

**SODYUM BİKARBONAT ALIMININ FARKLI YÜKSEKLİKLERDE YAPILAN
YOĞUN ANAEROBİK EGZERSİZLERE ERGOJENİK ETKİSİ**
**The Ergogenic Effect of the Sodium Bicarbonate on Short Term High Intensity
Anaerobic Exercises in Which are at Different Altitude**

Feyzullah KOCA¹, Cem SÜER², Emre EROL³

Özet : Sodyum bikarbonat, kısa süreli yoğun egzersizde sporcunun performansını artırıcı etkisi olduğu bilinen bir ergojendir. Bu araştırma, sodyum bikarbonat alımının farklı yüksekliklerde (Deniz seviyesi, 1050 metre, 2250 metre) kısa süreli yoğun maksimal egzersiz performansına etkisi kan laktat düzeyleri ölçülerek araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, denekler, aktif spor yapmayan ve buldukları yüksekliklerde en az bir ay yaşamış olan sağlıklı bireyler arasından seçilmiştir. Bireyler deney (n=30), plasebo (n=30) ve kontrol (n=30) olmak üzere üç farklı yükseklikten alınan toplam 90 kişi ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada, egzersizden iki saat önce deney grubuna sodyum bikarbonat verilirken, plasebo grubuna sodyum klorür verilmiş ve kontrol grubuna ise her hangi bir şey verilmemiştir. Egzersizden hemen önce, egzersizden hemen sonra ve egzersizden iki dakika sonra olmak üzere bireylerden 3 kez kan örnekleri alınmış ve kan laktat düzeyleri ölçülerek gruplar arasındaki fark ANOVA testi ile analiz edilmiştir. Kan laktat düzeyleri karşılaştırıldığında, deney grubu ile plasebo ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olduğu (p<0,05) görülmüş, plasebo ve kontrol grubu arasında ise fark belirlenmemiştir. Sodyum bikarbonatın kısa süreli yoğun egzersiz üzerindeki etkisinin, yüksek irtifada pozitif olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak; bu çalışma sodyum bikarbonat alımının yüksek irtifada performans üzerine ilave bir etkisinin olmadığını, buna karşın kısa süreli submaksimal egzersizlerde performans üzerinde ergojenik bir etki sağladığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Performans, sodyum bikarbonat, yüksek irtifa, anaerobik egzersiz

Summary : Sodium bicarbonate that is accepted as a ergogen has a positive effect on short term high-intensity maximal exercise. In this study, the effect of the sodium bicarbonate on short term high-intensity maximal exercise in different altitude (sea level, 1000m and 2250m) was investigated by measuring blood lactate level. The subjects were chosen volunteer normal /healthy individuals who were living in these altitudes at least one month. The subjects (n=90) were divided into three groups for each altitude. Control (n=30), placebo (n=30) experimental (n=30) groups. In the study, two hours before the test, sodium bicarbonate to experimental groups, sodium chloride to placebo groups and nothing to control groups were given. Before, after and 2 minutes after the exercise, the blood was taken to analyze the lactate concentration. Differences between groups were tested by ANOVA. Statistical results showed that there were differences (p<0,05) between both experimental and placebo and experimental and control groups. However, sodium bicarbonate has no positive effect in high altitude on short term intensive submaximal exercise. As a result, this study indicate that sodium bicarbonate increase the performance, but in high altitude has not effect on the performance.

Key words: Performance, sodium bicarbonate, high altitude, anaerobic exercise

¹ Öğr.Gör.Dr. Erciyes Üniv. Beden Eğt.Spor YO, Kayseri

² Prof.Dr.Erciyes Üniv. Tıp Fak,Fizyoloji AD, Kayseri

³ Doç.Dr.Gazi Üniv. Beden Eğitimi ve Spor YO, Ankara

Performans, spor alanında verim sergilemeyi ifade eden bir sözcüktür. Bu verim, bir spor müsabakası

sırasında sporcuların bireysel özelliklerini müsabakanın kuralları doğrultusunda sergileme yeteneği ile önem kazanmaktadır (1-3). Sporcu için kazanmanın amaç olduğu, spor yarışlarında, kazanmakla kaybetmek arasında saniyeler, saliseler, gram ve milimetreler önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, sporcular antrenmanla kazandıkları performansın ötesinde yarışmanın sonucunu etkileyecek bir takım madde, malzeme ve yöntemleri kullanmaya yönelmektedirler (5, 6).

Sportif performansa etki eden maddelere ergojenler adı verilir. Bazılarının kullanılmasına, organizmaya verdiği aşırı zararlardan dolayı Uluslararası Olimpiyat Komitesi ve spor federasyonları tarafından “doping sınıflaması” adı altında yasak veya kısıtlama getirilmiştir. Bazı ergojenler ise etik olarak sakıncalı bulunmakla beraber, organizmada fazla yan etki göstermediğinden kullanılmaları serbest bırakılmıştır (7). Bu kapsamda, sodyum bikarbonat (NaHCO_3) kullanılması serbest olan ergojenlerden birisi olarak kabul edilmektedir (7, 8).

Organizmada kaslarda karbonhidratlardan enerji oluşması sırasında glikozun pürivik aside dönüşmesiyle yüksek düzeyde enerji açığa çıkmakta, ortamda oksijen olmadığı zaman da pürivik asit, bir takım enzimlerin aracılığıyla enerji oluşurmaya devam etmektedir. Fakat enerjinin oksijensiz ortamda oluşmasının sonucunda, enerji oluşumunu olumsuz etkileyen pürivik asit ve hidrojen atomları ortamda birikmekte ve bir takım ürünlerle kimyasal reaksiyona girerek laktik asidi oluşturmaktadırlar (9). Kanda laktik asit düzeyinin artışı ise, hücre içi ve hücre dışı ortamın PH'ının azalmasına ve dolayısıyla yorgunluğa neden olmaktadır (10). Yüksek yoğunlukta yapılan egzersizlerde kas laktat yoğunluğunun dinlenme durumuna göre 14 kat arttığı ve bunun 1/3'ünün kana salındığı bildirilmektedir (11). Antrenmansız bireylerde kan laktat değerleri 9-12 mmol/L arasında değişirken, antrenmanlı bireylerde bu değerler 12-22 mmol/L'ye kadar yükselebilmektedir (12-15).

Vücutta biriken hidrojeni ortamdaki uzaklaştıran sistemlerin en önemlisi “*Sodyum Bikarbonat Tamponlama Sistemidir*”. Hücre içi ve dışı ortamda NaHCO_3 düzeyinin yükselmesiyle, hidrojen iyonları ortamdaki hızla uzaklaştırılmaktadır. Araştırmacılar bu bilginin ışığında; egzersiz sırasında vücutta bikarbonat düzeyini yükseltmek üzere sporcuya dışarıdan NaHCO_3 yüklemenin yararlı olacağı hipotezini öne sürmüşler ancak başlangıçta yapılan çalışmalarda sodyum bikarbonatın verilme zamanı, miktarı, egzersizin süresi, şiddeti ve bireysel farklılıklardan dolayı belirgin sonuçlar elde edilememiştir (16-19).

Bu çalışma, vücuda dışarıdan verilen NaHCO_3 'ün, yüksek irtifada yapılan yüksek yoğunlukta anaerobik egzersizlerde bireyin performansına etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, aktif olarak spor yapmayan, yaşı 18–22 yıl arasında değişen ve buldukları yükseklik seviyesinde en az bir ay yaşamış olan 90 gönüllü erkek üzerinde yapılmıştır. Deneklerden egzersiz yapmalarında herhangi bir sakınca olmadığına dair sağlık raporu istenmiş, araştırma grubunun sağlık hikayeleri, sigara, alkol alışkanlıkları ve ilaç kullanıp kullanmadıkları yapılan bir anketle belirlenmiştir.

Çalışmanın deneyleri, deniz seviyesi 0 m (Mersin), 1050 m yükseklik (Kayseri) ve 2215 m yükseklik (Kayseri Erciyes Dağı) olmak üzere üç farklı seviyede yapılmış ve her seviye için deney, plasebo ve kontrol olmak üzere üç grup oluşturulmuş, her bir grupta on kişi yer almıştır. Deney grubuna ergojen olarak 200 mg/kg vücut ağırlığı NaHCO_3 , plasebo grubuna 100 mg/kg vücut ağırlığı sodyum klorür içeren drajeler hazırlanarak suyla birlikte verilmiş, kontrol grubuna ise her hangi bir madde verilmemiştir.

Deneyler, Monark marka bisiklet ergometresi kullanılarak yapılmıştır. Testin başlangıcında bisiklete bir kg ağırlık takılarak bireylere dakikada 40 çevrim yaptırılmış, iki dakika süre ile 40 Watt güç oluşturulacak şekilde pedal çevirmeleri istenmiş ve

gücün her iki dakikada bir 40 Watt artırılarak sonuçta 120 Watt olması sağlanmıştır. Daha sonra bireyler yoruluncaya kadar pedal çevirmişler ve bir dakikada çevirdikleri pedal sayısı 40'ın altına düştüğünde çalışma sonlandırılmıştır. Egzersiz öncesinde, sonunda ve iki dakika sonrasında bireylerin kolundan kan alınmış ve Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Ana Bilim Dalı Laboratuvarı'nda Sigma Diagnostik Laktat kit'i kullanılarak enzimatik yöntemle deney, plasebo ve kontrol gruplarının plazma laktat düzeyleri belirlenmiştir (20).

Sonuçlar ortalama ve standart sapma olarak tablolarda verilmiştir. Gruplar, kan laktat düzeyleri ile buldukları yükseklik, gruplar ile egzersiz durumu arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak ANOVA ve Post-Hoc paired t testi ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Yükseklik ve egzersiz durumunun grupların kan laktat düzeylerine etkisi Tablo I'de verilmiştir. Deney grubunun kan laktat düzeyi, plasebo ve kontrol grubundan düşük bulunmuştur ($p<0.001$). Kontrol ve plasebo gruplarının kan laktat düzeyleri arasında ise fark yoktur ($p>0.001$). Deniz seviyesi ve 1050 m yüksekliklerde bireylerin kan laktat düzeyleri arasındaki sınırdaki farklılığın ($p=0.45$) dışında, farklı yükseklikteki bireylerin kan laktat düzeyleri arasında fark yoktur. Egzersiz öncesi,

sonu ve iki dakika sonrası bireylerin kan laktat düzeyleri arasında ise fark bulunmaktadır ($p<0.001$). Bu testin sonuçlarına göre grup, yükselti ve egzersiz durumunun laktat seviyeleri üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca, incelenen faktörlerden sadece grup ile egzersiz durumu faktörleri arasında anlamlı bir etkileşim olduğu saptanmıştır. ANOVA testi sonuçları Tablo I'de gösterilmiştir.

Çalışılan her üç yükseltide de egzersiz öncesi plazma laktat düzeyleri, üç grup birbiri ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Tablo II).

Bu araştırmada çalışılan her üç yükseltide de egzersiz sonrasında plazma laktat düzeyi, öncesine göre, üç grupta da anlamlı bir şekilde artmıştır (Tablo III).

Bisiklet ergometre testinin sonucunda oluşan laktat düzeyi, her üç yükseltide de, deney grubu; plasebo ve kontrol grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuştur (Tablo IV).

Çalışmanın yapıldığı her üç yükseltide de bisiklet ergometre testi bitirildikten hemen sonrasında alınan venöz kanlarda ölçülen laktat değerleri, ANOVA testi ile karşılaştırıldığında testin 2 dakika sonrasında alınan değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Tablo V).

Tablo I. Grup, yükseklik ve egzersiz durumunun bireylerin kan laktat düzeyleri üzerine etkisi

Etkenler	DF (Serbestlik derecesi)	F	p
Model	26	310	$p<0,001$
Yükseklik (0 , 1050, 2250 metre)	2	3,657	$p=0,027$
Grup (Deney, Plasebo, Kontrol)	2	20,49	$p<0,001$
Egzersiz Durumu (Submaksimal)	2	39892	$p<0,001$
Etkileşimler			
Yükseklik x Grup	4	0,689	$p>0,05$
Yükseklik x Egzersiz	4	1,061	$p>0,05$
Grup x Egzersiz	4	8,828	$p<0,001$
Yükseklik x Grup x Egzersiz	8	0,612	$p>0,05$

Tablo II. Farklı yüksekliklerde grupların egzersiz öncesi kan laktat düzeylerinin karşılaştırması

Yükseklik (m)	Grup			F	p
	Kontrol	Plasebo	Deney		
0 m	2,47±0,32	2,62±0,27	2,43±0,25	1,255	p>0,05
1050 m	2,34±0,32	2,43±0,25	2,31±0,35	0,396	p>0,05
2250 m	2,43±0,48	2,99±0,53	2,72±0,53	2,960	p>0,05

Tablo III.Farklı yüksekliklerde grupların egzersiz öncesi ve sonu kan laktat düzeylerinin karşılaştırılması

Grup	Yükseklik	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonu	t	p
Kontrol	0 m	2,47±0,32	15,15±0,89	42,04	p<0,001
	1050 m	2,34±0,32	14,40±1,44	25,80	p<0,001
	2250 m	2,43±0,48	14,95±1,08	33,46	p<0,001
Plasebo	0 m	2,62±0,27	14,70±0,63	55,55	p<0,001
	1050 m	2,43±0,25	14,34±1,59	23,26	p<0,001
	2250 m	2,99±0,53	15,52±1,12	31,97	p<0,001
Deney	0 m	2,43±0,25	13,11±0,54	56,37	p<0,001
	1050 m	2,31±0,35	13,02±0,49	56,39	p<0,001
	2250 m	2,72±0,53	13,00±1,07	27,11	p<0,001

Tablo IV. Farklı yüksekliklerde grupların egzersiz sonu kan laktat düzeylerinin karşılaştırması

Yükseklik	Grup			Tek yönlü ANOVA	
	Kontrol	Plasebo	Deney	F	p
0 m	15,15±0,89	14,70±0,63	13,11±0,54	3,76	p<0,036
1050 m	14,40±1,44	14,34±1,59	13,02±0,49	22,95	p<0,001
2250 m	14,95±1,08	15,52±1,12	13,00±1,07	14,63	p<0,001

Tablo V. Farklı yüksekliklerde grupların egzersiz sonu ve iki dakika sonrası kan laktat düzeylerinin karşılaştırması

Gruplar	Yükseklik	Egzersiz sonu	İki dakika sonra dinlenme	t	p
Kontrol	0 m	15,15±0,89	14,63±1,44	0,97	p>0,05
	1050 m	14,40±1,44	13,92±1,22	0,80	p>0,05
	2250 m	14,95±1,08	14,27±1,05	1,43	p>0,05
Plasebo	0 m	14,70±0,63	13,94±1,45	1,55	p>0,05
	1050 m	14,34±1,59	13,87±1,46	0,69	p>0,05
	2250 m	15,52±1,12	14,70±1,37	1,24	p>0,05
Deney	0 m	13,11±0,54	13,91±1,67	1,44	p>0,05
	1050 m	13,02±0,49	13,13±0,71	0,41	p>0,05
	2250 m	13,00±1,07	13,27±1,29	0,51	p>0,05

TARTIŞMA

NaHCO₃'ün bir ergojen kabul edilerek, sporcularda ilave kullanılmasına yönelik yapılan araştırmalarda, sporcunun performansı üzerine olumlu etkisinin olduğunu gösteren çalışmaların olduğu (21-23), ancak olumlu etkisinin olmadığını gösteren çalışmada vardır(24).

Bu çalışmanın bulguları ise, NaHCO₃'ün bireylerin kan laktat düzeyini azalttığını ancak farklı yüksekliklerde laktat düzeyine etkisinin olmadığını göstermiştir. Vücutta egzersiz sırasında bikarbonat düzeyinde egzersizin şiddetine oranla bir azalma olmakta ve egzersizin bitmesini izleyen 3-5 dakika içerisinde bu düzey geriye dönmektedir (25). Diğer bir ifadeyle, maksimum şiddetteki egzersiz süresinin uzatılması veya yorgunluk oluşmasının geciktirilmesi bir anlamda egzersiz süresince vücutta HCO₃ düzeyinin azalmasını geciktirmekle olmaktadır.

Yapılan diğer araştırmalarda; değişik branşlardaki aktif sporculara 100 mg/kg ile 300 mg/kg arasındaki dozlarda NaHCO₃ verilerek kısa süreli egzersiz üzerinde bikarbonatın etkisine bakılmıştır. Gao ve ark (24) yüzücüler üzerinde yaptıkları bir çalışmada; NaHCO₃'ün sporcuların performansına olumlu etkisi olduğunu bildirirken, diğer araştırmacılar benzer etkiyi bisikletçiler, kürekçiler ve 400 m koşucularda göstermişlerdir (27-29).

Araştırmacılar NaHCO₃'ün, kısa süreli yoğun egzersiz üzerindeki olumlu etkisini çalışan dokuda oluşan H⁺'i ortamdan uzaklaştırarak, hücreler arası PH seviyesini düşürerek ve aşırı yorgunluğu engelleyerek gösterdiğini ileri sürmektedirler. Dolayısıyla, ilave olarak verilen NaHCO₃, sporcunun performansını olumsuz yönde etkileyen kandaki artmış laktat düzeyini düşürmektedir.

Yapılan bu çalışmada NaHCO₃'ün kan laktat düzeyine etkisinin, yükseklikten etkilenme durumu, deneylerin üç farklı yükseklikte yapılması ile test edilmiş ancak NaHCO₃'ün özellikle farklı yüksekliklerde performansa ilave olumlu bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Kozak ve arkadaşları da (30) yaptıkları çalışmada benzer olarak, 2957 m yükseklikte yaşayan ve antrenmanlı bisikletçilerde NaHCO₃'ün sporcuların performansını artırıcı bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Antrenmansız bireylerde kan laktat düzeyi 9-12 mmol/L arasında değişirken, antrenmanlı bireylerde bu değerler 12-22 mmol/L'ye kadar yükselebilmektedir (31). Diğer çalışmaların genellikle antrenmanlı sporcular üzerinde yapılması, çalışmamıza alınan bireylerin ise aktif spor yapmayan kişiler olması bireylerin kan laktat düzeylerinin farklılığının nedeni olarak düşünülmektedir.

Henning ve arkadaşları (32) kürekçilerde kısa süreli egzersizde NaHCO_3 'ün kan laktat düzeyi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; plasebo grubunun kan laktat düzeyini egzersiz öncesi ve hemen sonrası sırasıyla 1.0+0.2 ve 16.2+1.2 mmol/L ve NaHCO_3 alanların kan laktat düzeylerini egzersiz öncesi ve hemen sonrası 0.9+0.1 ve 25.7+2.1 mmol/L olarak bulmuşlardır. Donald (33) ise kısa süreli submaksimal egzersiz yapan kürekçilerde yaptığı çalışmada; plasebo grubunun kan laktat seviyesini ısınma egzersizinden sonra 10.3 mmol/L, submaksimal egzersizden hemen sonra 17.9 mmol/L ve NaHCO_3 alan grubun kan laktat düzeyini ısınma egzersizinden sonra 14.9 mmol/L, submaksimal egzersizden hemen sonra ise 20.2 mmol/L olarak belirlemiştir. Mc Naughton (34) kısa süreli submaksimal egzersiz antrenmanlı bisikletçilerin; egzersiz öncesi aynı olan kan laktat düzeylerinin, egzersiz anında ve kısa süreli egzersiz sonucunda deney grubunda anlamlı derecede düşük olduğunu, ancak egzersiz devam ettikçe bu farklılığın ortadan kalktığını saptamış, Bouissou (35) ile Costill (36) kısa süreli yoğun egzersizlerde NaHCO_3 'ün olumlu etkisini sportif performansın birinci ile altıncı dakikaları arasında gösterdiğini belirlemiştir.

Sonuç olarak NaHCO_3 'ün kısa süreli yoğun egzersizlerde ergojenik etkisinin olduğu, Bu araştırmanın sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir. Ancak bu NaHCO_3 'ün çalışma ile farklı yüksekliklerde ilave bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Çetin N, Flock T. Genel Kondisyon Antrenmanı ve Sporda Performans Kontrolü. Tekten Ofset Matbaacılık, Niğde 2000, ss.56-59.
2. Zorba E. Herkes İçin Spor ve Fiziksel Uygunluk. Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü Eğitim Dairesi Yayınları, Ankara 1999, ss. 174-176.
3. Gomes MR, Tirapegui J. Relation of some nutritional supplements and physical performance. Arch Latin Nutr 2000, 50: 317-29.
4. Williams M. Ergogenics and ergolytic substances. Med Sci Sports Excer 1992, 24: 344-347.
5. Bahrke MS, Morga WP. Evaluation of the ergogenics properties of Gingseng. Sports Med 1994, 18: 229-232.
6. Grunewald KK, Bailey RS. Commercially marketed supplements of bodybuilding athletes. Sports Med 1993, 15: 90-94.
7. Williams M. Nutritional ergogenics in athletics. J Sports Sci 1995, 13: 65-67.
8. Beltz SD, Doering PL. Efficacy of nutritional supplements used by athletes. Clin Phar 1993, 12: 900-908.
9. Mc Ardle W.D., Katch F.L., Katch V.L.: Exercise Physiology, Lea and Febiger, Philadelphia 1986. pp.50-51,129.
10. Üstüdal KM, Karakaş ES, Karaküçük İ, Çoksevrim B, Coşkun A. The effects of sodium bicarbonate ingestion on plasma lactate levels and exercise performance. T. J Med Sci 1994, 20: 105-108.
11. Katz A, Sahlin K. Role of oxygen in regulation of glycolysis and lactate production in human skeletal muscle. Exer Sport Sci Rev 1990, 18: 1-28.
12. Karakaş ES. Sporcu Sağlığı. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri 1987, 54-58
13. Mercier J, Mercier B, Prefaut C. Blood lactate increase during the force velocity exercise test. Int J Sports Med 1993, 12: 17-20.
14. Mc Guiggin ME, Schneider DA. Plasma cyclic AMP and blood lactate responses to incremental cycling in untrained male subjects. Int J Sports Med 1993, 14: 362-367.
15. Oyono SE, Heitz A, Marbach J, et al. Blood lactate during constant-load exercise a aerobic and anaerobic thresholds. E J Appl Physiol Occup Physiol 1990, 60: 321-330.
16. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. Saunders Collage Publishing, Philadelphia 1988.

17. Guyton AC. *Textbook of Medical Physiology* (Çev: Gökhan N, Çavuşoğlu H) Güven Kitabevi Yayınları, İstanbul 1989.
18. Williams R. *Essentials of Nutrition and Diet Therapy Journal of Sports Science*, 1995 13, 65-67.
19. George KP, MacLaren DPM. *The effect of induced alkalosis on endurance running at intensity corresponding to 4 mmol blood lactate. Erg* 1988, 31: 1639-1645.
20. Rodriguez FA, Banguels M, Pons V, et al. *A Comparative study of blood lactate analytic methods. Int J Sports Med* 1992, 13: 462-466.
21. Üstdal M, Köker H. *Sporcu Beslenmesi. Gençlik ve Spor Gen. Müdl. Yayınları, Ankara* 1993, ss.35-36.
22. Brien DM, Mc Kenzie DC. *The effect of induced alkalosis and acidosis on plasma lactate and work output in elite oarsmen. Eur j Appl Physiol Occup Physiol* 1989; 58 (8) :797-802.
23. Pierce E.F, Eastman N.W, Hammer W.H, Lynn T.D. *Effect of induced alkalosis on swimming time trials. J Sports Sci* 1992 Jun; 10: 225-9.
24. Stainsb YWN, Brooks GA. *Control of lactic acid metabolism in contracting skeletal muscles and during exercise. Exe and Sport Sci Rev* 1990, 18: 29-63.
25. Webster M.J, Webster MN, Crawford RE, et al. *Effect of sodium bicarbonate ingestion on exhaustive resistance exercise performance. Med Sci in Sports and Excer* 1993, 25: 960-965.
26. Gao JP, Costil DL, Horswill C, Park S. *Sodium bicarbonate ingestion improves performance in interval swimming. Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988, 58: 171-174.
27. Mc Naughton L, Dalton B, Palmer G. *Sodium bicarbonate can be used as an ergogenic aid in high intensity, competitive cycle ergometry of 1 h duration. Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999, 80: 64-69.
28. McNaughton LR. *Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. J Sports Sci* 1992, 10: 415-423.
29. Webster MJ, Webster MN, Crawford RE, Gladden B. *Effect of sodium bicarbonate ingestion on exhaustive resistance performance. Med Sci Sports Exer* 1993, 25: 960-965.
30. Kozak K, Collins K, Edmond R, et al. *Sodium bicarbonate ingestion does not improve performance in women cyclists. Med Sci Sports Exer* 1994, 26: 1510-1515.
31. Tiryaki GR, Atterbom HA. *The effect of sodium bicarbonate and sodium citrate on 600 running time of trained females. J Sports Med Phys Fit* 1995, 35:194-198.
32. Henning B, Nelsen P, Bremose M. *Bikarbonate attenuates arterial desaturation during maximal exercise in humans. J Appl Physiol* 2002, 93:724-731.
33. Mc Naughton L, Curtin R, Goodman G, et al. *Anaerobic work and power output during cycle ergometer exercise: effects of bicarbonate loading. J Sports Sci* 1991, 9: 151-160.
34. Mc Naughton L, Brand D, Gerry P. *Sodium bicarbonate can be used as an ergogenic aid in high-intensity competitive of 1 h duration. Eur J Appl Physiol* 1999, 80: 64-69.
35. Bouissou P, Defer G, Guezzenec CY, et al. *Metabolik and blood catecholamine responses to exercise during alkalosis. Med Sci Sport Exer* 1988, 20: 228-232.
36. Costill DL, Verrstappen F, Kuipers H, et al. *Acid base balance during repeated bouts of exercise: influence of HCO₃. Int J Sports Med* 1984, 5: 228-23.