

# L'idratazione nell'atleta - Review

## *The hydration in athlete - Review*

P. BRANCACCIO<sup>1</sup>, I. PAOLILLO<sup>2</sup>, A. D'APONTE<sup>1</sup>, M.I. BARBARISI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Seconda Università di Napoli, Servizio di Medicina dello Sport

<sup>2</sup>Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Scienze Farmaceutiche

### **RIASSUNTO**

L'acqua è quantitativamente il componente predominante dell'organismo umano. Il mantenimento di un buono stato di idratazione è fondamentale per la salute al punto che bilanci idrici anche solo moderatamente negativi, possono risultare gravi per l'organismo umano. Una maggiore conoscenza delle corrette modalità reidratanti potrebbe quindi garantire una diminuzione degli eventi patologici legati sia allo stato di disidratazione che di iperidratazione spesso conseguenti a stress strenui. Nella fase precedente l'esercizio fisico lo stato di idratazione basale ha una notevole ricaduta sul raggiungimento della performance, mentre nella fase post esercizio l'obiettivo fondamentale resta quello di reidratare l'organismo per riportarlo in condizioni di equilibrio: per raggiungere tali obiettivi la tonicità delle bevande utilizzate è di fondamentale importanza consentendo, a seconda dei casi, un migliore ripristino dell'acqua o degli elettroliti.

### **ABSTRACT**

*Water is the most important element in the body and a good hydration status is basic for health, therefore, a little unfavourable water balance, can be dangerous for human organism. A careful knowledge of the right way of rehydration could reduce the accidents due to dehydration and hyperhydration after exercise. A good hydration status before exercise, is really important for the performance, whereas after exercise is necessary a supplement of water to restore the athlete: therefore we require a careful use of beverages hypo, hyper or isotonic, to have a better replace of water or mineral during exercise.*

### **PAROLE CHIAVE**

Acqua, Reidratazione, Esercizio Fisico.

### **KEY WORDS**

*Water, Rehydration, Exercise.*

## INTRODUZIONE

L'acqua è quantitativamente il componente predominante dell'organismo umano, rappresentando circa il 60% del peso di un individuo adulto. Tale percentuale è maggiore nell'infanzia (77% del peso corporeo), e diminuisce progressivamente con l'età e con l'aumentare dei depositi adiposi.

L'acqua è un nutriente essenziale, perché la quantità prodotta con il metabolismo (~250 ml), non è sufficiente a coprire il fabbisogno giornaliero: per tale motivo viene introdotta con gli alimenti (~750 ml) e con le bevande (~1500 ml). L'importanza di tale nutriente è legata al suo intervento in una serie di reazioni organiche: grazie al carattere dipolare della sua molecola è infatti il solvente principale delle funzioni metaboliche, regola il volume cellulare e la temperatura corporea, permette il trasporto di nutrienti e la rimozione delle scorie metaboliche.

### L'acqua corporea

L'acqua presente complessivamente all'interno dell'organismo viene definita "acqua corporea totale" (ACT), ed è distribuita per il 67% all'interno delle cellule (liquido intracellulare) rispecchiando la massa cellulare metabolicamente attiva. Il rimanente 33% costituisce il liquido extracellulare che comprende il liquido interstiziale (23%), il plasma (7%), la linfa (2%) ed il liquido transcellulare (1%). Il rapporto LEC/LIC è massimo nel neonato e si riduce progressivamente con l'età, contestualmente ad una riduzione dell'ACT che si manifesta fisiologicamente con l'invecchiamento.

Nei sistemi biologici l'osmolarità viene definita "tonicità" e poiché l'acqua è liberamente permeabile attraverso le membrane biologiche, la pressione osmotica fra l'interno e l'esterno di queste membrane deve essere uguale per mantenere in equilibrio gli ambienti intra ed extra cellulari. Un fluido "ipertonico" infatti richiamerebbe acqua dalle cellule determinandone il raggrinzimento, mentre uno "ipotonico" ne farebbe aumentare il volume: nell'organismo umano la pressione osmotica dei fluidi intracellulari è uguale a quella dei fluidi extracellulari (plasma, liquido interstiziale), mentre ciò che cambia è la loro composizione. Nei fluidi intracellulari infatti c'è un'alta concentrazione di potassio e magnesio, mentre in quelli extracellulari prevalgono il sodio e il calcio. Le proteine invece, con un alto più peso molecolare ma minore concentrazione, contribuiscono diversamente alla regolazione della pressione osmotica, che dipende strettamente dal numero di particelle disciolte e non dalla loro mas-

sa. Il contributo delle proteine è infatti legato alla loro elevata impermeabilità attraverso le membrane e quindi al fatto di poter esercitare una pressione osmotica effettiva anche attraverso membrane permeabili a piccole molecole.

### Il bilancio idrico

Oltre all'acqua introdotta con gli alimenti e con le bevande, contribuisce al bilancio idrico l'acqua metabolica (~350 ml/die), ossia quella prodotta dalla respirazione cellulare, considerando che l'ossidazione di tutti i substrati metabolici produce acqua.

Le perdite fisiologiche sono dovute invece alla respirazione, alla perspirazione cutanea (~1250 ml/die), alla produzione di urina (~800-1500 ml/die) e di feci (~100-150 ml/die). In condizioni fisiologiche basali, alla temperatura ambientale di 18-20°C, le perdite di acqua sono inferiori ad 1 ml/min, ma in particolari condizioni fisio-patologiche (elevata sudorazione, vomito, diarrea), possono notevolmente aumentare. Il mantenimento di un buono stato di idratazione è fondamentale per la salute (1). Bilanci idrici anche solo moderatamente negativi, possono risultare gravi per l'organismo umano: basta infatti una diminuzione del 2% del peso corporeo per alterare la termoregolazione ed influire negativamente sul volume plasmatico. Una diminuzione del 5% determina crampi, del 7% può provocare allucinazioni e perdita di coscienza, mentre perdite vicine al 20% risultano incompatibili con la vita.

È stata inoltre documentata anche una stretta correlazione fra lo stato di idratazione dell'organismo e numerose condizioni patologiche, come ipertensione, malattie cardiovascolari, infezioni, glaucoma e numerose altre (2). Analogamente anche l'aumento del contenuto idrico dell'organismo può risultare dannoso, determinando intossicazione da acqua che si manifesta con sintomi neurologici dovuti allo stato di iponatremia indotto (3).

### Il fabbisogno in diverse condizioni fisiologiche

Il fabbisogno di acqua presenta una grande variabilità interindividuale e dipende da fattori come il clima, la dieta, l'attività fisica e l'età. In condizioni fisiologiche il turnover giornaliero di acqua corrisponde in un adulto a circa il 10% del peso corporeo. L'apporto giornaliero di 1 ml/Kcal di energia spesa è quindi indispensabile per bilanciare le perdite che si verificano con la perspiratio insensibilis e per consentire al rene il suo corretto funzionamento. Du-

rante l'attività fisica però, in considerazione della sudorazione e dell'aumento del carico di soluti ai reni, è raccomandato un introito di almeno 1,5 ml/Kcal (circa 3 litri/die).

## **L'IDRATAZIONE DURANTE L'ATTIVITÀ FISICA**

In quest'ottica un'attenzione particolare va rivolta al corretto mantenimento del bilancio idro-elettrolitico, considerato che un moderato esercizio fisico produce solitamente una perdita di sudore quantificabile in 0,5-1,5 litri/ora e fra i fattori che intervengono nel determinarla giocano un ruolo fondamentale le condizioni di idratazione e nutrizione iniziali, la temperatura esterna e il tipo di esercizio fisico. In ambiente un caldo infatti, una disidratazione maggiore del 2% determina una diminuzione della performance ed aumenta il rischio di colpo di calore (4). Una particolare attenzione alle strategie messe in atto per garantire il migliore equilibrio dei fluidi, si è infatti rilevata un ottimo strumento per migliorare la performance (5), oltre a ridurre il rischio di eventi cardio-vascolari post esercizio (6).

La documentazione di un corretto assetto idrico nell'atleta è quindi fondamentale nell'atleta e può essere effettuata con un semplice esame delle urine, il cui colore resta un valido parametro per la sua determinazione (7), mentre meno sicura risulta la determinazione mediante valutazione della massa corporea (8). Una maggiore conoscenza delle corrette modalità reidratanti potrebbe infatti garantire una diminuzione degli eventi patologici legati sia allo stato di disidratazione che di iperidratazione spesso conseguenti a stress strenui, e dovuti non solo a variazioni emoreologiche (9), ma anche alla perdita di lucidità e alla diminuzione delle capacità cognitive che si instaura in queste situazioni (10).

Già nel 1996 l'American College of Sport Medicine aveva ufficialmente comunicato la sua posizione in merito all'assunzione di fluidi addizionati con elettroliti e carboidrati prima, durante e dopo esercizio (11), e tale orientamento è stato poi recentemente confermato, raccomandando il mantenimento di un'ottimale idratazione sia per migliorare il rendimento prestativo che per garantire una buona risposta organica allo stress (12,13).

Nonostante gli effetti benefici della reidratazione sembrino essere legati anche alle condizioni climatiche (14), è comunque oramai fuori di dubbio che tale pratica vada comunque sempre attentamente curata nell'atleta (15). Per quanto riguarda la quantità di liquidi da reintegrare, è consigliata un'assunzione fra i 600 e gli 800 ml/ora (16), ponendo sempre

particolare attenzione ai rischi connessi all'iponatremia che può instaurarsi a seguito di iperidratazione durante competizioni di lunga durata come la maratona (17). A tal fine, non essendo sufficiente la sete come unico parametro da utilizzare per garantire un corretto stato di idratazione durante gli allenamenti (18) sembra di particolare rilevanza anche una sorta di vero e proprio "allenamento al bere", che adattando progressivamente l'organismo all'introduzione di maggiori quantità di liquidi, migliorerebbe la tolleranza dello stesso all'acqua (19).

Per quanto attiene alla tipologia delle bevande da utilizzare, sembrerebbe che l'aggiunta di NaCl, riducendo la filtrazione urinaria determinerebbe un migliore effetto reidratante rispetto alle bevande ipotoniche (20) e per questo motivo altre fonti testimonierebbero un vantaggio nell'uso delle varie bevande presenti in commercio rispetto alla semplice acqua, dato il loro contenuto oltre che in sali anche in carboidrati che garantiscono un effetto ergogenico. In effetti, l'aggiunta di carboidrati alla concentrazione del 3-5 % potrebbe essere utile per poter aumentare il livello delle prestazioni, ma tale aggiunta non deve raggiungere concentrazioni iperosmotiche onde produrre poi una riduzione dell'assorbimento dell'acqua stessa (21).

È stato inoltre osservato che la presenza nell'intestino di soluzioni ipotoniche di glucosio in associazione con il sodio migliora l'assorbimento di acqua in virtù del sistema di trasporto glucosio-sodio (22) e, sulla base di questa evidenza, viene espressamente consigliata l'assunzione di bevande alle quali è stata aggiunto zucchero e sodio per poter reintegrare le perdite idroelettriche in attività di lunga durata (23). La tonicità del fluido somministrato è un parametro che non comporterebbe differenze nello stato di idratazione, in quanto non sono state rilevate variazioni di questo in seguito a somministrazione di fluidi con tonicità differente, né sono state evidenziate differenze nella tolleranza all'esercizio in funzione della tonicità della soluzione (24); sembra influire invece sullo stato di idratazione l'assunzione di cibo prima di svolgere l'esercizio in quanto l'assorbimento, distribuzione e ritenzione di acqua sono regolati positivamente dall'ingestione di nutrienti nelle due ore precedenti l'esercizio (25). Ma la sudorazione induce anche la perdita di abbondanti quantità di minerali, quali il calcio e il magnesio che può essere reintegrata, oltre che mediante l'utilizzo di bevande specifiche, anche mediante acque minerali ricche di questi micronutrienti e il contributo all'apporto dietetico di questi può avvenire specialmente nei soggetti che non conducono una dieta regolare (26). Sono molti gli studi che indagano l'incidenza dello stato di

idratazione basale dell'individuo sul raggiungimento della performance (27) e l'iperidratazione cronica può essere oramai considerata uno degli strumenti per prevenire o minimizzare la perdita di elettroliti che si verifica con il lavoro di endurance (28). Il tipo di bevanda meglio indicata sembrerebbe essere quella ipertonica: il glicerolo, ampiamente usato in patologia, può sicuramente trovare ampia applicazione in fisiologia (29) con un dosaggio che è stato standardizzato ad 1 gr/Kg di peso corporeo in 1,5 L di acqua da assumere fra i 60 e i 120 minuti prima dell'esercizio (30). Tale assunzione, migliorando la ritenzione dei fluidi, ridurrebbe lo stress cardiovascolare (31). L'uso di bevande ipotoniche in elevate quantità sembrerebbe invece facilitare lo stato di iponatremia per cui sembrerebbe utile maggiore cautela anche nel raccomandare le quantità di liquidi da assumere (32).

L'integrazione durante l'esercizio fisico è di fondamentale importanza per le gare di lunga durata, indipendentemente dalla qualità della prestazione. L'introduzione di fluidi durante esercizio risulta essere strettamente correlata ai livelli plasmatici di elettroliti durante la gara (33) e va quindi attentamente modulata considerando anche le condizioni climatiche in cui viene effettuato lo sforzo. In realtà l'adattamento all'esercizio, ottenuto progressivamente con l'allenamento, agirebbe anche sulla risposta neuroendocrina alla disidratazione che si manifesta con una diminuzione della secrezione di vasopressina, l'ormone antidiuretico, ma non altera la percezione della sete e quindi l'assunzione di acqua (34). Il tipo di bevanda assunta durante lo sforzo non sembrerebbe invece essere determinante ai fini della risposta sul calo volemico, per cui sembrerebbero ugualmente indicate sia le bevande ipo che quelle iso e ipertoniche (35). Evidenze scientifiche dimostrano inoltre che l'ambiente caldo umido influisce negativamente sulla soglia lattacida, anche se non è stata dimostrata una certa correlazione fra il livello di disidratazione e il raggiungimento precoce della soglia (36).

L'integrazione dopo esercizio fisico è di fondamentale importanza non solo per consentire una adeguata termoregolazione ma anche per garantire un'adeguata riattivazione vagale dopo sforzo.

Anche in presenza di una adeguata assunzione di liquidi prima e durante la gara, è sempre necessaria una corretta reidratazione dopo lo sforzo ed consigliabile attuarla con una bevanda contenente molto sodio e risorse di carboidrati; è stato infatti ampiamente dimostrato che una bevanda a cui è stato aggiunto cloruro di sodio induce una maggiore idratazione consentendo, quindi, un più rapido

recupero (37). Negli sport drink è stata valutata la possibilità di introdurre la caffeina, ipotizzando un meccanismo di sinergismo di questa con i carboidrati e gli elettroliti già di base presenti nella bevanda, ma lo studio condotto sul confronto tra questi 2 tipi di bevanda ed un placebo non ha dimostrato significative differenze riguardo gli effetti idratanti e sulle funzioni termoregatorie e cardiovascolari dovute alla presenza di caffeina (38). Alcuni studi sono stati effettuati utilizzando bevande naturali come il latte (39) e il latte di cocco (40) che dimostrano avere invece un ottimo effetto non solo reidratante ma anche reintegrante la quota proteica.

Nella fase post esercizio andrebbe inoltre indagato con maggiore attenzione un ulteriore aspetto del recupero, quale può essere quello del ripristino delle condizioni di equilibrio metabolico dopo un lavoro lattacido: in tutte le discipline ad impegno metabolico misto, quali ad esempio il calcio, il problema fondamentale dopo lo sforzo è non solo di reidratare l'organismo, ma anche di pagare nel più breve tempo possibile quel debito lattacido contratto durante la prestazione. A tal fine potrebbe essere maggiormente sfruttato in fase di reintegro l'utilizzo di acque bicarbonato-calciche, che affiancherebbero all'azione reidratante quella tamponante dei bicarbonati.

## CONCLUSIONI

In conclusione sembra opportuno ribadire la necessità non solo di effettuare un attento reintegro idroelettrolitico durante tutte le fasi del lavoro sportivo, ma di individualizzare gli interventi in funzione delle caratteristiche dell'atleta e della disciplina praticata, in modo da utilizzare l'acqua con le caratteristiche più appropriate a seconda della tipologia dello sforzo effettuato.

Nella fase precedente l'esercizio lo stato di idratazione basale ha una notevole ricaduta sul raggiungimento della performance e l'iperidratazione cronica può essere oramai considerata uno degli strumenti per prevenire o minimizzare la perdita di elettroliti che si verifica con il lavoro di endurance.

Durante lo sforzo è necessario continuare ad idratare l'organismo ed in tale fase sembrerebbero ugualmente indicate sia le bevande ipo che quelle iso e ipertoniche. Nella fase post esercizio andrebbe inoltre indagato con maggiore attenzione un ulteriore aspetto del recupero, quale può essere quello del ripristino delle condizioni di equilibrio metabolico dopo un lavoro lattacido: in tutte le discipline ad impegno metabolico misto, quali ad esempio il calcio, il problema fondamentale dopo lo sforzo è infatti non solo di reidratare l'organismo, ma anche

di pagare nel più breve tempo possibile quel debito lattacido contratto durante la prestazione. A tal fine potrebbe essere maggiormente sfruttato in fase di reintegro l'utilizzo di acque bicarbonato-calciche, che affiancherebbero all'azione reidratante quella tamponante dei bicarbonati.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ritz P, Berrut G. The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutr Rev.* 2005 Jun; 63: 6-13.
2. Manz F. Hydration and disease. *Y Am Coll Nutr.* 2007 Oct; 26 (suppl):535-541.
3. O'Brien KK, Mountain SJ, Corr WP, Sawka MN, Knapik JJ, Craig SC. Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainers. *Mil Med.* 2001 May;166:405-10.
4. Shirreffs SM. The importance of good hydration for work and exercise performance. *Nutr Rev.* 2005 Jun; 63:S14-21
5. Murray R. Rehydration strategies-balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *Int J Sports Med.* 1998; 19 suppl. 2:133-135
6. Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Leithäuser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition*, 2004; 20:651-656.
7. Kavouras SA. Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2002; 5:19-24.
8. Maughan RJ, Shirreffs SM, Leiper JB. Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *J Sports Sci* 2007; 25(7):797-804.
9. Veldhu zen van Zanten JJ, Thrall G, Wasche D, Carroll D, Ring C. The influence of hydration status on stress-induced hemoconcentration. *Psychophysiology*, 2005; 42:98-107.
10. Tomporowski PD, Beasman K, Ganio MS, Cureton K. Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *Int J Sports Med*, 2007; 28:891-896.
11. Convertini VA, Armstrong LE, Coyle EF, Mack GW, Sawka MN, Senay LC Jr, Sherman WM. American College of Sport Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sport Exerc*, 1996; 28:I-VII.
12. Montain SJ. Hydration recommendations for sport 2008. *Curr Sport Med Rep*, 2008; 7:187-92.
13. Von Duvillard SP, Arciero PJ, Tietjen-Smith T, Alford K. Sports drinks, exercise training, and competition. *Curr Sport Med Rep*, 2008; 7:202-208.
14. Mora-Rodriguez R, Del Corso J, Aguado Jimenez R, Estevez E. Separate and combined effects of airflow and rehydration during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, 2007; 39:1720172-6.
15. Galloway SD. Dehydration, rehydration, and exercise in the heat: rehydration strategies for athletic competition. *Can J Appl Physiol*, 1999; 24:188-200.
16. Schramm T, Predel HG. Volume and electrolyte disturbances in endurance sport. *Internist (Berl)*, 2006; 47:1145-1150.
17. Mettler S, Rusch C, Frey WO, Bestmann L, Wenk C, Colombani PC. Hyponatremia among runners in the Zurich Marathon. *Clin J Sport Med*, 2008; 18:344-349.
18. Decher NR, Casa DJ, Yeargin SW, Ganio MS, Levreault ML, Dann CL, James CT, McCaffrey MA, Oconnor CB, Brown SW. Hydration status, knowledge, and behavior in youths at summer sports camps. *Int J Sports Physiol Perform* 2008; 3:262-78
19. Rehrer NJ. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Med*, 2001; 31:701-715.
20. Merson SJ, Maughan RJ, Shirreffs SM. Rehydration with drinks differing in sodium concentration and recovery from moderate exercise-induced hypohydration in man. *Eur J Appl Physiol*, 2008; 103:585-594.
21. Coso JD, Estevez E, Baquero RA, Mora-Rodriguez R. Anaerobic performance when rehydrating with water or commercially available sport drinks during prolonged exercise in the heat. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008; 33:290-298.
22. Maughan RJ, Leiper JB. Limitations to fluid replacement during exercise. *Can J Appl Physiol*, 1999; 24:173-187.
23. Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci*, 2004, 22:39-55.
24. R.W. Kenefick, C.M. Maresh, L.E. Armstrong, D. Riebe, M.E. Echegaray, J.W. Castellani. Rehydration with fluid of varying tonicities: effect on fluid regulatory hormones and exercise performance in the heat. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 102:1899-1905.
25. Sharp RL. Role of whole foods in promoting hydration after exercise in humans. *J Am Coll Nutr*, 2007; 26:592S-596S.
26. Galan P, Arnaud MJ, Czernichow S, Delabroise AM, Preziosi P, Bertrais S, Franchisseur C, Maurel M, Favier A, Hercberg S. Contribution of mineral waters to dietary calcium and magnesium intake in a French adult population. *J Am Diet Assoc*, 2002; 102:1658-1662.
27. Goulet ED, Rousseau SF, Lamboley CR, Plante GE, Dionne IJ. Pre-exercise hyperhydration delays dehydration and improves endurance capacity during 2 h of cycling in a temperate climate. *J Physiol Anthropol*, 2008; 27:263-271.
28. Zorbas YG, Federenco YF, Naexu KA. Fluid electrolyte changes in trained subjects after water loading and during restriction of muscular activity and chronic hyperhydration. *Biol Trace Elem Res*, 1996; 54:251-271.
29. Robergs RA, Griffin SE. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. *Sports Med*, 1998, 26:145-167.
30. Wagner DR. Hyperhydrating with glycerol: implications for athletic performance. *J Am Diet Assoc*, 1999; 99:207-212.
31. Anderson MJ, Cotter JD, Garnham AP, Casley DJ, Febbraio MA. Effect of glycerol-induced hyperhydration on thermoregulation and metabolism during exercise in heat. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2003; 11:315-333.
32. Godek SF, Bartolozzi AR, Godek JJ. Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br J Sports Med*, 2005; 39:205-211.
33. Noakes TD. Hydration in the marathon: using Thirst to gauge safe fluid replacement. *Sports med*, 2007; 37:463-466.

34. Merry TL, Ainslie PN, Walker R, Cotter JD. Fitness alters fluid regulatory but not behavioural responses to hypohydrated exercise. *Physiol Behav*, 2008; 2.
35. Gisolfi CV, Lambert GP, Summers RW. Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolarity and [Na<sup>+</sup>]. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33:907-915.
36. Papadopoulos C, Doyle J, Rupp J, Brandon L, Benardot D, Thompson W. The effect of the hypohydration on the lactate threshold in a hot and humid environment. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008; 48:293-9.
37. Vianna LC, Oliverira RB, Silva BM, Ricardo DR, Araújo CG. Water intake accelerate post-exercise cardiac vagal reactivation in humans. *Eur J Appl Physiol*, 2008; 102:283-288.
38. Millard-Stafford ML, Cureton KJ, Wingo JE, Trilk J, Warren GL, Buychx M. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2007; 17:163-177.
39. Roy BD. Milk:the new sports drink? A review. *J Int Soc Sports Nutr*, 2008; 5:15.
40. Saat M, Singh R, Sirisinghe RG, Nawawi M, Rehydration after exercise with fresh young coconut water, carbohydrate-electrolyte beverage and plain water. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2002; 21:93-104.