

L'assunzione di Acqua minerale bicarbonato calcica Lete[®] migliora lo stato di idratazione in atleti dopo esercizio anaerobico di breve termine.

P. Brancaccio^a, F.M. Limongelli^a, I. Paolillo^b, A. D'Aponte^a, V. Donnarumma^c, L. Rastrelli^{b*}

^a*Seconda Università di Napoli, Servizio di Medicina dello Sport, Via Costantinopoli 16 80138, Napoli, Italia;*

^b*Dipartimento di Scienze Farmaceutiche e Biomediche, Università di Salerno, Via Ponte Don Melillo, 84084 Fisciano, Salerno, Italy;*

^c*Laboratorio di diagnostica e ricerca clinica Roecker, Marano di Napoli.*

*Corresponding author. Phone: 0039 89969766. Fax: 0039 89969602, E-mail: rastrelli@unisa.it

Abstract

Background: Studi in letteratura suggeriscono che acque minerali con alte concentrazioni di calcio e bicarbonato possono influenzare l'equilibrio acido base. Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare su atleti volontari gli effetti dell'assunzione di acqua Lete[®] (un'acqua minerale naturale bicarbonato calcica) sul bilancio acido-base corporeo e sulla densità urinaria in paragone a quelli esercitati da un'acqua classificata come minimamente mineralizzata.

Metodi: 88 atleti maschi volontari sono stati sottoposti a due prove da sforzo utilizzando il Wingate test modificato: la prima prova è stata effettuata senza idratazione (Test C, n=88), la seconda (Test H) dopo una settimana di idratazione controllata con 1.5 L/giorno di acqua, somministrando a 44 atleti l'acqua minimamente mineralizzata (gruppo A) e ad altri 44 Acqua Lete[®] (gruppo B). Prima (t0), immediatamente dopo (t1), ed a 5' (t2) e 30' (t3) dopo l'esercizio sono state effettuate le seguenti determinazioni: rilievo della temperatura corporea, analisi bioimpedenziometrica, ecografia muscolare, analisi delle urine.

Risultati: Il migliore stato di idratazione atteso nel Test H, e dovuto ad un aumento della concentrazione di acqua corporea, è stato confermato da una diminuzione della temperatura corporea e da un aumento dello spessore muscolare, misurato mediante ecografia del quadricipite femorale destro dopo esercizio. Per quanto riguarda l'esame delle urine, nel test H è stato rilevato in entrambi i gruppi di atleti una significativa riduzione del peso specifico urinario dopo lo sforzo, con valori significativamente più bassi nel gruppo B, nello stesso gruppo è stato rilevato inoltre un significativo aumento del pH urinario.

Conclusioni: Tutti gli atleti idratati con Acqua Lete[®] hanno mostrato un effetto positivo sul loro stato di idratazione dopo esercizio anaerobico, associato ad una significativa diminuzione della densità urinaria ed un moderato aumento del pH.

Keywords: Acqua Minerale Lete[®]; Densità Urinaria; pH Urinario; Acqua Corporea Intracellulare; Ecografia Muscolare.

INTRODUZIONE

Il mondo scientifico e quello dello sport prestano particolare attenzione alle strategie di idratazione al fine di garantire il migliore equilibrio idro-elettrolitico e migliorare la performance [1,2]. L'American College of Sports Medicine [3] e la National Athletic Trainers' Association [4] hanno definito lo stato di idratazione basandosi sulla valutazione del peso specifico delle urine, stabilendo le linee guida, recentemente confermate [5] e raccomandando la conservazione di un ottimo stato di idratazione sia per migliorare la performance che per prevenire gli infortuni

Le acque minerali naturali si distinguono dalle altre acque per la loro specifica origine geologica sotterranea, la composizione stabile di minerali e la loro purezza. Le acque minerali possono esercitare effetti benefici sulla salute [6], compresa la salute delle ossa [7]. Diversi ricercatori hanno suggerito, per esempio, che le acque minerali, in particolare quelle con alte concentrazioni di calcio e bicarbonato, possono avere un impatto sull'idratazione [8], sull'equilibrio acido-base [9] e contribuire alla prevenzione della perdita del tessuto osseo [10]. In letteratura è riportato che acque alcalinizzate possono influenzare l'equilibrio acido-base del corpo. Anche piccole variazioni di pH hanno effetti cruciali sulla funzione cellulare. Burckhardt ha suggerito che il consumo intenzionale di acqua minerale, rappresenta uno dei mezzi più pratici per aumentare il carico nutrizionale di alcali [11].

D'altro canto numerosi studi hanno dimostrato che le acque minerali alcalinizzate, a basso contenuto di SO_4^{2-} e ricche in HCO_3^- hanno un migliore effetto sul metabolismo del Ca^{+2} e sui markers di riassorbimento osseo, rispetto ad acque ricche di SO_4^{2-} e Ca^{+2} [12].

Acqua Lete[®] con contenuti modesti di sodio e (4.88-5.01 mg/L) e potassio (1.93-2.11 mg/L) e con valori significativi di calcio (311.9-334.1 mg/L) e magnesio (13.93-15.14 mg/L), appartiene al gruppo delle acque bicarbonato-calciche (Tabella 1).

Scopo del nostro studio è stato quello di esaminare la relazione tra l'assunzione di Acqua Lete[®] e la distribuzione dell'acqua corporea totale, lo spessore muscolare e i markers urinari di idratazione in 88 atleti dopo esercizio fisico di tipo anaerobico. Basandoci su evidenze sperimentali abbiamo ipotizzato che l'ingestione di Acqua minerale Lete[®] possa essere correlata con l'equilibrio acido-base corporeo ed in grado di abbassare il peso specifico delle urine e garantire una efficace e corretta idratazione durante l'esercizio a breve termine.

MATERIALI E METODI

Protocollo

88 atleti amatoriali di sesso maschile, hanno partecipato allo studio volontariamente. I soggetti sono stati reclutati in modo consecutivo e suddivisi in due gruppi ciascuno composto da 44 elementi. Gli atleti, nuotatori o podisti, si hanno eseguito allenamenti di 4-5 ore a settimana. Il protocollo seguito è stato approvato dal Comitato Etico (*Human Ethics Committee*) e ciascun partecipante ha sottoscritto il proprio consenso. Durante l'intero periodo di studio (2 settimane) ciascun atleta ha sospeso le proprie attività di allenamento e l'assunzione di eventuali integratori minerali.

I due gruppi di studio sono qui di seguito descritti:

Gruppo A: età 34.7 anni \pm 7.4 (media \pm S.D.); altezza 178.5 cm \pm 5.6; peso 79.6 kg \pm 6.9, Indice di Massa Corporea (BMI) 24.6 \pm 1.2.

Gruppo B: età 33.7 anni \pm 8.6 (media \pm S.D.); altezza 174.6 cm \pm 5.4; peso 79.6 kg \pm 9.6, Indice di Massa Corporea (BMI) 25.7 \pm 3.4.

Entrambi i gruppi sono stati sottoposti a due prove sperimentali, eseguite su ergometro elettricamente frenato (Bicycle SECA Hamburg, Germany) con il seguente protocollo Wingate modificato: cinque serie di 60" ad una velocità media di 80 CPM con recupero di 60" tra le serie. Il carico imposto è stato l'85% del massimale calcolato in una seduta preliminare eseguita una settimana prima del primo test, mediante test incrementale ad esaurimento.

I due test eseguiti sono di seguito descritti:

- Test C di controllo, eseguito in condizioni basali senza idratazione, per entrambi i gruppi.
- Test H, eseguito dopo una settimana di idratazione controllata mediante l'assunzione di 1.5 L/die di acqua minimamente mineralizzata (residuo fisso 14.3 mg/l) somministrata al gruppo A, e di 1.5 L/die di acqua bicarbonato calcica (Acqua Lete[®]) a medio contenuto minerale (residuo secco >840 mg/l), al gruppo B. Inoltre gli atleti hanno ricevuto 750 ml di acqua, utilizzando sempre bottiglie appena aperte, un'ora prima dell'esercizio e 250 ml durante i 30 minuti successivi allo sforzo, come raccomandato dal National Athletic Trainer Association [4].

Prima dei test, tutti i soggetti sono stati sottoposti ad anamnesi e visita medica, per accertarne lo stato di buona salute. Per ciascuna sessione di lavoro (Test C e Test H), sono stati determinati i seguenti parametri: temperatura corporea; acqua corporea totale (TBW), acqua extracellulare (ECW), acqua intracellulare (ICW); dimensione del muscolo quadricipite femorale; analisi delle urine

La tempistica dei vari esami è stata la seguente:

- *A riposo prima dell'esercizio (t0):*
rilievo della temperatura corporea, esame bioimpedenziometrico per il calcolo di TBW, ECW e ICW, ecografia muscolare per rilevare la dimensione del quadricipite femorale, esame delle urine;
- *Immediatamente dopo l'esercizio (t1):*
rilievo della temperatura corporea;
- *5 minuti dopo l'esercizio (t2):*
Esame bioimpedenziometrico, esame ecografico muscolare;
- *30 minuti dopo l'esercizio (t3):*
analisi delle urine

Analisi chimica delle acque

L'acqua minerale bicarbonato calcica, (Acqua Lete[®]; Società Generale delle Acque Minerali, Pratella, CE, Italia), che è stata utilizzata per l'idratazione del gruppo B è stata fornita agli atleti direttamente dal laboratorio di controllo dello stabilimento di imbottigliamento. L'acqua minerale minimamente mineralizzata è tra quelle reperibili facilmente in commercio su tutto il territorio italiano; questa non contiene quantità significative di minerali o elettroliti di alcun genere. Entrambe le acque sono state analizzate presso i nostri laboratori per la determinazione di 15 parametri chimici caratterizzanti. La maggior parte degli elementi è stata determinata mediante cromatografia ionica (IC) utilizzando uno Dionex, mentre un'aliquota non acidificata è stata utilizzata per la determinazione di pH, conducibilità elettrica, (EC), titolazione dell'alcalinità. I 15 parametri chimici e chimico-fisici determinati

in ciascun campione sono riportati in Tabella 1. I metodi analitici utilizzati sono quelli standard di riferimento adottati delle normative italiane (IRSA - CNR methods 1994).

Temperatura corporea

Il rilievo della temperatura corporea è stato effettuato mediante termometro timpanico Braun ThermoScan.

Esame bioimpedenziometrico

La valutazione qualitativa e quantitativa della composizione corporea è stata fatta mediante strumentazione Bodygram AKERN (Firenze Italia) che valuta la composizione corporea e dei tessuti, l'idratazione e lo stato nutrizionale. Il metodo BIA si basa su equazioni empiriche che considerando l'altezza, il peso del soggetto e la resistenza o impedenza a 50 kHz misurata con due elettrodi posti al polso e alla caviglia, permettono la determinazione del volume del liquido e dell'acqua corporea totale in base alla resistività dei tessuti. Sono stati valutati i seguenti parametri: acqua corporea totale (TBW), acqua corporea extracellulare (ECW) e acqua corpo intracellulare (ICW). L'esame a t0 è stato eseguito a digiuno da cibo e bevande, mentre in t2 dopo l'idratazione controllata secondo il protocollo dello studio.

Ecografia muscolare

L'ecografia muscolare è una metodica semplice e non invasiva che consente di rilevare differenze di volume muscolare dopo esercizio. Lo spessore muscolare del quadricipite femorale destro, è stato determinato mediante esame ecografico con una sonda da 10 MHz su soggetti seduti sul lettino con anche e ginocchia flesse a 90° e rilassati, come riportato in precedenza [13]. Lo stesso operatore ha eseguito tutte le misure rilevate al limite fra il III° medio e il III° inferiore della distanza fra la spina iliaca anteriore superiore e il polo superiore della rotula. Il punto rilevato è stato marcato con penna dermatografica. Le misure sono state eseguite immediatamente prima dell'esercizio (t0), e 5 minuti dopo il termine del test al cicloergometro (t2). Lo spessore del quadricipite femorale (rectus femoris + vastus intermedius) è stato misurato con la sonda posizionata trasversalmente.

Esame delle urine

L'urina è stata raccolta in contenitori di polietilene e miscelati con 5 ml/L di una soluzione al 5% di timolo in isopropanolo. Durante il periodo di raccolta, i contenitori ed il loro contenuto sono stati mantenuti a 5 ° C I campioni di urine sono stati testati per la presenza di sangue e infezioni. Campioni positivi per nitriti ed ematuria sono stati scartati.

Il peso specifico delle urine è stato valutato utilizzando un rifrattometro (Atago Digital Urina Rifrattometro Peso specifico). Il pH delle urine è stato registrato utilizzando potenziometro (Rondolino, Mettler Toledo). Il colore delle urine è stato valutato mediante una scala visiva. Vogel 1 (urine giallo, urine giallo pallido, giallo chiaro), Vogel 2 (giallastre, rossastre, rosse), Vogel 3 (rosso bruno e marrone urine).

Analisi Statistica

La valutazione statistica dei risultati è stata eseguita utilizzando un pacchetto SPSS per Windows, versione 17.0 (Chicago, IL, USA). Sono stati confrontati i risultati ottenuti per ciascun gruppo durante tutti gli stadi dello studio:

- in test C (senza idratazione) prima e dopo lo sforzo;
- in test H (a seguito di idratazione) prima e dopo lo sforzo;
- I due gruppi tra loro.

Il significatività statistica dei due gruppi (A e B) è stata determinata mediante il T Test di Student per campioni indipendenti: i parametri statistici sono stati calcolati e i valori espressi come media \pm deviazione standard (S.D.). Le relazioni tra le misure raccolte sono stati calcolati con una correlazione bivariata di Pearson. Le differenze sono state considerate statisticamente significative quando $p < 0.05$.

RISULTATI e DISCUSSIONE

Tutti i soggetti si sono sottoposti al protocollo sperimentale descritto precedentemente. Tutti i test sono stati eseguiti ad una temperatura ambientale di $19.50 \pm 0.53^\circ\text{C}$ con un'umidità del $58.38 \pm 0.52\%$.

Test C. Nel primo test effettuato senza idratazione, la temperatura corporea ha mostrato un aumento significativo immediatamente dopo il termine del test cicloergometro (t0-t1): gli atleti hanno iniziato l'esercizio con una temperatura media di $35.9 \pm 0.6^\circ\text{C}$, raggiungendo alla fine del lavoro $36.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$; $p < 0.001$. Nessuna differenza è stata osservata nella distribuzione corporea di acqua totale, con quasi gli stessi livelli di ICW ed ECW rilevati prima (t0) e 5 minuti dopo l'esercizio fisico (t2) (Tabella 1). L'esame ecografico eseguito a riposo (t0) e 5' dopo il Wingate test (t2) ha mostrato in entrambi i gruppi una variazione dello spessore muscolare in accordo con i nostri precedenti studi [7] (gruppo A: 29.94 ± 3.89 mm vs 32.29 ± 3.13 mm, $p = 0.00$; gruppo B: 30.56 ± 3.30 mm vs 33.08 ± 2.89 mm, $p = 0.00$).

L'analisi delle urine raccolte a t0 e t3 non ha mostrato alcuna differenza significativa nel colore; è stato osservato una diminuzione del pH urinario a t2 (Tabella 3) come previsto dopo esercizio anaerobico, mentre il peso specifico urinario dopo lo sforzo ha mostrato un aumento significativo (gruppo A: 1020 ± 4.7 g/L vs 1022 ± 4.4 g/L; $p = < 0.001$; gruppo B: 1018 ± 6.5 g/L vs 1019 ± 5.5 g/L; $p = \text{ns}$), (Figura 1). I dati sul pH e densità delle urine sono stati confrontati anche tra i due gruppi. I valori non hanno mostrato differenze significative

Test H. La temperatura corporea ha mostrato un aumento t0-t1 così come si era verificato nel test C ($35.9 \pm 0.4^\circ\text{C}$ vs $36.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$; $p = < 0.001$). L'Analisi bioimpedenziometrica eseguita dopo idratazione (Tabella 2), non ha mostrato differenze nel gruppo A, mentre nel gruppo B è stato riscontrato un lieve ma significativo aumento della ECW a riposo e una concomitante diminuzione della ICW. Dopo esercizio il gruppo B, idratato con Acqua Lete[®] ha mostrato uno spostamento di acqua corporea, dal compartimento extracellulare a quello intracellulare.

L'esame ecografico ha rilevato un incremento dello spessore muscolare, così come già osservato nel Test C, (gruppo A: 29.93 ± 3.89 mm vs 32.00 ± 3.61 mm; gruppo B: 30.84 ± 3.47 mm vs 32.82 ± 2.72 mm).

In atleti idratati con acqua Lete[®] è stato osservato un pH delle urine più alcalino rispetto a quelli che hanno idratati con l'acqua minerale minimamente mineralizzata (Tabella 3) ed una significativa riduzione del peso specifico urinario dopo esercizio sforzo, sempre in confronto con gli atleti appartenenti al gruppo A (gruppo A 1014 ± 4.1 g/L vs gruppo B 1008 ± 4.3 g/L; Figura 2).

Molti studi hanno utilizzato il Wingate test e il Wingate test modificato [14], per valutare le risposte fisiologiche all'esercizio anaerobico: nel nostro studio è stata valutata la risposta all'esercizio anaerobico prima e dopo idratazione con un'acqua minerale bicarbonato-calcica chiamata Acqua Lete® in paragone ad un'acqua classificata come minimamente mineralizzata (residuo fisso 14.3 mg/L).

Un modesto incremento della temperatura corporea si è verificato nonostante i soggetti avessero eseguito l'esercizio ad un'intensità media per un breve tempo. Sebbene non ci siano conclusioni uniche in letteratura circa la relazione fra temperatura corporea, intensità dell'esercizio e stato di idratazione [15], alcuni studi riportano un aumento della temperatura corporea dopo Wingate test, con un indice di fatica più alto per temperature corporee più alte [16]. Altri studi riportano un aumento della temperatura dopo blando esercizio, come il riscaldamento muscolare, in funzione della durata dell'esercizio [17]. La relazione fra i livelli di idratazione e la temperatura corporea è stata ampiamente studiata, e nonostante sia ben documentato che la deidratazione aumenta la temperatura corporea durante esercizio [18], molti studi concordano che l'iperidratazione non fornisce particolari vantaggi nel mantenimento dell'omeostasi idrica durante esercizio [19, 20]. Nel nostro studio abbiamo trovato una modesta ma significativa differenza nei livelli di temperatura corporea dopo esercizio fra Test C e Test H ($36.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$ vs $36.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$; $p < 0.001$), con i minori valori dopo idratazione. Questi dati confermano che la corretta idratazione ottenuta nel secondo test, ha garantito il mantenimento di una migliore omeostasi termoregolatoria.

La valutazione della composizione corporea è utile in una serie di contesti clinici per ottenere informazioni relative alle condizioni nutrizionali e alla distribuzione dei fluidi corporei. L'analisi bioimpedenziometrica (BIA) è una tecnica sicura, non invasiva, poco costosa e facile da usare. Studi precedenti hanno accertato l'accuratezza dell'analisi impedenziometrica [21] ed hanno riportato differenze nella distribuzione dell'acqua corporea totale prima e dopo lo sforzo, dovute ad un passaggio della stessa dal comparto extracellulare a quello intracellulare conseguente a modificazioni dell'osmolarità cellulare dopo esaurimento energetico [22, 23]. Numerosi fattori regolano gli spostamenti dei liquidi fra i compartimenti: l'esercizio è un potente stimolo per lo spostamento dei fluidi, determinando una riduzione del volume plasmatico correlato con un aumento della sezione trasversale dei muscoli [24]. Queste conclusioni supportano l'idea che l'esercizio determini un movimento di fluidi dal plasma allo spazio intracellulare e interstiziale. Durante l'esercizio, l'aumento di attività metabolica all'interno delle cellule, porta ad un aumento della pressione osmotica e stimola un influsso di fluidi nel comparto intracellulare per ristabilire l'equilibrio osmotico. Sebbene in letteratura siano riportate variazioni della TBW come conseguenza dell'esercizio di lunga durata [25], noi abbiamo trovato significative variazioni della TBW in entrambi i gruppi di soggetti, durante lo sforzo eseguito senza idratazione (Test C). Al contrario dopo idratazione entrambi i gruppi hanno mostrato un contenuto simile di acqua corporea totale, ma differenti distribuzioni di ECW ed ICW: il gruppo B, idratato con acqua minerale bicarbonato-calcica Lete®, ha mostrato un significativo shift di acqua attraverso il comparto intracellulare. Questo gruppo, rispetto al gruppo idratato con acqua minimamente mineralizzata, ha raggiunto al picco dell'esercizio, un livello di lattatemia più alto (9.8 ± 0.6 mmol/L vs 7.4 ± 0.8 mmol/L; $p < 0.05$), portando presumibilmente ad una variazione del pH intracellulare che attraverso variazioni dell'osmolarità cellulare può essere stata responsabile dell'aumentato volume di acqua nello spazio intracellulare [26].

All'esame ecografico entrambi i gruppi hanno mostrato un analogo incremento di volume muscolare 5 minuti dopo il termine dell'esercizio (gruppo A: 2.14 ± 1.06 mm e gruppo B: 2.55 ± 1.22 mm;). Variazioni di volume e architettura muscolare sono state riportate in

numerosi studi e messe in relazione ai cambiamenti biochimici che insorgono con l'affaticamento muscolare [27]. In un precedente studio, abbiamo trovato dopo test ergometrico, un significativo aumento del volume muscolare, unito a variazioni dell'architettura muscolare [13] probabile conseguenza di edema muscolare. L'aumento del volume muscolare può anche essere il risultato di un diminuito rilassamento muscolare dovuto ad un accumulo intracellulare di Ca^{++} e H^+ : in questo caso la stimolazione della via proteolitica Ca^{++} -dipendente degrada proteine strutturali e contrattili e la riduzione del pH riduce il distacco dei legami a ponte [28].

Dopo idratazione abbiamo inoltre trovato in entrambi i gruppi una interessante correlazione fra l'aumento di ICW e lo spessore del quadricipite (gruppo A: $r=0.957$, $p<0.001$; gruppo B: $r=0.454$, $p<0.05$): in questo caso l'aumentato volume del quadricipite femorale sembra essere dovuto ad un aumentato contenuto di acqua cellulare (gruppo A incremento medio di 2.35 ± 1.27 mm vs gruppo B: 2.52 ± 0.91 mm). La stessa relazione non è stata trovata nel Test C: una possibile spiegazione può essere che nel Test di controllo l'aumento di volume sia prevalentemente dovuto ad una diminuzione del rilassamento muscolare, possibile conseguenza di una seppur modesta disidratazione [29].

L'esame delle urine consente di valutare lo stato di idratazione di atleti e sedentari valutando in particolare l'osmolarità urinaria, il peso specifico ed il colore. Questi parametri sembrano infatti estremamente sensibili alle variazioni dello stato di idratazione e dell'osmolarità plasmatica [30]. In base alle posizioni dell'American College of Sports Medicine [3] e del National Athletic Trainers' Association [4], uno stato di corretta idratazione è definito da un peso specifico urinario minore di 1.020; ipoidratazione da 1.020 a 1.029; e disidratazione importante per valori uguali o maggiori di 1.030. Nel nostro studio abbiamo valutato peso specifico delle urine, pH e colore, prima (t_0) e 30' dopo il termine del test al cicloergometro (t_3) in entrambe le sessioni (senza e con idratazione). Quando i gruppi sono stati testati senza idratazione, abbiamo trovato in entrambi un minimo ma significativo incremento del peso specifico dopo esercizio, al contrario, abbiamo potuto riscontare una diminuzione della densità urinaria dopo idratazione acuta. Risultato significativo è stato quello di aver osservato, dopo esercizio, livelli significativamente più bassi del gruppo B rispetto al gruppo A (1008.1 ± 6.3 g/L vs 1014.6 ± 5.1 g/L; $p<0.00$). Entrambi i gruppi erano quindi ben idratati, ma il gruppo B, ottenendo un livello medio di peso specifico urinario minore di 1.010, dimostra una migliore idratazione rispetto al gruppo A [5].

Questo risultato può essere attribuito alla specifica composizione chimica delle acque utilizzate nel Test H. Le acque somministrate durante il Test H sono infatti molto diverse tra loro (Tabella 1): l'acqua minimamente mineralizzata è caratterizzata da livelli minimi di calcio e bicarbonato con un residuo di 14.3 mg/l (Tabella 1), l'Acqua Lete[®] caratterizzata da un contenuto modesto di sodio (4.91mg/L) e potassio (2.10 mg/L) e con un contenuto significativo di bicarbonato (981.1 mg/L), calcio (313.7 mg/L), magnesio (15.12 mg/L) e stronzio (0.15 mg/L) appartiene al gruppo delle acque minerali bicarbonato-calciche.

Il peso specifico dipende dal numero e dal peso dei soluti, costituiti prevalentemente da urea ed elettroliti. In condizioni fisiologiche il maggiore assorbimento di acqua induce una diminuzione della concentrazione di soluti, producendo urine con un basso peso specifico, che indica quindi la migliore capacità di trattenere acqua (come riscontrato nel gruppo B). Inoltre il consumo di acqua minerale ricca in magnesio e bicarbonato può aumentare il pH urinario, e l'escrezione di magnesio e citrato, e diminuire la concentrazione di ossalati di calcio [31].

Nel presente studio, l'idratazione con Acqua Lete[®] è risultata associata ad un significativo aumento del pH urinario, se comparata con l'idratazione mediante acqua minimamente mineralizzata.

In un precedente studio König et al. [32] hanno dimostrato che il consumo di acque ricche di minerali, può aumentare significativamente il pH urinario. Analogamente Heil [9] ha dimostrato che acque minerali arricchite con agenti alcalinizzanti migliorano l'equilibrio acido-base e lo stato di idratazione. Inoltre in un precedente studio abbiamo riportato l'influenza dell'Acqua Lete[®] sulla concentrazione di lattato ematico in atleti dopo esercizio [26].

Le osservazioni effettuate in questi studi concordano con le variazioni urinarie osservate nel nostro studio nel gruppo B: l'apporto di bicarbonato fornito mediante Acqua Lete[®] e la sua peculiare composizione chimica produce un effetto alcalinizzante che aumenta i valori di pH urinario.

Conclusioni

Al momento la maggior parte degli studi riportati in letteratura si sono concentrati sul mantenimento di un ottimale stato di idratazione durante esercizio strenuo, mentre poco è stato scritto sulle strategie di idratazione nel caso di esercizi a breve termine, quando le perdite di acqua sono minime e altri aspetti del recupero devono essere presi in considerazione. Il risultati del nostro studio confermano che nell'esercizio di breve durata una corretta idratazione è altrettanto importante che nell'esercizio prolungato. L'assunzione di acqua minerale bicarbonato-calcica denominata Acqua Lete[®] da parte di atleti amatoriali, prima e dopo il Wingate test, è stato associato ad un aumento del pH urinario e ad un minore peso specifico delle urine, indicando che questa acqua minerale può rappresentare una preziosa risorsa nutrizionale in grado di influenzare lo stato di idratazione degli atleti.

BIBLIOGRAFIA

1. Murray R. Rehydration strategies-balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *Int J Sports Med* 1998; 19: 133-135.
2. Maughan RJ, Noakes TD. Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Med.* 1991; 12:16-31.
3. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld SN. American College of Sports Medicine: exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 377-390.
4. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Rich B, Roberts WO, Stone JA. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *J Athlet Train* 2000; 35: 212-224.
5. Montain SJ. Hydration recommendations for sport. *Curr Sports Med Rep* 2008; 7: 187-192.
6. Petraccia L, Liberati G, Giuseppe Masciullo S, Grassi M, Fraioli A. Water, mineral waters and health. *Clin Nutr.* 2006 ;25:377-85.
7. Vandevijvere S, Horion B, Fondu M, Mozin MJ, Ulens M, Huybrechts I, van Oyen H, Noirfalise. Fluoride intake through consumption of tap water and bottled water in Belgium. *A Int J Environ Res Public Health.* 2009;6:1676-90.
8. Meyer LG, Horrigan DJ Jr, Lotz WG. Effects of three hydration beverages on exercise performance during 60 hours of heat exposure. *Aviat Space Environ Med.* 1995; 66:1052-7.
9. Heil DP. Acid-base balance and hydration status following consumption of mineral-based alkaline bottled water. *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7: 29-41.
10. Guillemant J, Accarie C, de la Guéronnière V, Guillemant S. Calcium in mineral water can effectively suppress parathyroid function and bone resorption. *Nutr Res* 2002; 8: 901-910.
11. Burckhardt P. The effect of the alkali load of mineral water on bone metabolism: Interventional studies. *J Nutr* 2008; 138: 435S-437S.
12. Wynn E, Raetz E, Burckhardt P. The composition of mineral waters sourced from Europe and North America in respect to bone health: composition of mineral water optimal for bone. *Br J Nutr.* 2009; 101:1195-1199.

13. Brancaccio P, Limongelli FM, D'Aponte A, Narici M, Maffulli N. Changes in skeletal muscle architecture following a cycloergometer test to exhaustion in athletes. *J Sports Sci Med* 2008; 11: 538-541.
14. Fattorini L, Egidio F, Faiola F, Pittiglio G. Power output and metabolic response in multiple Wingate tests performed with arms. *Medicina dello Sport* 2008; 61: 21-28.
15. Casa DJ, Stearns RL, Lopez RM, Ganio MS, McDermott BP, Walker Yeargin, S, Yamamoto LM, Mazerolle SM, Roti MW, Armstrong, LE, Maresh CM. Influence of Hydration on Physiological Function and Performance During Trail Running in the Heat. *J Athlet Train* 2010; 45: 147-156.
16. Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewall H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselin E. Diurnal variation in Wingate test performances: influence of active warm-up. *Chronobiol Int* 2010; 27: 640-652.
17. Roelands B, Meeusen R. Alterations in central fatigue by pharmacological manipulations of neurotransmitters in normal and high ambient temperature. *Sports Med.* 2010;40:229-46
18. Racinais S, Blonc S, Hue O. Effects of active warm-up and diurnal increase in temperature on muscular power. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 2134-2139.
19. Buono MJ, Wall AJ. Effect of hypohydration on core temperature during exercise in temperate and hot environments. *Pflugers Archiv* 2000; 440: 476-480.
20. Sawka MN, Montain SJ, Latzka WA. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol Mol Integr Physiol* 2001; 128: 679-690.
21. De Lorenzo A, Andreoli A, Matthie J, Withers P. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *J Appl Physiol* 1997; 82: 1542-1558.
22. Mohan K, Raja GH, Raymer GR, Marsh G, Thompson GG. Changes in tissue water content measured with multiple-frequency bioimpedance and metabolism measured with ³¹P-MRS during progressive forearm exercise. *J Appl Physiol* 2006; 101: 1070-1075.
23. Ploutz-Snyder LL, Convertino VA, Dudley GA. Resistance exercise-induced fluid shifts: change in active muscle size and plasma volume. *Am J Physiol* 1995; 269: R536-543.
24. Mohsenin V, Gonzalez RR. Tissue pressure and plasma oncotic pressure during exercise. *J Appl Physiol.* 1984; 56:102-8.
25. Baker LB, Lang JA, Kenney WL. Change in body mass accurately and reliably predicts change in body water after endurance exercise. *Eur J App Physiol* 2009; 105: 959-967.
26. Brancaccio P, Limongelli FM, Paolillo I, Grasso C, Donnarumma V, Rastrelli L. Influence of Acqua Lette® (Bicarbonate Calcic Natural Mineral Water) Hydration on Blood Lactate after Exercise. *The Open Sports Med J* 2011; 5: 24-30.
27. Rudroff T, Staudenmann D, Enoka R. Electromyographic measures of muscle activation and changes in muscle architecture of human elbow flexors during fatiguing contractions. *J Appl Physiol* 2008; 104: 1720-1726.
28. Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanism of exercise-induced muscle fibre injury. *Sports Med* 1991; 12: 184-207.
29. Montain SJ, Tharion WJ. Hypohydration and muscular fatigue of the thumb alter median nerve somatosensory evoked potentials. *Appl Physiol Nut Met* 2010; 35: 456-463.
30. Oppliger RA, Magnes SA, Popowski LA. Accuracy of urine specific gravity and osmolarity as indicators of hydration status. *Int J Sport Nutr Exerc Met* 2005; 15: 236-251.
31. Kessler T, Hesse A. Cross-over study of the influence of bicarbonate-rich mineral water on urinary composition in comparison with sodium potassium citrate in healthy male subjects. *Br J Nutr* 2000; 84: 865-871.
32. König D, Muser K, Dickhuth HH, Berg A, Deibert P. Effect of a supplement rich in alkaline minerals on acid-base balance in humans. *J Nutr* 2009; 8: 23-31.

Tabella 1. Caratteristiche chimiche delle acque minerali utilizzate nello studio*

Parametri	Unità di Misura	Acqua Lete	Acqua Minimamente Mineralizzata
Conducibilità	mS/cm	1321.40 ± 46.10	17.57 ± 0.91
pH	pH	6.14 ± 1.91	5.00 ± 0.21
Residuo Fisso	mg/l	878.41 ± 25.21	14.31 ± 0.68
CO ₂	mg/L	1890.12 ± 72.51	15.22 ± 0.77
HCO ₃ ⁻	mg/l	981.11 ± 33.82	3.51 ± 0.15
Cl ⁻	mg/l	8.24 ± 2.22	0.41 ± 0.02
SO ₄ ²⁻	mg/l	6.60 ± 0.91	1.40 ± 0.08
NO ₃ ⁻	mg/l	4.14 ± 0.20	1.91 ± 0.08
Na ⁺	mg/l	4.91 ± 0.33	1.21 ± 0.05
K ⁺	mg/l	2.10 ± 0.08	0.32 ± 0.01
Ca ⁺⁺	mg/l	313.70 ± 9.81	1.11 ± 0.05
Mg ⁺⁺	mg/l	15.12 ± 3.92	0.42 ± 0.03
Fe	mg/l	0.02 ± 0.01	< 0.01
Sr ⁺⁺	mg/l	0.15 ± 0.01	< 0.1
Li ⁺	mg/l	< 0.01	< 0.01

*I risultati riportati sono la media ± SD di analisi eseguite in triplicato

Tabella 2. Acqua corporea totale (TBW), acqua extracellulare (ECW) e acqua intracellulare (ICW)* rilevate nel Test C e nel Test H prima e dopo esercizio*

Test C	TBW		ECW		ICW	
	t ₀	t ₃	t ₀	t ₃	t ₀	t ₃
Gruppo A	56.69±1.14 ^a	55.30±1.05 ^a	40.60±2.48	41.20±2.84	59.40±2.40	58.81±2.84
Gruppo B	57.50±1.80 ^b	55.87±0.75 ^b	37.76±4.17	37.46±2.82	62.24±4.17	62.54±2.82
Test H	TBW		ECW		ICW	
	t ₀	t ₃	t ₀	t ₃	t ₀	t ₃
Gruppo A	57.83±3.75	57.43±5.01	40.85±2.87	40.57±2.42	59.15±2.87	59.43±2.42
Gruppo B	57.84±2.26	57.37±3.11	38.47±1.11 ^c	37.10±1.04 ^c	61.53±1.14 ^d	62.94±0.94 ^d

* I valori sono espressi in percentuale (%)

I dati sono espressi come media ± SD: n=44;

I valori sono significativamente differenti rispetto ai valori di riposo (t₀): ^{a e b}p < 0.001; ^{c e d}p < 0.05

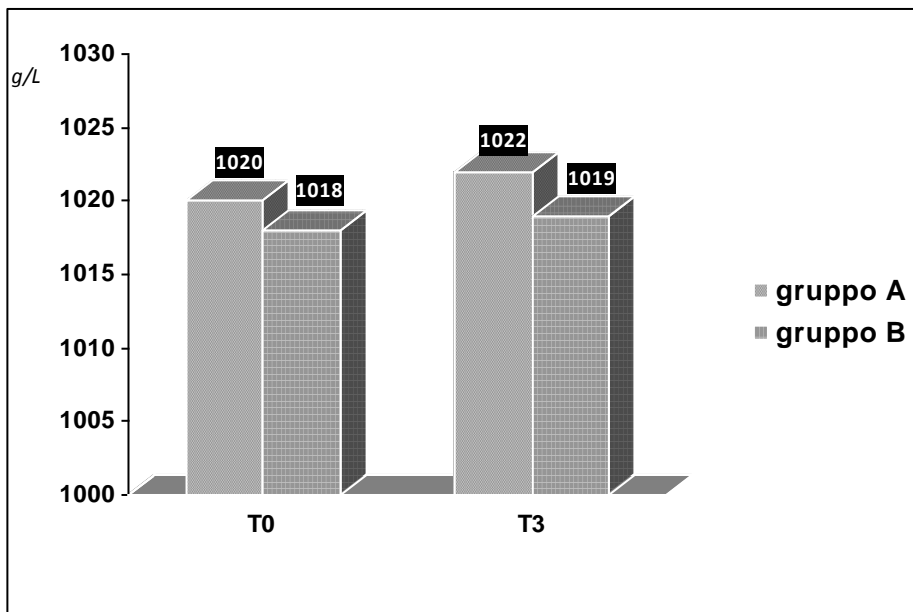
Tabella 3. pH delle urine in Test C (controllo) e Test H (idratazione) prima e dopo esercizio*

Test C	t ₀	t ₂
Gruppo A	5.6 ± 0.2 ^a	5.3 ± 0.1 ^a
Gruppo B	5.6 ± 0.4	5.4 ± 0.5
Test H	t ₀	t ₂
Gruppo A	5.5 ± 0.8	5.4 ± 0.9
Gruppo B	5.4 ± 0.2 ^b	5.7 ± 0.1 ^b

* I dati sono espressi come media ± SD: n=44;

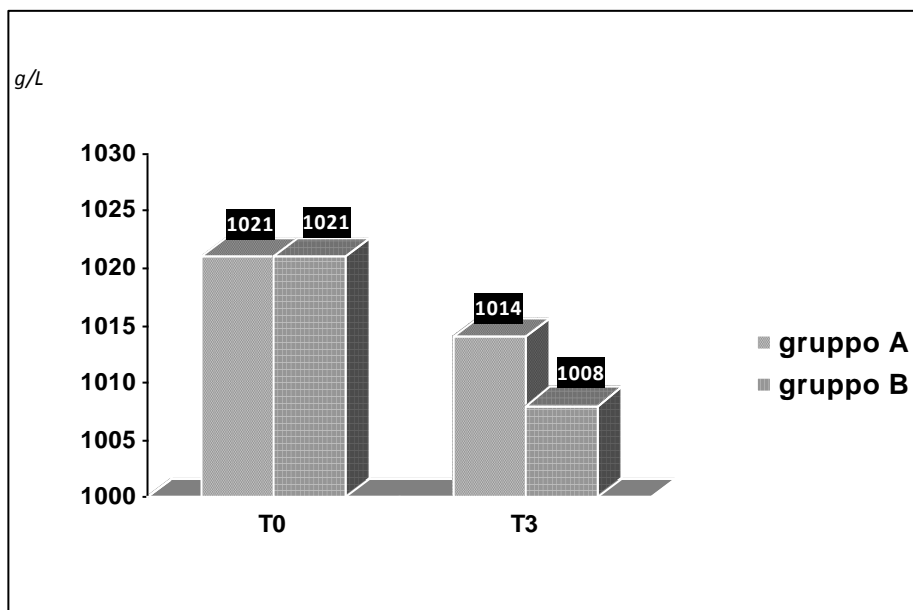
I valori sono significativamente differenti: ^{a e b}p < 0.05

Figura 1. Peso specifico urinario rilevato nel Test C prima e dopo esercizio*



* I dati sono espressi come media \pm SD: n=44;
Gruppo A: 1020 ± 4.7 (t_0) vs 1022 ± 4.4 (t_3): $p < 0.05$
Gruppo B: 1018 ± 6.5 (t_0) vs 1019 ± 5.5 (t_3), $p = ns$

Figura 2. Peso specifico urinario rilevato nel Test H prima (t_0) e 30' dopo esercizio (t_3)*.



* I dati sono espressi come media \pm SD: n=44;
Gruppo A: 1021 ± 4.6 (t_0) vs 1014 ± 4.1 (t_3), $p < 0.05$
Gruppo B: 1021 ± 3.7 (t_0) vs 1008 ± 4.3 (t_3), $p < 0.05$
Gruppo A (t_3) vs Gruppo B (t_3) = $p < 0.0$