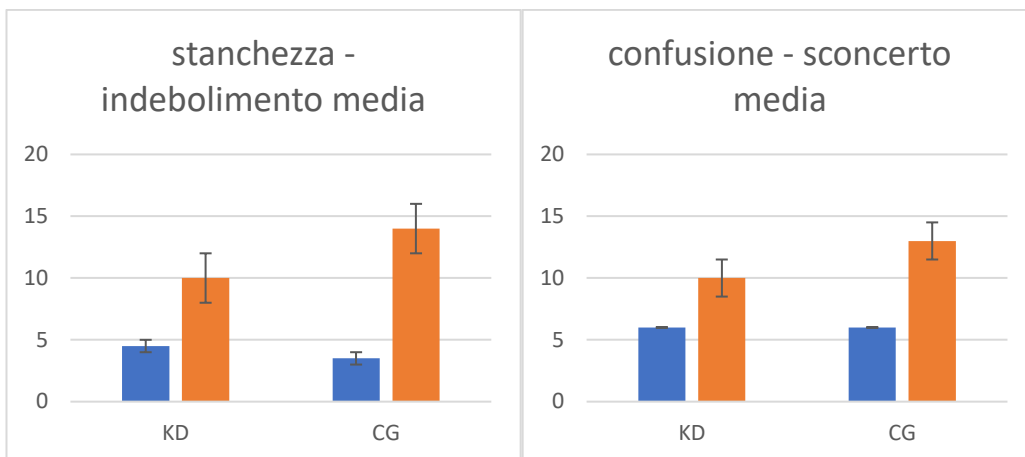


Figura 14

Figura 15

3.3) Squat test

Con il carico pari al 40% del peso corporeo del soggetto non sono state registrate alterazioni significative nella media del picco di potenza, rispettivamente da $1004,7 \pm 641,1$ W a $1031,0 \pm 730,2$ W nel gruppo KD e da $934,1 \pm 647,6$ W a $973,4 \pm 626,0$ W nel gruppo CG (Figura 16). Anche la media della potenza media espressa nelle singole ripetizioni mostra la stessa tendenza, da $526,3 \pm 374,2$ W a $544,3 \pm 408,4$ W nel gruppo KD e da $487,7 \pm 365,2$ W a $502,9 \pm 353,3$ W nel gruppo CG (Figura 17).

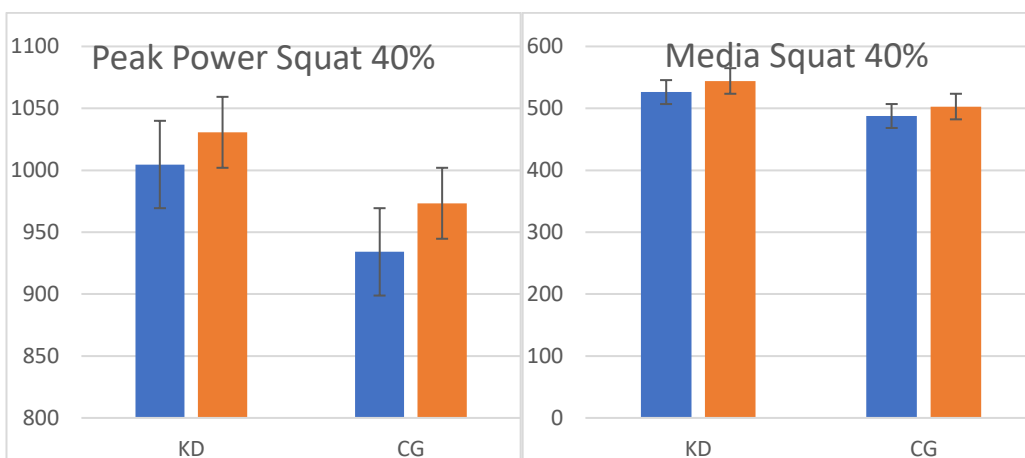


Figura 16

Figura 17

Anche con il carico pari al 50% del peso corporeo del soggetto non sembrano esserci alterazioni significative nella media del picco di potenza, rispettivamente da $1223,0 \pm 796,8$ W a $1202,0 \pm 755,1$ W nel gruppo KD e da $1076,0 \pm 752,3$ W a $1147,0 \pm 803,7$ W nel gruppo CG (Figura 18). La media della potenza media espressa nelle singole ripetizioni ha tendenza simile sia nel gruppo KD, da $632,5 \pm 454,3$ W a $626,0 \pm 442,2$ W, che nel gruppo CG, da $580,7 \pm 437,3$ W a $605,9 \pm 468,3$ W (Figura 19).

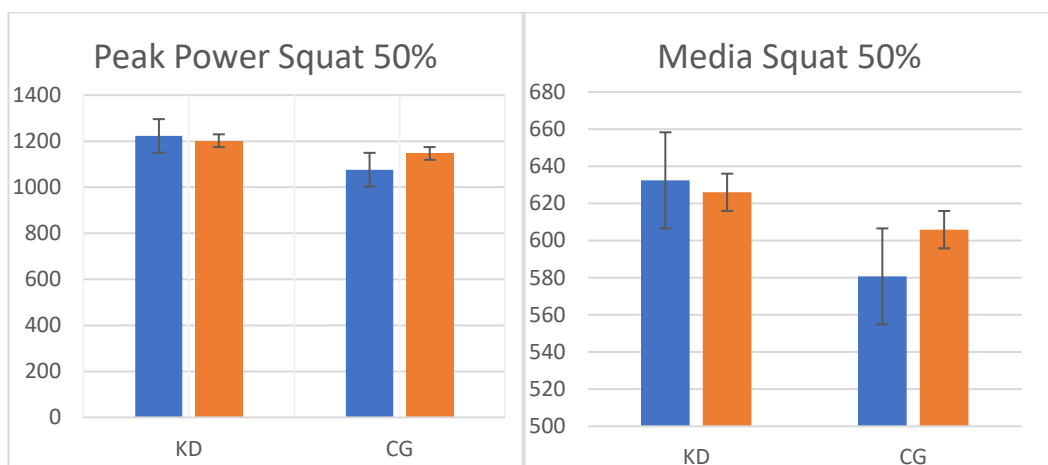


Figura 18

Figura 19

Con il carico pari al 60% del peso corporeo del soggetto si registrano miglioramenti nella media del picco di potenza, da $1325,0 \pm 875,6$ W a $1400,0 \pm 778,9$ W nel gruppo KD e da $1297,0 \pm 872,9$ W a $1317,0 \pm 807,4$ W nel gruppo CG (Figura 20). La media della potenza media espressa durante le ripetizioni tende ad aumentare da $678,1 \pm 466,6$ W a $702,8 \pm 438,8$ W nel gruppo KD e da $661,8 \pm 474,9$ W a $670,7 \pm 455,2$ W nel gruppo CG, ma in maniera non significativa a causa della grande differenza dei risultati tra i due soggetti (Figura 21).

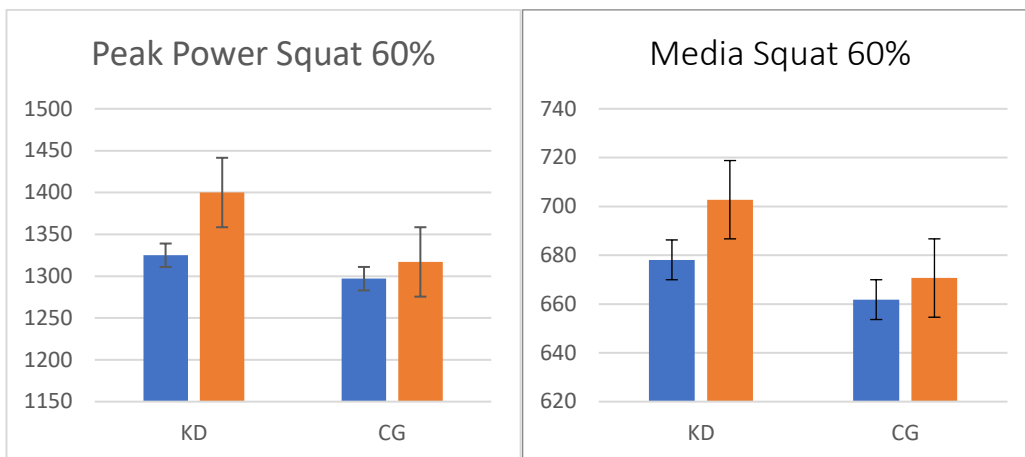


Figura 20

Figura 21

3.4) Bench press test

I due soggetti analizzati hanno mostrato andamenti opposti durante i due interventi, Di conseguenza la loro interpretazione è complessa.

Con il carico pari al 40% del peso corporeo del soggetto sono stati registrati peggioramenti nella media del picco di potenza nel gruppo KD, da $746,8 \pm 248,5$ a $721,5 \pm 209,1$ W, ma miglioramenti nel gruppo CG, da $713,9 \pm 250,4$ W a $719,4 \pm 224,4$ W (Figura 22). Anche la media della potenza media delle ripetizioni segue un andamento simile, da $403,2 \pm 143,8$ W a $399,0 \pm 137,0$ W nel gruppo KD e da $374,8 \pm 173,8$ a $378,1 \pm 120,2$ (Figura 23).

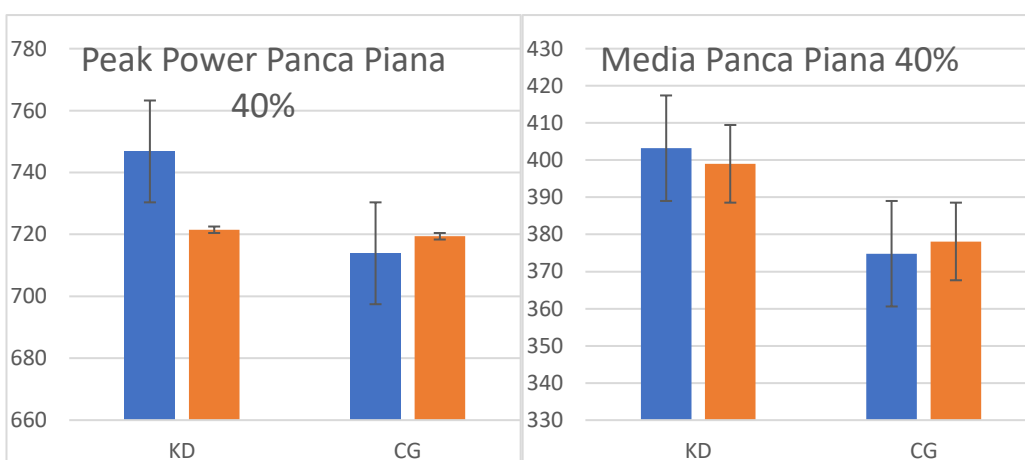


Figura 22

Figura 23

Con il carico pari al 50% del peso corporeo del soggetto non sono state registrate alterazioni significative nella media dei picchi di potenza espressa in entrambi i gruppi, rispettivamente da $747,3 \pm 245,0$ W a $741,5 \pm 202,4$ W nel gruppo KD e da $749,7 \pm 270,8$ W a $744,2 \pm 249,0$ W nel gruppo CG (Figura 24). La media della potenza media espressa tende invece a migliorare nel gruppo KD, da $385,0 \pm 137,0$ W a $396,4 \pm 121,1$ W, e peggiorare nel gruppo CG, da $407,4 \pm 173,7$ W a $403,1 \pm 157,7$ W (Figura 25).

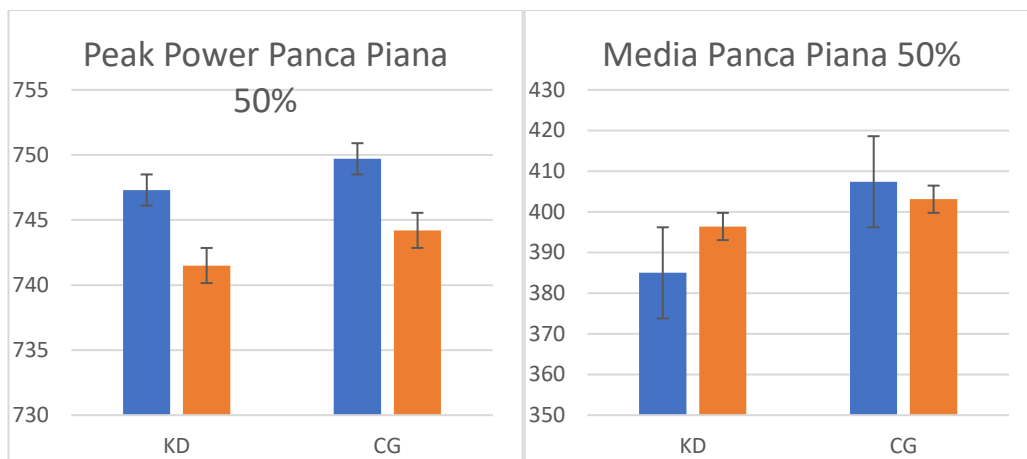


Figura 24

Figura 25

Con il carico pari al 60% del peso corporeo del soggetto si registrano miglioramenti nella media dei picchi di potenza espressi nel gruppo KD, da $703,1 \pm 255,3$ W a $722,6 \pm 253,8$ W, e peggioramenti nel gruppo CG, da $742,4 \pm 266,0$ W a $722,9 \pm 233,2$ W (Figura 26). La media della potenza media espressa ha tendenze positive in entrambi i gruppi, da $368,2 \pm 167,5$ W a $387,8 \pm 134,0$ W nel gruppo KD e da $373,0 \pm 151,6$ W a $374,5 \pm 124,8$ W nel gruppo CG (Figura 27).

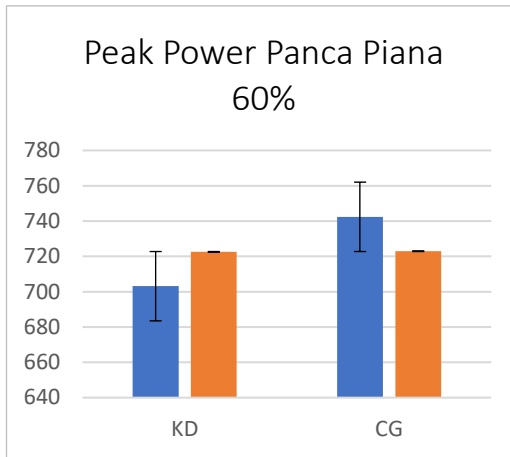


Figura 26

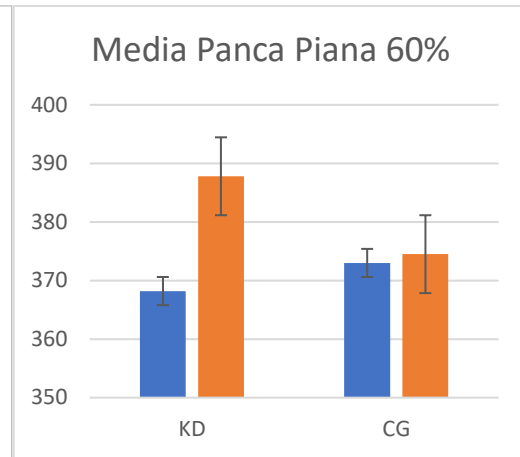


Figura 27

DISCUSSIONE

A causa della scarsa quantità campionaria l'analisi statistica è imprecisa e poco realistica: tuttavia è possibile notare alcuni trend che rendono lo studio promettente per approfondimenti futuri.

Vi sono difatti aumenti significativi nello stato di tensione-ansia e aggressività-rabbia, accompagnati da una diminuzione dei livelli di vigore in entrambi i protocolli, riconducibili allo stress apportato dalla mancanza di carboidrati, al deficit calorico e/o alla disidratazione (Hall C. 2001, Brandt Ricardo 2018, Paoli A. 2015). È stato ad esempio dimostrato che atleti di MMA sottoposti a RWL riportavano un maggiore disturbo dell'umore e un maggior senso di confusione a 30 giorni dalla competizione rispetto agli atleti che non intendevano utilizzare strategie di aumento di peso rapide. L'umore è per natura transiente, e può essere alterato da numerosi fattori ambientali, tra cui l'alimentazione. L'attenzione durante una competizione e lo stato emotivo dell'atleta possono essere cruciali nella buona riuscita di un incontro, per questo motivo, è importante monitorarli (Brandt Ricardo 2018).

Come mostrato dai dati ottenuti tramite bioimpedenziometria la dieta chetogenica ha efficacia nel miglioramento della composizione corporea, in quanto vi è stata una diminuzione di media di FM nettamente superiore a quella di FFM: nonostante ciò non è possibile affermare che sia efficace nel controllo peso (vero parametro di interesse), in quanto non sempre ha indotto variazioni nel peso corporeo dei soggetti. È necessario comunque sottolineare che, poichè il muscolo è ricco di acqua e quindi conduce meglio la corrente elettrica, variazioni dello stato di idratazione possono influenzare la stima di massa magra mediante BIA (Matias 2020).

Nello squat test la media del picco di potenza espresso tende a migliorare in entrambi i gruppi di intervento, probabilmente grazie al miglioramento del rapporto peso-potenza a seguito di una perdita di peso moderata e/o miglioramento della composizione corporea (oltre al carico sul bilanciere è necessario includere anche del peso effettivo del proprio corpo).

Il miglioramento delle espressioni di potenza degli arti inferiori può essere interpretato in maniera positiva, ossia come un miglioramento o mantenimento della capacità di espressione di potenza dei colpi.

Nel bench press test i dati risultati mostrano una tendenza al miglioramento di picco di potenza e potenza media per entrambi gli interventi con carico pari al 60% del peso corporeo; unica eccezione nel picco di potenza del Control Group. Con carichi minori l'intervento chetogenico mostra tendenze negative nel picco di potenza (con carico pari al 40% e 50% del peso corporeo) e nella potenza media (carico pari al 40% peso corporeo); tendenze positive sono registrate invece nell'espressione di potenza media con il carico pari al 40% del peso corporeo. Il gruppo di controllo invece registra miglioramenti sia su picco di potenza che potenza media con carico pari al 40% e tendenze negative con carico pari al 50%. I dati sono quindi molto confusi, non vi sono correlazioni dirette: un miglioramento di picco di potenza e potenza media con carichi alti può indicare una migliore gestione delle situazioni in cui sono richiesti livelli di forza maggiori (judo, lotta, grappling, MMA); peggioramenti dei due parametri con carichi minori potrebbe però indicare che vi sia minore capacità di esprimere velocità elevate con gli arti superiori, andando così a ledere la capacità di espressione di potenza dei colpi degli arti superiori. Fortunatamente però, come affermato in precedenza, il 75% della potenza espressa dai colpi dipende dalla quantità di forza esprimibile degli arti inferiori (Loturco I. 2016), rendendo secondario questo deficit registrato.

Sicuramente sono determinanti le differenze soggettive nel tempo di ingresso in chetosi: infatti gli studi che dimostrano come grazie alla dieta chetogenica si presentino miglioramenti nella composizione corporea e mantenimento dei livelli di performance (Paoli 2012, Paoli 2015, Paoli 2021) parlano di interventi di durata nettamente superiore, almeno 30 giorni, mentre nel presente studio il tempo massimo consentito è stato di 7 giorni (in accordo con la definizione di RWL).

LIMITI DELLO STUDIO

Il limite più grande di questo studio è stata la bassissima numerosità campionaria, la quale ha reso difficile una vera e propria analisi statistica. L'incertezza riscontrata nelle analisi è in gran parte dovuta a questo.

Il peso corporeo dei soggetti è stato preso dopo l'orario di pranzo, quindi l'analisi di bioimpedenza può aver subito alterazioni dovute a ingestione di cibo e liquidi, allenamento o routine lavorativa. Per limitare il più possibile questi effetti è stato chiesto ai soggetti di mantenere una routine oraria e di attività fisica nei due giorni di controllo.

Il protocollo chetogenico utilizzato prevede un deficit calorico molto contenuto: ciò ha permesso di non eccedere il limite imposto per la perdita di peso, ovvero il 5% del peso corporeo di ogni soggetto; in situazioni reali simili in cui vi è la necessità di perdere peso il deficit calorico sarà tendenzialmente più alto.

Non è stata misurata la chetonemia a fine intervento: i soggetti hanno manifestato i sintomi dell'ingresso in chetosi ma non vi sono dati certi di un completo ingresso in stato di chetosi.

Sono state valutate solo le prestazioni di potenza, non le capacità cardiovascolari e lattacide (fondamentali nelle prestazioni di tutti gli sport da combattimento): secondo quanto riportato dai soggetti sono infatti state queste ultime a essere state penalizzate maggiormente; ciò è però in linea con l'analisi delle sensazioni e dell'umore fornite da POMS e DASS-21.

CONCLUSIONE

La rapida perdita di peso negli sport da combattimento è un argomento di elevato interesse, perché non solo influisce sulla performance dell'atleta ma anche sulla salute. Individuare delle strategie che permettano di garantire entrambi questi aspetti è fondamentale.

I dati raccolti dal presente studio non sono sufficienti a esprimere un parere favorevole o contrario all'utilizzo della dieta chetogenica durante RWL: i due partecipanti hanno infatti presentato risposte molto diverse tra loro, e ulteriori studi saranno necessari a confermare la validità di un protocollo di dieta chetogenica in quest'ottica.

Di fatto, abbiamo testato la fattibilità di questo protocollo dietetico, e raccolto osservazioni importanti per poter implementare gli studi futuri

BIBLIOGRAFIA

- 1) Antonio Paoli, A., Mancin, L., Caprio, M., Monti, E., Narici, M. V., Cenci, L., Piccini, F., Pincella, M., Grigoletto, D., & Marcolin, G. (2021). Effects of 30 days of ketogenic diet on body composition, muscle strength, muscle area, metabolism, and performance in semi-professional soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 62.
- 2) Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H., Jr (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(3), 436–442.
- 3) Artioli, G. G., Scagliusi, F., Kashiwagura, D., Franchini, E., Gualano, B., & Junior, A. L. (2010). Development, validity and reliability of a questionnaire designed to evaluate rapid weight loss patterns in judo players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), e177–e187.
- 4) Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2018). Weight Loss Strategies in Combat Sports and Concerning Habits in Mixed Martial Arts. *International journal of sports physiology and performance*, 13(7), 933–939.
- 5) Barley, O. R., Chapman, D. W., Blazevich, A. J., & Abbiss, C. R. (2018). Acute Dehydration Impairs Endurance Without Modulating Neuromuscular Function. *Frontiers in physiology*, 9, 1562.
- 6) Brandt, Ricardo¹; Bevilacqua, Guilherme G.²; Coimbra, Danilo R.²; Pombo, Luiz C.¹; Miarka, Bianca³; Lane, Andrew M.⁴. Body Weight and Mood State Modifications in Mixed Martial Arts: An Exploratory Pilot. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32(9):p 2548-2554, September 2018.
- 7) Brechney, G. C., Chia, E., & Moreland, A. T. (2021). Weight-Cutting Implications for Competition Outcomes in Mixed Martial Arts Cage Fighting. *Journal of strength and conditioning research*, 35(12), 3420–3424.

- 8) Burke, Louise M. PhD, BSc (nut) G Dip Diet, FACSM1; Slater, Gary J. PhD, BSc, G Dip Nutr Diet MSc2; Matthews, Joseph J. MSc, BSc (Hons)3,4; Langan-Evans, Carl BA (Hons), MRes, PhD, FHEA, IIST, ASCC5; Horswill, Craig A. PhD6. ACSM Expert Consensus Statement on Weight Loss in Weight-Category Sports. *Current Sports Medicine Reports* 20(4):p 199-217, April 2021.
- 9) Clarys, P.; Ramon, K.; Hagman, F.; Deriemaker, P.; Zinzen, E. Influence of weight reduction on physical performance capacity in judoka. *JCSMA* 2010, 2, 71–76
- 10) Drid, P., Figlioli, F., Lakicevic, N., Gentile, A., Stajer, V., Raskovic, B., Vojvodic, N., Roklicer, R., Trivic, T., Tabakov, S., Eliseev, S., & Bianco, A. (2021). Patterns of rapid weight loss in elite sambo athletes. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 13(1), 39.
- 11) Dugan, E. L., Doyle, T. L., Humphries, B., Hasson, C. J., & Newton, R. U. (2004). Determining the optimal load for jump squats: a review of methods and calculations. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 668–674.
- 12) Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International journal of sports medicine*, 22(6), 454–459.
- 13) Franchini, E., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 52.
<https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-52>
- 14) From the Centers for Disease Control and Prevention. Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers--North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. (1998). *JAMA*, 279(11), 824–825
- 15) From the Centers for Disease Control and Prevention. Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers--North Carolina, Wisconsin, and

- Michigan, November-December 1997. (1998). *JAMA*, 279(11), 824–825.
- 16) Gann, Joshua J. MS; Tinsley, Grant M. MS; La Bounty, Paul M. PhD. Weight Cycling: Prevalence, Strategies, and Effects on Combat Athletes. *Strength and Conditioning Journal* 37(5):p 105-111, October 2015.
- 17) Hall, C. & Lane, A. (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. *British Journal of Sports Medicine*, 35 (6), 390-395.
- 18) Khodaei, M., Olewinski, L., Shadgan, B., & Kinningham, R. R. (2015). Rapid Weight Loss in Sports with Weight Classes. *Current sports medicine reports*, 14(6), 435–441.
- 19) Lakicevic, N., Mani, D., Paoli, A., Roklicer, R., Bianco, A., & Drid, P. (2021). Weight cycling in combat sports: revisiting 25 years of scientific evidence. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 13(1), 154.
- 20) Lakicevic, N., Paoli, A., Roklicer, R., Trivic, T., Korovljevic, D., Ostojic, S. M., Proia, P., Bianco, A., & Drid, P. (2021). Effects of Rapid Weight Loss on Kidney Function in Combat Sport Athletes. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 57(6), 551.
- 21) Lakicevic, N., Roklicer, R., Bianco, A., Mani, D., Paoli, A., Trivic, T., Ostojic, S. M., Milovancevic, A., Maksimovic, N., & Drid, P. (2020). Effects of Rapid Weight Loss on Judo Athletes: A Systematic Review. *Nutrients*, 12(5), 1220.
- 22) Langan-Evans, Carl BSc; Close, Graeme L PhD; Morton, James P PhD. Making Weight in Combat Sports. *Strength and Conditioning Journal* 33(6):p 25-39, December 2011. | DOI: 10.1519/SSC.0b013e318231bb64
- 23) Lauralee Sherwood “Fondamenti di fisiologia umana”, 4° edizione, PICCIN, 2012
- 24) Lindeman, R. D., Romero, L. J., Liang, H. C., Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., & Garry, P. J. (2000). Do elderly persons need to be

- encouraged to drink more fluids?. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 55(7), M361–M365.
- 25) Loturco, I., Nakamura, F. Y., Artioli, G. G., Kobal, R., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., Cruz, I. F., Romano, F., Pereira, L. A., & Franchini, E. (2016). Strength and Power Qualities Are Highly Associated With Punching Impact in Elite Amateur Boxers. *Journal of strength and conditioning research*, 30(1), 109–116.
- 26) Matias, C. N., Campa, F., Santos, D. A., Lukaski, H., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2021). Fat-free Mass Bioelectrical Impedance Analysis Predictive Equation for Athletes using a 4-Compartment Model. *International journal of sports medicine*, 42(1), 27–32.
- 27) Mendes SH, Tritto AC, Guilherme JPL, Solis MY, Vieira DE, Franchini E, Lancha AH Jr, and Artioli GG. Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: Does adaptation to chronic weight cycling play a role? *Br J Sports Med* 47: 1155–1160, 2013
- 28) Morales, J., Ubasart, C., Solana-Tramunt, M., Villarrasa-Sapiña, I., González, L. M., Fukuda, D., & Franchini, E. (2018). Effects of Rapid Weight Loss on Balance and Reaction Time in Elite Judo Athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 1–7. Advance online publication.
- 29) Paoli, A., Bianco, A., & Grimaldi, K. A. (2015). The Ketogenic Diet and Sport: A Possible Marriage?. *Exercise and sport sciences reviews*, 43(3), 153–162.
- 30) Paoli, A., Cenci, L., Pompei, P., Sahin, N., Bianco, A., Neri, M., Caprio, M., & Moro, T. (2021). Effects of Two Months of Very Low Carbohydrate Ketogenic Diet on Body Composition, Muscle Strength, Muscle Area, and Blood Parameters in Competitive Natural Body Builders. *Nutrients*, 13(2), 374.
- 31) Paoli, A., Grimaldi, K., D'Agostino, D., Cenci, L., Moro, T., Bianco, A., & Palma, A. (2012). Ketogenic diet does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 34.

- 32)Phinney, S. D., Bistran, B. R., Evans, W. J., Gervino, E., & Blackburn, G. L. (1983). The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism: clinical and experimental*, 32(8), 769–776.
- 33) Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, hydration, and health. *Nutrition reviews*, 68(8), 439–458.
- 34)Ritz, P., & Berrut, G. (2005). The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutrition reviews*, 63(6 Pt 2), S6–S13.
- 35)Robson, K. M., Kiely, D. K., & Lembo, T. (2000). Development of constipation in nursing home residents. *Diseases of the colon and rectum*, 43(7), 940–943.
- 36)Sherman, W. M., Plyley, M. J., Sharp, R. L., Van Handel, P. J., McAllister, R. M., Fink, W. J., & Costill, D. L. (1982). Muscle glycogen storage and its relationship with water. *International journal of sports medicine*, 3(1), 22–24. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1026056>
- 37)Shirreffs, S. M., Merson, S. J., Fraser, S. M., & Archer, D. T. (2004). The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *The British journal of nutrition*, 91(6), 951–958.
- 38)Shirreffs, SM.; Maughan, RJ. Control of blood volume: Long term and short term regulation. In: Arnaud, MJ., editor. Hydration Throughout Life. Montrouge: John Libbey Eurotext; 1998. p. 31-39.
- 39)White, A. M., Johnston, C. S., Swan, P. D., Tjonn, S. L., & Sears, B. (2007). Blood ketones are directly related to fatigue and perceived effort during exercise in overweight adults adhering to low-carbohydrate diets for weight loss: a pilot study. *Journal of the American Dietetic Association*, 107(10), 1792–1796.
- 40)Zajac, A., Poprzecki, S., Maszczyk, A., Czuba, M., Michalczyk, M., & Zydek, G. (2014). The effects of a ketogenic diet on exercise metabolism and physical performance in off-road cyclists. *Nutrients*, 6(7), 2493–2508.

