

Effect of water and sport beverage intake on biochemical and physiological variables in trained wrestlers

Effetto dell'assunzione di acqua e bibite per lo sport sulle variabili biochimiche e fisiologiche in lottatori allenati

A. RASHIDLAMIR¹, M. GOODARZI², B. MIRZAEI³, S. ZANDI⁴

¹Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

³Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Guilan University, Rasht, Iran

⁴Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

SUMMARY

Aim. The aim of the present research was to investigate the effect of water and sport beverages on biochemical and physiological variables in trained wrestlers.

Methods. Twenty-one young trained freestyle wrestlers (mean age: 22.29±0.9 yr, weight: 75.45±12.9 kg and BMI 21.23±2.60) volunteered to participate in this research and were randomly divided into three groups: Group 1 (1 g D-glucose per 1 kg of body weight), Group 2 (water) and Group 3 (non-beverage). The subjects were required to perform a wrestling-technique based circuit exercise (WTBCE). The blood samples were gathered in three phases: before, immediately and 30 minutes after the exercise in order to measure plasma volume, Interleukin 6, testosterone and cortisol.

Results. The results showed that testosterone/cortisol (T/C) ratio was higher in Group 1 when compared with Group 2. It was also higher in Group 2 when compared with Group 3 ($P<0.05$). Plasma volume and Interleukin 6 (IL-6) were significantly lower and higher respectively in Group 3 when compared with Group 1 and 2 ($P<0.05$). Also, pressure perception was significantly higher in Group 3 when compared with Group 1 and 2 ($P<0.05$).

Conclusion. It can be concluded that if beverages are not consumed in wrestling intervals, it may cause not only negative physiological and biochemical effects, but also mental pressure on wrestlers so their sport performance may be negatively affected.

KEY WORDS: Beverages - Testosterone - Hydrocortisone - Interleukin 6.

RIASSUNTO

Obiettivo. Obiettivo della presente ricerca è stato quello di esaminare l'effetto dell'assunzione di bibite per lo sport e acqua sulle variabili biochimiche e fisiologiche in lottatori allenati.

Metodi. Ventuno giovani lottatori di lotta libera allenati (età media: 22,29±0,9 anni; peso corporeo: 75,45±12,9 kg e IMC 21,23±2,60) si sono offerti volontari per prendere parte a questa ricerca e sono stati assegnati in maniera casuale a tre gruppi: Gruppo 1 (1 g di D-glucosio per 1 kg di peso corporeo), Gruppo 2 (acqua) e Gruppo 3 (nessuna bibita). Ai soggetti è stato chiesto di effettuare un esercizio a circuito basato sulla tecnica di lotta. I campioni ematici sono stati raccolti in tre fasi: prima, immediatamente dopo e 30 minuti dopo l'esercizio fisico al fine di misurare il volume di plasma, l'interleuchina 6, il testosterone e il cortisolo.

Risultati. I risultati hanno mostrato che il rapporto testosterone/cortisolo (T/C) era più elevato nel Gruppo 1 rispetto al Gruppo 2. Tale rapporto era inoltre superiore nel Gruppo 2 rispetto al Gruppo 3 ($P<0,05$). Il volume di plasma e l'interleuchina 6 (IL-6) erano rispettivamente e significativamente inferiori e superiori nel Gruppo 3 rispetto al Gruppo 1 e al Gruppo 2 ($P<0,05$). Inoltre, la percezione della pressione era significativamente più elevata nel Gruppo 3 rispetto ai Gruppi 1 e 2 ($P<0,05$).

Conclusioni. Si può concludere che se non vengono assunte bibite negli intervalli del wrestling, ciò può non solo causare effetti fisiologici e biochimici negativi, ma può anche influire sulla pressione mentale dei lottatori, compromettendone di conseguenza la performance sportiva.

PAROLE CHIAVE: Bevande - Testosterone - Idrocortisone - Interleuchina 6.

In recent decades, the importance of beverage intake during sport competitions which last one hour or more has been proved in different researches on beverage intake before, during or after these competitions.¹⁻⁴ As perspiration is natural during sport competitions, it has been shown that for each kilogram of weight loss due to perspiration, one liter of body fluids will be lost, that is, the plasma volume in such athletes decreases twice as much as their weight loss.^{1, 5, 6}

It has been shown that if body fluid decrease is not quickly replaced in intensive exercises, athletes' body will dehydrate and plasma volume will decrease.

Dehydration, even if it is slight (2% of body weight), can negatively affect the athletes' muscular and physiological performance in these ways: an increase in heart rate and body internal temperature and a decrease in heart output.^{1, 2, 5, 6}

However, if dehydration decrease reaches about 3% of body weight, it can have more devastating effects such as damage to lymphocyte DNAs and an increase in free radicals. All the above points can affect athletes' efficiency by some proved mechanisms.⁷

There is not much evidence for the effect of beverage intake on sport performance in sports which last under one hour. There are no researches on sport fields which last under 30 minutes and especially those short time fields such as wrestling and judo. One reason can be lack of attention to this issue is the World Wrestling Federation.

The intake of water or sport beverages containing carbohydrates can maintain plasma volume.^{1, 2, 9, 10} Carbohydrate can be considered not only as a substrate to produce energy and to maintain performance, but also as a mediator to facilitate the absorption of consumed beverages and electrolytes and to improve performance.^{1, 10-15}

As researches on beverage intake during sport competitions focus on endurance activities as well as activities with various intensities and the competitions which last 30 minutes and more and as wrestling is very popular with the Iranian youth, it seemed essential to conduct a research on the effect of beverage intake during wrestling competitions as the beverage intake is forbidden during these competitions and as a result, it is probable that negative physiological effects develop.

Negli ultimi decenni, l'importanza dell'assunzione di bibite durante le competizioni sportive di durata pari o superiore a un'ora è stata dimostrata da diverse ricerche condotte sull'assunzione di bibite prima, durante o dopo tali competizioni¹⁻⁴. Poiché la sudorazione è un fenomeno naturale che si verifica nel corso delle competizioni sportive, è stato dimostrato che per ogni chilogrammo di peso perduto a causa della sudorazione, sarà perduto un litro di liquidi corporei, cioè il volume di plasma in tali atleti diminuirà il doppio rispetto alla loro perdita di peso^{1, 5, 6}.

È stato dimostrato che se i liquidi corporei diminuiti non vengono rapidamente reintegrati durante gli esercizi fisici intensi, il corpo degli atleti si disidraterà e il volume di plasma diminuirà. La disidratazione, anche se modesta (2% del peso corporeo), può influenzare in maniera negativa la performance muscolare e fisiologica degli atleti nei seguenti modi: un aumento della frequenza cardiaca e della temperatura corporea interna e una diminuzione della gittata cardiaca^{1, 2, 5, 6}. Tuttavia, se la disidratazione raggiunge circa il 3% del peso corporeo, essa può avere effetti devastanti come il danneggiamento del DNA linfocitario e un aumento dei radicali liberi. Tutti i punti sopramenzionati possono influenzare l'efficienza degli atleti attraverso alcuni meccanismi dimostrati⁷.

Non vi sono molte evidenze per quanto concerne l'effetto dell'assunzione di bibite sulla performance sportiva nelle discipline sportive che durano meno di un'ora. Non sono state condotte ricerche sulle discipline sportive che durano meno di 30 minuti, in particolare nelle discipline brevi come il wrestling e il judo. Una ragione può essere la mancanza di attenzione verso questo problema da parte della World Wrestling Federation.

L'assunzione di acqua o bibite per lo sport a base di carboidrati può mantenere il volume di plasma^{1, 2, 9, 10}. I carboidrati possono essere considerati non solo un substrato per produrre energia e mantenere la performance, ma anche un mediatore per agevolare l'assorbimento delle bibite e degli elettroliti assunti e per migliorare la performance^{1, 10-15}.

Le ricerche sull'assunzione di bibite durante le competizioni sportive si sono concentrate sulle attività di endurance, sulle attività sportive condotte a varie intensità e sulle competizioni che durano 30 minuti o più; pertanto, poiché il wrestling è molto popolare nella gioventù iraniana, abbiamo reputato che fosse importante condurre una ricerca sull'effetto dell'assunzione di bibite durante le competizioni di wrestling, in quanto l'assunzione di bibite è proibita durante tali competizioni e, come risultato, è probabile che si sviluppino effetti fisiologici negativi.

Materials and methods

Subjects

Twenty-one young freestyle wrestlers (age 22.29 ± 0.9 yr, weight 75.45 ± 12.9 kg and BMI 21.23 ± 2.60) were voluntarily selected from well-trained national level wrestlers of Khorasan province who constantly experienced at least five years of training and gained three provincial or national medals. Then, they were randomly divided into three groups (N.=7): Group 1: beverage containing carbohydrate (1 g D-glucose per 1 kg of body weight), Group 2: water and Group 3: control (non-beverage).

General procedures

The subjects of all groups were required to perform a wrestling-technique based circuit exercise (WTBCE).^{16, 17} This protocol consisted of eight wrestling technique stations with a five-meter distance between each two stations. Each subject had to promptly perform a technique at one station, run to the next station and perform the next technique until the first two minutes finished. There was a 30-second rest and then the performance continued in three times (like a wrestling competition). In every rest between times, Group 1 received 1 g. D-glucose/100 cc water per 1 kg of body weight, Group 2 received 100 cc of water and Group 3 received no beverages. The mentioned protocol produced lactic acid and heart rate in a similar way to wrestling.^{16, 17} As the researcher could not accurately measure the pressure on the subjects during the wrestling, a substitute method was used to control the exercise pressure by the time and the number of techniques performed.

Detection methods

The blood samples were gathered before, immediately and 30 minutes after the performance. The samples were used to measure plasma volume,^{18, 19} interleukin 6, testosterone and cortisol (ELISA and RIA method). Maximal heart rate was measured by Polar heart rate monitor, pressure perception by Borg scale and body temperature by thermometer at the end of each time. SPSS was used to analyze the data, Kolmogorov-Smirnov test to investigate data homogeneity, paired sample t test to compare pretest and posttest in each group and one-way ANOVA to compare the variables between groups.

Materiali e metodi

Soggetti

Ventuno giovani lottatori di lotta libera (età $22,29 \pm 0,9$ anni, peso corporeo $75,45 \pm 12,9$ kg e IMC $21,23 \pm 2,60$) sono stati selezionati in maniera volontaria da lottatori di livello nazionale ben allenati della provincia di Khorasan, i quali si erano allenati costantemente per almeno cinque anni e avevano vinto tre medaglie in competizioni provinciali o nazionali. Successivamente, i lottatori sono stati assegnati in maniera casuale a tre gruppi (N.=7): Gruppo 1: bibita a base di carboidrati (1 g di D-glucosio per 1 kg di peso corporeo), Gruppo 2: acqua, Gruppo 3: controllo (nessuna bibita).

Procedure generali

Ai soggetti di tutti i gruppi è stato chiesto di effettuare un esercizio a circuito basato sulla tecnica di wrestling.^{16, 17} Tale protocollo prevedeva otto stazioni nelle quali veniva effettuata una tecnica di wrestling, con una distanza di cinque metri tra una stazione e l'altra. Ogni soggetto doveva prontamente effettuare una tecnica in una stazione, correre alla stazione successiva ed effettuare la tecnica successiva fino al termine dei primi due minuti. Vi è stato un riposo di 30 secondi e successivamente la performance è proseguita in tre tempi (come in un incontro di wrestling). In ogni riposo tra i tempi, il Gruppo 1 ha ricevuto 1 g di D-glucosio/100 cc acqua per 1 kg di peso corporeo, il Gruppo 2 ha ricevuto 100 cc di acqua e il Gruppo 3 non ha ricevuto nessuna bibita. Il protocollo menzionato ha generato una produzione di acido lattico e una frequenza cardiaca simili a quelle delle competizioni di wrestling.^{16, 17} Poiché il ricercatore non poteva misurare accuratamente la pressione sui soggetti durante il wrestling, è stato utilizzato un metodo sostitutivo per controllare la pressione dell'esercizio fisico per il tempo e il numero di tecniche effettuate.

Metodi di rilevazione

I campioni di sangue sono stati raccolti prima, immediatamente dopo e 30 minuti dopo la performance. I campioni sono stati utilizzati per misurare il volume di plasma^{18, 19}, l'interleuchina 6, il testosterone e il cortisolo (metodi ELISA E RIA). La frequenza cardiaca massima è stata misurata mediante il cardiofrequenzimetro Polar, la percezione della pressione mediante la scala di Borg e la

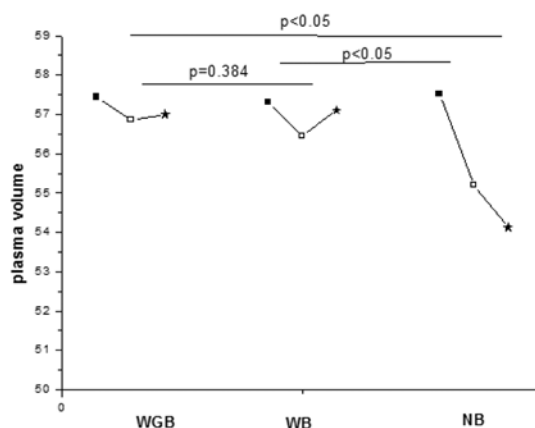


Figure 3.—Plasma volume changes. Pre-, immediately post- and 30 minutes after exercise in WGB, WB and NB groups.

Figura 3. — Variazioni nel volume di plasma. Prima, immediatamente dopo e 30 minuti dopo l'esercizio fisico nei gruppi con WGB (bibita a base di acqua e glucosio), WB (bibita di acqua) e NB (nessuna bibita).

Group 1 and 2 (who received beverages in their rest interval) when compared with Group 3 (received no beverages) ($P<0.05$) (Figure 1).

There was a significant increase in Interleukin 6 (IL-6) in Group 3 when compared with Group 1 and 2 and in Group 2 when compared with Group 1 ($P<0.05$) (Figure 2).

There was a slight (insignificant) decrease in plasma volume in Group 1 and 2 but a significant decrease was observed (4%) in Group 3 ($P<0.05$) (Figure 3).

Discussion

As the results showed, T/C was lower in Group 3 (who received no beverages in their rest interval) than the other two groups.

Endocrine system is suggested as an important factor when responding to training pressure and the balance between catabolism and anabolism depends on T/C.²⁰ A significant relationship was observed between testosterone and competitive performance and testosterone can predict real changes in the performance during a competition.²¹

Also, the strength of skeletal muscle affects the performance and plays a vital role in different sport fields; especially in strength fields such as wrestling. It has been shown that T/C plays an important role in sport performance.^{22, 23} Previous studies showed that if the subjects dehydrate, noradrenalin and cortisol increase and as a result

ce rispetto al rapporto medio prima e immediatamente dopo la performance, mentre non vi è stata nessuna variazione significativa nel T/C medio nel Gruppo 3 trenta minuti dopo la performance rispetto al rapporto medio immediatamente prima e prima dell'allenamento (Tabella I).

Vi è stato un aumento significativo nel T/C immediatamente dopo e 30 minuti dopo l'allenamento nel Gruppo 1 rispetto al Gruppo 2 e nei Gruppi 1 e 2 (che hanno ricevuto bibite nel loro intervallo di riposo) rispetto al Gruppo 3 (che non ha ricevuto bibite) ($P<0,05$) (Figura 1).

Vi è stato un aumento significativo nell'interleuchina 6 (IL-6) nel Gruppo 3 rispetto ai Gruppi 1 e 2 e nel Gruppo 2 rispetto al Gruppo 1 ($P<0,05$) (Figura 2).

Vi è stata una leggera (non significativa) riduzione del volume di plasma nei Gruppi 1 e 2, mentre è stata osservata una riduzione significativa (4%) nel Gruppo 3 ($P<0,05$) (Figura 3).

Discussione

Come mostrato dai risultati, il T/C era inferiore nel Gruppo 3 (che non ha ricevuto bibite nell'intervallo di riposo) rispetto agli altri due gruppi.

È stato suggerito che il sistema endocrino sia un importante fattore nella risposta alla pressione durante l'allenamento e che l'equilibrio tra catabolismo e anabolismo dipenda dal T/C.²⁰ Una relazione significativa è stata osservata tra testosterone e performance competitiva; il testosterone può predire le variazioni reali nella performance durante una competizione.²¹

Inoltre, la forza del muscolo scheletrico influisce sulla performance e riveste un ruolo essenziale in diverse attività sportive, soprattutto, negli sport di forza come il wrestling. È stato dimostrato che il T/C riveste un ruolo importante nella performance sportiva.^{22, 23} Precedenti studi hanno dimostrato che se i soggetti sono disidratati, la noradrenalina e il cortisolo aumentano e come risultato gli atleti saranno sotto stress.^{24, 25} Inoltre, con l'aumento del cortisolo, il T/C diminuisce e ciò può comportare una riduzione della performance dei lottatori.^{22, 23}

La forza muscolare può essere influenzata dall'asse ipotalamo-ipofisi-gonadi, oltre che dall'ormone somatotropo - IGF1, un aumento nel testosterone stimola la secrezione di IGF1 e come risultato un maggiore IGF1 conduce a maggiori livelli di performance nel corso di una competizione.^{22, 23} Si può concludere che se i lottatori non ricevono bibite quando eseguono un protocollo a breve termine, come in una competi-

the athletes will be under stress.^{24, 25} Also, as cortisol increases, T/C decreases which can result in a decrease in wrestlers' performance.^{22, 23}

Muscle strength can be affected by hypothalamus – hypophysis – gonad in addition to growth hormone – IGF1, an increase in testosterone stimulates IGF1 secretion and as a result an increased IGF1 leads to higher levels of performance during a competition.^{22, 23} It can be concluded that if wrestlers do not receive beverages when performing a short-term protocol, such as wrestling competition, their performance can be negatively affected as were seen in group 3. This was considered by their incorrect performance of wrestling techniques. Also, an increase in T/C in Group 1 when compared with Group 2 shows that carbohydrate ingestion together with beverages may result in a better hormonal ratio and as a result better performance of wrestlers. In addition, many researches have indicated the positive effect of carbohydrates in long-term exercises.²⁶⁻²⁹ However, Yaspelkis *et al.*³⁰ showed that carbohydrate supplementation together with sport beverages during cycling intensity exercises can result in a decreased muscle glycogen breakdown and improved performance. Therefore, it can be expected that Group 1 will show a better performance especially in the last time of performance and in group 3 (with no beverage), decrease in T/C ratio probably can lead to decrease of performance because of decrease in muscle glycogen stores.

Interleukin-6 is an inflammatory cytokine and an increased IL-6 is an indicator of increased inflammation, stress pressure on body^{31, 32} and decreased muscle glycogen reserves.³¹ Robson *et al.*³³ (2010) showed that carbohydrate ingestion during prolonged exercise can result in a decreased plasma IL-6 when compared with non-CHO group.

In Group 1 (carbohydrate plus water), IL-6 was considerably lower than the other two groups which shows that beverage and carbohydrate intake can be considered as a substrate for metabolism during exercise¹⁰ as well as a factor to prevent inflammation and discharge of muscle glycogen. This will be very important if the wrestlers intend to maintain their performance during competitions. Then it can be expected that subjects of group 1 who received CHO and water during exercise, experience less discharge of muscle glycogen and thus better performance as IL-6 was lower than other groups, while subjects of group 3 (no beverages) showed more increase of IL-6, that is prob-

*zione di wrestling, la loro performance può essere influenzata in maniera negativa come è stato osservato nel Gruppo 3. Ciò è stato dedotto dalla loro performance sbagliata delle tecniche di wrestling. Inoltre, un aumento del T/C nel Gruppo 1 rispetto al Gruppo 2 mostra che l'assunzione di carboidrati in associazione alle bibite può generare un miglior rapporto ormonale e di conseguenza una migliore performance nei lottatori. Inoltre, numerosi ricercatori hanno indicato l'effetto positivo dei carboidrati negli esercizi fisici a lungo termine²⁶⁻²⁹. Yaspelkis *et al.*,³⁰ invece, hanno dimostrato che l'integrazione di carboidrati unitamente alle bibite per lo sport durante esercizi ciclistici intensi può favorire una minore scissione del glicogeno muscolare e una migliore performance. Pertanto, si può prevedere che il Gruppo 1 mostrerà una performance migliore soprattutto nell'ultimo tempo della competizione, mentre nel Gruppo 3 (nessuna bibita), la riduzione del rapporto T/C probabilmente condurrà a una riduzione della performance a causa di una riduzione delle scorte di glicogeno muscolare.*

*L'interleuchina 6 è una citochina infiammatoria e un aumento di IL-6 è un indicatore di una maggiore infiammazione, pressione da stress sul corpo^{31, 32} e minori riserve di glicogeno muscolare³¹. Robson *et al.*³³ (2010) hanno mostrato come l'assunzione di carboidrati durante l'esercizio fisico prolungato possa tradursi in un ridotto livello di IL-6 nel plasma rispetto al gruppo che non ha assunto carboidrati (non-CHO).*

Nel Gruppo 1 (carboidrati più acqua), il livello di IL-6 era notevolmente inferiore rispetto agli altri due gruppi e ciò mostra che l'assunzione di bibite e carboidrati può essere considerata un substrato per il metabolismo durante l'esercizio fisico¹⁰, oltre che un fattore per prevenire l'infiammazione e il rilascio di glicogeno muscolare. Ciò è molto importante se i lottatori intendono mantenere la loro performance durante le competizioni. Quindi, si può prevedere che i soggetti del Gruppo 1 che hanno ricevuto carboidrati (CHO) e acqua durante l'esercizio fisico sperimenteranno un minore rilascio di glicogeno muscolare e quindi una migliore performance poiché il livello di IL-6 era inferiore rispetto agli altri gruppi, mentre i soggetti del Gruppo 3 (nessuna bibita) hanno mostrato un aumento maggiore nel livello di IL-6 e ciò è probabilmente dovuto a una riduzione delle riserve di glicogeno muscolare e può condurre a una scarsa performance, soprattutto negli ultimi tempi degli esercizi fisici intensi come è stato osservato nel Gruppo 3.

Un altro riscontro ha mostrato che il volume di

ably because of decrease in muscle glycogen stores and may lead to poor performance especially in last times of intensive exercises as were seen in group 3.

Another finding showed that plasma volume slightly decreased in Group 1 and 2; this decrease was not significant but in Group 3, a significant decrease (4%) was observed in plasma volume ($P < 0.05$). As decreased plasma volume can negatively affect sport performance by proved mechanisms.^{1, 2, 5, 6, 34} It has been well known that hypovolemia induced by dehydration leads to excessive heat storage and hyperthermia has been suggested to limit competitive performance.³⁴ It is expected that Group 3 will face a decreased performance during the competition.

In other words, fluid intake especially beverages containing carbohydrate can improve wrestlers' performance through maintenance of muscle fuel especially glycogen¹⁰ blood volume and viscosity^{1, 2, 5, 6} during exercise, then probably it is expected that, wrestlers of group 2 and 1 that ingest beverage during exercise may have better homeostasis in blood volume and performance while wrestlers of group 3 because of hypovolemia may suffer and have poor competitive performance.

Conclusions

It can be concluded that if beverages are not received during the rest intervals, the wrestlers may face negative physiological and biochemical effects as well as mental pressure which in turn may negatively affect their sport performance. Also, as researches have shown that if athletes receive sufficient fluids, they will replace some amount of their lost fluids and as each wrestler participates in several competitions with short intervals in one day, it is probable that they replace their body fluids if they are allowed.

It is suggested that wrestlers are allowed to drink beverages in their rest intervals; 1 g. D-glucose per 1 kg of body weight / 100 cc water is suggested for better performance as well.

plasma è diminuito leggermente nei Gruppi 1 e 2; tale diminuzione non era significativa ma nel Gruppo 3 è stata osservata una diminuzione significativa (4%) nel volume di plasma ($P < 0,05$). Un ridotto volume di plasma può influenzare in maniera negativa la performance sportiva mediante meccanismi dimostrati^{1, 2, 5, 6, 34} ed è noto che l'ipovolemia indotta dalla disidratazione conduce a un eccessivo immagazzinamento di calore, mentre è stato suggerito che l'ipertermia limiti la performance competitiva³⁴. Si prevede che il Gruppo 3 avrà una performance ridotta durante la competizione.

In altre parole, l'assunzione di liquidi, soprattutto bibite a base di carboidrati, può migliorare la performance dei lottatori attraverso il mantenimento del carburante muscolare, in particolare il glicogeno¹⁰, il volume ematico e la viscosità^{1, 2, 5, 6} durante l'esercizio fisico; quindi, è probabile che i lottatori dei Gruppi 2 e 1 che assumono bibite durante l'esercizio fisico avranno una migliore omeostasi nel volume ematico e una migliore performance mentre i lottatori del Gruppo 3 a causa dell'ipovolemia potrebbero soffrire e avere una scarsa performance competitiva.

Conclusioni

Si può concludere che la mancata assunzione di bibite durante gli intervalli di riposo può generare effetti fisiologici e biochimici negativi nei lottatori, oltre che una pressione mentale che a sua volta può influenzare in maniera negativa la loro performance sportiva. Inoltre, i ricercatori hanno mostrato che, se gli atleti ricevono liquidi a sufficienza, essi sostituiranno una certa quantità dei loro liquidi perduti; inoltre, poiché ogni lottatore partecipa a numerose competizioni con brevi intervalli nel corso di una giornata, è probabile che egli/ella reintegrerà i propri liquidi corporei se gli verrà consentito di farlo.

Si suggerisce pertanto di permettere ai lottatori di bere bibite durante i loro intervalli di riposo. Anche 1 g di D-glucosio per 1 kg di peso corporeo / 100 cc acqua è suggerito per ottenere una migliore performance.

References/Bibliografia

1) Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Markofski. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 2004;20:651-6.
2) Casa DJ. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *J Athl Train* 2000;35:212-24.

3) MacLaren D. *Nutrition and sport*. London: Churchill Livingstone; 2007. p. 137-51.
4) Powers SK, Lawler J, Dodd S, Tulley R, Landry G, Wheeler K. Fluid replacement drinks during high intensity exercise: effects on minimizing exercise induced disturbances in homeostasis. *Eur J Appl Physiol* 1990;60:54-60.
5) Rashidlamir A, Goudarzi M, Ravasi A. a comparison between two weight loss method in 20 to 25-years-old, well-

trained wrestlers. *Sport Bioscience* (Harakat) 2009;2:5-17.
6) Rashidlamir A, Goudarzi M, Ravasi A. The comparison of acute and gradual weight loss methods in well-trained wrestlers. *WJSS* 2009;2:236-40.
7) Paik Y, Jeong MH, Jin HE, Kim YI, Suh AR, Cho SY et al. Fluid replacement following dehydration reduces oxidative stress during recovery. *Biochem Biophys Res Commun* 2009;383:103-7.

- 8) Sawka MN, Montain SJ, Latzka WA. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol* 2001;128:679-90.
- 9) Rochette LM, Patterson SM. Hydration status and cardiovascular function: effects of hydration enhancement on cardiovascular function at rest and during psychological stress. *Int J Psychophysiol* 2005;56:81-91.
- 10) Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 2004;20:669-77.
- 11) Costill DL, Fink WJ, Lower RW. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Med Sci Sports* 1979;11:6.
- 12) Fielding RA, Costill DL, Fink WJ, King DS, Hargreaves M, Kovaleski JE. Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:472-6.
- 13) Neuffer PD, Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, Mitchell JB, Houmard J. Improvements in exercise performance: effects of carbohydrate feedings and diet. *J Appl Physiol* 1987;62:983-8.
- 14) Jentjens RL, Venables MC, Jeukendrup AE. Oxidation of exogenous glucose, sucrose and maltose during prolonged cycling exercise. *J Appl Physiol* 2004;96:1285-91.
- 15) Timmons BW, Bar-Or O, Riddell MC. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. *J Appl Physiol* 2003;94:278-84.
- 16) Rashidlamir A, Ghanbari-niaki A, Rahbarizade F. The Effect of 6 weeks wrestling and wrestling based circuit training on plasma Ghrelin and some Glucoregulatory hormones in well trained wrestlers. *Sports Bioscience (Harakat)* 2009;1:75-89.
- 17) Rashidlamir A, Ghanbari-niaki A, Saadatnia A. Effect of eight weeks wrestling and wrestling-technique based circuit training on lymphocyte ABCA1 Gene Expression and Plasma Apolipoprotein A-I. *WJSS* 2011;4:144-50.
- 18) Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974;2:247-8.
- 19) DeChantemele EB, Gauquelin-Koch G, Duvarville M, Pellet N, Gharib C, Custaud MA. Blood volume measurement: The comparison of pulse dye densitometry and Dill and Costill's methods. *Life Sciences* 2006;78:1564-9.
- 20) Ching-Lin WU, Hung WE, Shin-Yuan WA. Hormonal responses in heavy training and recovery periods in an elite male weightlifter. *Sci Med* 2008;7:560-80.
- 21) Neave NI, Wolfson SA. Testosterone territoriality and the home advantage. *Physiol Behav* 2002;78:269-75.
- 22) Grandys J, Majerczak K, Duda J, Zapart BK, Stzefko JA. The effect of endurance training on muscle strength in young healthy men in relation to hormonal status. *J Physiol Pharmacol* 2008;59:89-103.
- 23) James NR, John PF. Physiological Determinants of Wrestling Success in High School Athletes. *Pediatr Exerc Sci* 2003;5:134-44.
- 24) Brandenberger G, Candas V, Follenius M, Libert JP, Kahn JM. Vascular fluid shifts and endocrine responses to exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol* 1986;55:123-9.
- 25) Melin B, Cure M, Pequignot JM, Bittel J. Body temperature and plasma prolactin and norepinephrine relationship during exercise in a warm environment: effect of dehydration. *Eur J Appl Physiol* 1988;58:146-51.
- 26) Jentjens RL, Jeukendrup AE. Effects of pre-exercise ingestion of trehalose, galactose and glucose on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol* 2003;88:459-65.
- 27) Coggan AR, Swanson SC. Nutritional manipulations before and during endurance exercise: effects on performance. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:ss331.
- 28.) Lugo M, Sherman WM, Wimer GS, Garleb K. Metabolic responses when different forms of carbohydrate energy are consumed during cycling. *Int J Sport Nutr* 1993;3:398-407.
- 29) Clark VR, Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-km cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1642-7.
- 30) Yaspelkis BB, Patterson JG, Anderla PA, Ding Z, Ivy JL. Carbohydrate supplementation spares muscle glycogen during variable-intensity exercise. *J Appl Physiol* 1993;75:1477-85.
- 31) Rashidlamir A, Delphan M, Ebrahimi-Atri A, Delphan F, Saadatnia A, Izadpanah N. A comparison of the effects of two weight loss protocols on plasma concentration of IL-6 in female sedentary college students. *Iranian J Health Physical Act* 2010;1:40-5.
- 32.) Olson TP, Dengel DR, Leon AS, Schmitz KH. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *Int J Obes* 2007;31:996-1003.
- 33) Robson-Ansley P, Walshe I, Ward D. The effect of carbohydrate ingestion on plasma interleukin-6, hepcidin and iron concentrations following prolonged exercise. *Cytokine* 2011;53:196-200.
- 34) Kawabata T, Suzuki T, Miyagawa T. Effect of blood volume on plasma volume shift during exercise. *J Therm Biol* 2004;29:775-8.

Received on ?? ??, 2013 - accepted for publication on ?? ??, 2013.

Corresponding author: A. Rashidlamir, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, 15th Av., Kargar Shomali, Mashhad, Iran. E-mail: amir.rashidlamir@gmail.com