

Artikel Penelitian

Efektivitas Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah Pada Atlet Dayung Nasional Laki-Laki

Fitria^{1*}, Siti Arifah Pujonarti², Anna Fitriani¹

¹Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Prof DR Hamka, Indonesia

²Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Indonesia

*Corresponding author: fitria@uhamka.ac.id

ABSTRACT

Background: Long-lasting exercise will deplete muscle glycogen which can be seen from increased levels of blood urea. It can cause a decrease in performance at the next exercise or competition. **Purposes:** This study aimed to determine the effectiveness of giving carbohydrate-electrolyte drinks with a carbohydrate content of 1 g/kg BW compared to 0.35 g/kg BW in reducing blood urea levels. **Methods:** This was a true experimental study, a single-blind, cross-over design in 10 rowing men athletes in the National Training Centre Pangalengan. Beverages provided are electrolyte drinks with amounts of carbohydrates as much as 1 g/kg body weight in the treatment group and 0.35 g/kg body weight in the control group. Beverages given immediately after the workout and the next two hours. A venous blood sample was collected to measure the reduction of blood urea levels before and after drinking beverages using Cobas C111. **Result:** The result showed that the reduction of blood urea levels was higher in the treatment group, namely, 7.1%, compared to the control group, which was only 2.25%. **Conclusion:** These findings show that giving carbohydrate electrolyte drinks with a carbohydrate content of 1 g/kg BW is effective in reducing blood urea levels.

Keywords: blood urea, carbohydrates drinks, muscle glycogen, recovery

ABSTRAK

Latar Belakang: Latihan panjang akan menguras glikogen otot yang dapat diketahui dari peningkatan kadar ureum darah. Hal ini dapat menyebabkan penurunan performa pada latihan atau pertandingan berikutnya. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat dengan kandungan karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB dibandingkan 0,35 gr/kg BB terhadap penurunan kadar ureum darah. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni, bersifat *single blind* dengan rancangan silang pada 10 atlet dayung nasional laki-laki di Pelatnas Dayung Pangalengan. Minuman yang diberikan adalah minuman elektrolit dengan jumlah karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB pada kelompok perlakuan dan 0,35 gr/kgBB pada kelompok kontrol. Minuman tersebut diberikan segera setelah latihan dan dua jam berikutnya. Pengambilan sampel darah vena dilakukan untuk mengukur penurunan kadar ureum darah sebelum dan setelah pemberian minuman dengan alat Cobas C111. **Hasil:** Hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yaitu sebesar 7,1% dibandingkan kelompok kontrol hanya sebesar 2,25%. **Simpulan:** Temuan ini menunjukkan bahwa pemberian

minuman elektrolit berkarbohidrat dengan kandungan karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB efektif menurunkan kadar ureum darah.

Kata kunci: glikogen otot, minuman berkarbohidrat, pemulihan, ureum

PENDAHULUAN

Olahraga dayung termasuk olahraga *endurance* yang dilakukan dalam waktu yang lama dan sangat mengandalkan glikogen sebagai substrat utama penghasil energi. Latihan panjang (>60-90 menit) dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat menurunkan cadangan energi karbohidrat tubuh dan menyebabkan deplesi glikogen otot dan hati yang dapat dilihat dari peningkatan kadar ureum darah (1–4). Peningkatan kadar ureum darah dapat menurunkan kapasitas kerja sekitar 50% dari kapasitas kerja maksimal yang normal (5) dan berdampak negatif terhadap sistem kekebalan tubuh (6). Apabila atlet dayung mengalami deplesi glikogen dan ikut serta dalam pertandingan maka atlet tersebut akan mengalami kelelahan di awal pertandingan. Akibatnya, performa mendayung turun. (7–9).

Penelitian menunjukkan bahwa latihan panjang menyebabkan deplesi glikogen otot dan hati (2,4). Glikogen otot akan menipis sebesar 30% segera setelah latihan (10). Apabila asupan karbohidrat menurun maka cadangan glikogen akan menipis lebih cepat dan akan meningkatkan penggunaan protein sebagai sumber energi melalui glukoneogenesis (11). Glukoneogenesis tersebut akan menyebabkan peningkatan kadar ureum darah seperti yang ditemukan pada penelitian Winaktu pada atlet dayung putri (3). Hasil penelitian tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan kadar ureum darah setelah latihan dari $24,42 \pm 1,78$ mg/dl menjadi $30,92 \pm 2,11$ mg/dl.

Pemulihan dari latihan merupakan proses kompleks yang membutuhkan pengembalian simpanan glikogen otot dan hati (*refuel*), penggantian cairan dan elektrolit yang hilang lewat keringat (*rehydrate*), perbaikan jaringan otot yang rusak (*repair*) dan inisiasi adaptasi latihan (9,12,13). Pemulihan setelah latihan di antaranya yaitu pemulihan glikogen otot. Pengisian kembali simpanan glikogen otot dapat dilakukan dengan cara mengonsumsi karbohidrat. Mengonsumsi karbohidrat segera setelah latihan terutama latihan dengan intensitas yang tinggi dapat membantu memulihkan sistem kekebalan tubuh (14) dan membuat atlet dapat menjalankan sesi latihan berikutnya dengan pemulihan penuh sehingga dapat berlatih ataupun bertanding dengan lebih baik (15).

Salah satu biomarker tidak langsung yang dapat digunakan untuk mengetahui pemulihan glikogen otot yaitu dengan indikator kadar ureum darah (16). Metode ini dapat digunakan untuk mengganti metode biopsi otot. Apabila nilai ureum turun maka simpanan glikogen otot meningkat sedangkan jika nilai ureum naik maka kadar glikogen otot menipis dan terjadi pemecahan protein untuk menghasilkan energi.

Berikut ini adalah beberapa penelitian terkait pemberian karbohidrat setelah latihan dan resintesis glikogen. Pemberian karbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB hanya menghasilkan sintesis glikogen sebesar 2,1 mmol/kg berat kering/jam (17). Apabila jumlah karbohidrat ditingkatkan menjadi 1 gr/kgBB maka sintesis glikogen lebih tinggi yaitu 37,4 mmol/kg berat kering/jam

(18). Akan tetapi, tingkat resintesis glikogen tidak akan banyak meningkat jika karbohidrat diberikan dengan jumlah >1 g/kgBB. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat dengan kandungan karbohidrat sebanyak 0,35 gr/kg BB dibandingkan 1 gr/kg BB terhadap penurunan kadar ureum darah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bersifat *single blind, crossover design* dengan periode *wash out* selama seminggu. Penentuan kelompok perlakuan dan kontrol dilakukan dengan teknik *random* blok permutasi. Penelitian ini dilakukan bulan April 2015 pada 10 atlet dayung laki-laki berusia 18-28 tahun yang menjalani pemusatan latihan di Pelatnas Dayung Pangalengan, Jawa Barat. Kriteria inklusi penelitian ini yaitu atlet berstatus gizi normal, terlatih, dan tidak mengonsumsi suplemen lain selama 3 hari menjelang perlakuan sedangkan kriteria eksklusi yaitu atlet mengalami sakit atau cedera selama penelitian berlangsung. Minuman yang diberikan adalah minuman elektrolit berkarbohidrat kemasan *sachet* yang dilarutkan dengan air putih sebanyak 500 ml (19). Kelompok perlakuan diberikan minuman karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB atau setara dengan 70 gram sedangkan kelompok kontrol diberikan minuman berkarbohidrat sebanyak 0,35 gr/kgBB atau setara dengan 24,5 gram (15,17,19).

Seluruh responden menjalani 2 hari perlakuan dengan selang waktu seminggu. Pada masing-masing hari perlakuan, subjek melakukan sesi latihan *endurance* yaitu mendayung perahu melintasi perairan atau ED Boat 5x15 menit di pagi hari untuk menurunkan cadangan glikogen otot yang bertujuan menguras glikogen otot. Responden diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB atau sebanyak 0,35 gr/kgBB segera setelah latihan dan dua jam berikutnya. Selain itu, juga dilakukan pengambilan sampel darah vena sebanyak 3 kali untuk mengukur kadar ureum darah. Untuk menyamakan kondisi maka seluruh responden diminta untuk menjaga pola aktivitas dan asupan yang sama selama seminggu menjelang masing-masing hari perlakuan. Untuk memastikan hal tersebut, *3 days food weighing* dilakukan menjelang kedua hari perlakuan. Responden juga diminta untuk tidak beraktivitas berat sehari menjelang perlakuan. Seluruh perlakuan telah dinyatakan lulus kaji etik oleh Komisi Ahli Riset dan Etik Riset FKM UI dengan No 187/H2.F10/PPM.00.02/2015. Seluruh data antara kedua perlakuan dibandingkan dengan uji t dependen dan t independen. Signifikansi statistik diset pada $p\text{ value} < 0,05$.

HASIL

Seluruh responden dalam penelitian ini berstatus gizi normal dengan rata-rata usia 23 tahun (tabel 1). Data asupan makanan yang dikumpulkan meliputi data energi total (kkal), karbohidrat (gram), lemak (gram), dan protein (gram). Setelah dilakukan uji statistik diketahui bahwa tidak ada perbedaan bermakna ($p > 0,05$) asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol baik pada periode I maupun periode II (tabel 2).

Kadar ureum darah diukur sebanyak 3 kali yaitu sebelum latihan, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan. Rata-rata kadar ureum darah sebelum latihan pada kelompok perlakuan yaitu 35,70 mg/dL sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 34,90 mg/dL. Setelah dilakukan uji statistik didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan kadar ureum darah sebelum latihan pada kedua kelompok dengan *p value* 0,392. Rata-rata kadar ureum darah sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan yaitu 35,30 mg/dL sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 35,50 mg/dL. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar ureum darah sebelum perlakuan pada kedua kelompok dengan *p value* 0,471. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar ureum darah sebelum latihan dan sebelum perlakuan tidak berbeda bermakna antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (*P value* > 0,05). Artinya, kedua kelompok memulai penelitian dengan keadaan yang sama (tabel 3).

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Karakteristik

Variabel	Rata-rata $\pm$ SD	Min-Max
Usia (tahun)	23,00 $\pm$ 3,91	18 – 28
Berat Badan (kg)	74,98 $\pm$ 6,07	69,6 – 86,0
Tinggi Badan (cm)	178,51 $\pm$ 6,14	170,8 – 191,5
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	23,50 $\pm$ 0,87	21,92 – 24,81
Persen Lemak Tubuh (%)	18,22 $\pm$ 2,11	14,80 – 21,50

Tabel 2. Rata-rata Asupan Makanan pada Atlet Dayung Nasional Laki-laki

Variabel	Periode I		Periode II		* <i>P-value</i>
	Kelompok Perlakuan	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan	Kelompok Kontrol	
Energi (kkal)	3769,92 $\pm$ 67,04	3602,17 $\pm$ 195,98	3584,95 $\pm$ 215,57	3853,70 $\pm$ 289,70	0,545
Karbohidrat (g)	509,43 $\pm$ 31,32	483,58 $\pm$ 43,52	479,96 $\pm$ 64,65	517,56 $\pm$ 27,23	0,757
Protein (g)	157,99 $\pm$ 20,92	150,80 $\pm$ 18,11	141,77 $\pm$ 17,81	155,24 $\pm$ 18,01	0,652
Lemak (g)	117,79 $\pm$ 14,81	114,75 $\pm$ 16,83	119,44 $\pm$ 21,93	126,65 $\pm$ 17,92	0,922

Ket: *menggunakan uji statistik *independent t test* (CI 95%)

Tabel 3. Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan dan Sebelum Perlakuan

Variabel	n	Kelompok Perlakuan (mg/dL)	Kelompok Kontrol (mg/dL)	* <i>P- value</i>
Ureum Sebelum Latihan	10	35,70 $\pm$ 6,16	34,90 $\pm$ 6,74	0,392
Ureum Sebelum Perlakuan	10	35,30 $\pm$ 5,71	35,50 $\pm$ 6,39	0,471

Ket: *menggunakan uji statistik *independent t test* (CI 95%)

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Nasional Laki-laki

Variabel	Kelompok	n	Rata-rata $\pm$ SD	% Penurunan	*P- value
KUD I	Perlakuan	10	35,30 $\pm$ 5,71	7,1 %	0,001
KUD II		10	32,80 $\pm$ 4,87		
KUD I	Kontrol	10	35,50 $\pm$ 6,39	2,25 %	0,043
KUD II		10	34,70 $\pm$ 6,32		

Ket: KUD I = kadar ureum darah sebelum perlakuan, KUD II = kadar ureum darah setelah perlakuan

*menggunakan uji statistik *dependent t test* (CI 95%)

Tabel 5. Perbedaan Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Nasional Laki-laki

Variabel	Kelompok	n	Rata-rata $\pm$ SD	*P- value
Penurunan KUD	Perlakuan	10	-2,50 $\pm$ 1,90	0,016
	Kontrol	10	-0,80 $\pm$ 1,31	

Ket: KUD = kadar ureum darah, *menggunakan uji statistik *independent t test* (CI 95%)

Untuk melihat pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum darah maka dilakukan uji statistik menggunakan uji t dependen (tabel 4). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar ureum darah mengalami penurunan secara signifikan setelah diberikan perlakuan pada kedua kelompok. Penurunan kadar ureum darah tersebut lebih tinggi pada kelompok perlakuan yaitu sebesar 7,1% dibandingkan kelompok kontrol hanya sebesar 2,25%. Sedangkan untuk melihat perbedaan pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum darah pada kedua kelompok dilakukan uji statistik menggunakan uji t independen. Hasil uji statistik menunjukkan ada perbedaan pengaruh pada kedua kelompok secara signifikan dengan *p value* 0,016 (tabel 5).

PEMBAHASAN

Pada tabel 2 terlihat bahwa tidak ada perbedaan bermakna rata-rata asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak selama 3 hari menjelang kedua hari perlakuan baik pada periode I maupun periode II ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa antara kedua kelompok memiliki asupan makanan yang sama. Hal ini sejalan dengan penelitian Karp, *et al.*, (2006) dan Pritchett, *et al.*, (2011) yang juga menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna rata-rata asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (20,21).

Hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan rata-rata kadar ureum darah awal antara kedua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh responden memulai latihan dengan cadangan glikogen yang sama (tabel 3). Selain itu, juga tidak ada perbedaan rata-rata kadar ureum darah sebelum perlakuan pada kedua kelompok. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh responden memiliki cadangan glikogen yang sama sebelum menerima perlakuan (tabel 3).

Pemberian minuman berkarbohidrat sangat dianjurkan segera setelah latihan atau maksimal 30 menit setelah latihan karena periode ini merupakan periode *Window of*

Opportunity metabolik bagi otot (22). Analisis menunjukkan bahwa penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yaitu sebesar 7,1% dibandingkan kelompok kontrol yaitu hanya sebesar 2,25% (tabel 4). Hasil penelitian ini menjawab hipotesis penelitian yaitu penurunan kadar ureum darah setelah masa pemulihan pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB lebih tinggi dibandingkan kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB. Hal ini menunjukkan bahwa sintesis glikogen otot lebih efektif pada kelompok perlakuan sehingga semakin sedikit protein yang dipecah. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi resintesis glikogen dan asupan karbohidrat cukup untuk menghasilkan energi sehingga pemecahan protein menurun (3). Penelitian Winaktu juga menunjukkan penurunan kadar ureum darah secara signifikan setelah perlakuan (3).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sintesis glikogen otot sebelumnya dengan metode biopsi otot. Pemberian karbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB hanya menghasilkan sintesis glikogen sebesar 2,1 mmol/kg berat kering/jam (17). Apabila jumlah karbohidrat ditingkatkan menjadi 1 gr/kgBB maka sintesis glikogen lebih tinggi yaitu 33 mmol/kg berat kering/jam (23) dan 37,4 mmol/kg berat kering/jam (18). Akan tetapi, tingkat resintesis glikogen tidak akan banyak meningkat jika karbohidrat diberikan dengan jumlah >1 g/kgBB. Menurut Campbell (15) pemberian karbohidrat sebanyak 1 g/kgBB (24) sama efektifnya dengan 1,5 g/kgBB (25). Artinya, pemberian 1 g/kgBB sudah cukup untuk resintesis glikogen otot setelah latihan resisten dan mencapai 90% nilai glikogen otot sebelum latihan yang diukur pada 4 jam setelah latihan (15). Hal yang sama juga diutarakan oleh Ivy (2000) bahwa meningkatkan jumlah asupan karbohidrat lebih dari 1,0-1,5 g/kgBB tidak akan menambahkan manfaat dan mungkin akan menyebabkan mual dan diare (26). Dengan demikian, pemberian karbohidrat 1 gr/kgBB merupakan jumlah optimal yang harus diberikan pada masa pemulihan.

Penelitian ini membuktikan bahwa konsumsi karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB terbukti efektif mengembalikan simpanan glikogen otot. Dengan demikian, Pelatnas Dayung diharapkan menyediakan minuman berkarbohidrat setelah latihan sebanyak 1 gr/kgBB atau sekitar 70 gram. Minuman berkarbohidrat ini dapat menjadi alternatif pilihan selain minuman susu coklat yang biasa diberikan pada atlet setelah latihan sehingga dapat mengurangi kebosanan atlet terhadap susu coklat.

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak ada kelompok kontrol yang diberikan placebo (air putih) saja. Hal ini tidak dilakukan karena dengan memberikan air putih saja pada atlet setelah latihan berat dapat memperburuk kondisi atlet saat pemulihan dan menyebabkan kelelahan.

SIMPULAN

Terbukti bahwa penurunan kadar ureum darah lebih tinggi setelah diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat dengan kandungan karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB dibandingkan dengan 0,35 gr/kg BB. Diharapkan adanya penelitian sejenis yang meneliti efektivitas jika frekuensi pemberian karbohidrat lebih sering yaitu tiap interval 15-30 menit. Beberapa penelitian

menunjukkan bahwa lebih sering frekuensi karbohidrat diasup akan menghasilkan tingkat sintesis glikogen yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada SATLAK PRIMA KONI PUSAT dan PB PODSI yang telah memberikan bantuan dana untuk pelaksanaan tes laboratorium kadar ureum darah serta untuk para pelatih dan atlet yang telah berkontribusi dalam kegiatan penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan pada penelitian ini.

REFERENSI

1. Khanna GL, Manna I. Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal & cardiovascular response of athletes. *Indian J Med Res.* 2005;121(5):665–9.
2. Kerksick C, Harvey T, Stout J, Campbell B, Wilborn C, Kreider R, et al. International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2008;5:1–12.
3. Winaktu G. Pengaruh pemberian makanan tambahan terhadap kemampuan fisik atlet dayung putri di Pelatnas Jatiluhur. Universitas Indonesia; 1998.
4. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab.* 2020;2(9):817–28.
5. Brouns F. *Essentials of sport nutrition*. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd; 2002.
6. Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci.* 2004;22(1):115–25.
7. Mata F, Valenzuela PL, Gimenez J, Tur C, Ferreria D, Domínguez R, et al. Carbohydrate availability and physical performance: physiological overview and practical recommendations. *Nutrients.* 2019;11(5).
8. Knuiman P, Hopman MTE, Mensink M. Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise. *Nutr Metab.* 2015;12(1):1–11.
9. Kim J, Kim EK. Nutritional strategies to optimize performance and recovery in rowing athletes. *Nutrients.* 2020;12(6):1–13.
10. Pascoe et al. Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistive exercise. *Med Sci Sport Exerc.* 1993;25(3):349–54.
11. Whitney E, Rolfes SR. *Understanding nutrition*. 12th edn. USA: Wadsworth, Cengage Learning.; 2011.
12. Ivy JL. Regulation of muscle glycogen repletion, muscle protein synthesis and repair following exercise. *J Sport Sci Med.* 2004;3(3):131–8.
13. Burke L. *Nutrition for recovery after training and competition*. In: *Clinical sports nutrition*. 4th ed. China: McGraw-Hill; 2010.
14. Arent SM, Cintineo HP, McFadden BA, Chandler AJ, Arent MA. Nutrient timing: A garage door of opportunity? *Nutrients.* 2020;12(7):1–19.

15. Campbell BI. Sports nutrition: enhancing athletic performance. CRC Press. Taylor & Francis Group, LLC.; 2014.
16. Wan JJ, Qin Z, Wang PY, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: General understanding and treatment. *Exp Mol Med*. 2017;49(10):e384-11.
17. Blom et al. Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19:491-6.
18. M M, Proieto J, Hargreaves M. Skeletal muscle GLUT-4 and postexercise muscle glycogen storage in humans. *J Appl Physiol*. 1996;80(2):411-5.
19. Fitriani A, Setiarini A, Ahmad EK, Purwaningtyas DR, Fitria. Effects of chocolate milk consumption on muscle recovery following rowing exercise: A randomised crossover study. *Malays J Nutr*. 2023;29(1):103-13.
20. Karp JR, Johnston JD, Tecklenburg S, Mickleborough TD, Fly AD, Stager JM. Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006;16(1):78-91.
21. Pritchett KL, Pritchett RC, Green JM, Katica C, Combs B, Eldridge M, et al. Comparisons of post-exercise chocolate milk and a commercial recovery beverage following cycling training on recovery and performance. *J Exerc Physiol Online*. 2011;14(6):29-39.
22. Spano M. Postexercise recovery: Proper nutrition is key to refuel, rehydrate, and rebuild after strenuous workouts. *Today's Dietitian*. 2013. p. Vol. 15 No. 11 P. 18.
23. Ivy JL, Katz AL, Cutler CL, Sherman WM, Coyle EF. Muscle glycogen synthesis after exercise: Effect of time of carbohydrate ingestion. *J Appl Physiol*. 1988;64(4):1480-5.
24. Roy BD, Tarnopolsky MA. Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1998;84(3):890-6.
25. Pascoe, D D, Costill, L D, Fink, J W, et al. Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistive exercise. *Med Sci Sport Exerc*. 1993;25(3):349-54.
26. Ivy JL. Optimization of glycogen stores. In: Maughan RJ, editor. *Nutrition in Sports*. Oxford: Blackwell Science; 2000.