

## Sedanterlerde Gliserol Takviyesinin Plazma Aldosteron Düzeyleri Üzerine Etkisi

Süleyman PATLAR<sup>a1</sup>, Ercan KESKİN<sup>2</sup>, Oktay ÇAKMAKÇI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu,

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, KONYA

### ÖZET

**Giriş:** Bu çalışmanın amacı, sedanterlerde gliserol uygulamasının plazma aldosteron düzeylerini nasıl etkilediğini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma yaş ortalamaları 22.82±1.49 yıl ve vücut ağırlığı ortalamaları 73.96±9.16 kg olan ve Selçuk Üniversitesi'nin değişik fakültelerinde okuyan 20 sağlıklı erkek üzerinde gerçekleştirildi.

Denekler iki gruba (Sedanter grup (S), Gliserol takviyeli sedanter grup (GS)) ayrıldı. Her iki gruptaki deneklere 20. günün sonunda 20 m mekik koşu testi uygulandı. GS grubuna dahil olan deneklere 20 gün boyunca sabah saat 10.00'da oral olarak 1.2 g/kg dozunda gliserol 1.5 lt su ile karıştırılarak takviye yapıldı. Bütün deneklerden egzersiz periyoduna ve gliserol takviyesine başlamadan önce kan örnekleri alındı. Ayrıca, 20 günlük gliserol takviyesinden sonra tüm deneklerden ikinci kan örnekleri alındı. 20. günün sonunda her iki gruba da belirtilen egzersiz testi uygulandı. Egzersiz testinin bitiminden hemen sonra üçüncü kan örnekleri alındı. Egzersizden 2 saat sonra dördüncü ve 24 saat sonra beşinci kan örnekleri alındı. Alınan kan örneklerinde belirlenen plazma aldosteron düzeyleri ölçüldü.

**Bulgular:** Her iki grubun aldosteron düzeyleri yapılan 5 ölçümde de birbirinden farklı değildi. Egzersizden hemen sonra hem GS, hem de S grubunun plazma aldosteron düzeyleri egzersiz öncesi değerlerden önemli şekilde yüksekti ( $p<0.05$ ). Egzersizden 2 saat sonra ölçülen aldosteron düzeyleri her iki grupta da egzersizden hemen sonraki aldosteron düzeylerine oranla anlamlı şekilde düşüktü ( $p<0.05$ ). Egzersizden 24 saat sonra ölçülen aldosteron düzeyleri egzersizden hemen sonra ve iki saat sonraki aldosteron düzeylerinden önemli şekilde düşüktü ( $p<0.05$ ).

**Sonuç:** Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları egzersizin aldosteron düzeylerini etkilemekle beraber, en azından bu egzersiz protokolü ile bu miktarda ve sürede gliserol uygulamasının aynı parametre üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir. ©2007, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi

**Anahtar kelimeler:** Gliserol, Aldosteron, Egzersiz

### ABSTRACT

#### The Effects of Glycerol Supplement on Plasma Aldosterone Levels in Sedentaries

**Objectives:** The aim of this study is to search the effects of the glycerol supplement on the levels of plasma aldosterone of sedentaries.

**Material and Method:** In this study, 20 students with an average age of 22.82 ± 1.49 year and an average weight of 73.96 ± 9.16 kg, who attend currently at the other faculties of Selçuk University, were used as subjects.

Subjects were divided into two groups which were sedentaries (S) and sedentaries supplemented with glycerol (GS). The test of shuttle and run of 20 meters was applied to subjects in the groups S and GS at the end of 20th days. Subjects of the group GS were supplemented orally 1,5 lt water with the dose of 1.2 g/kg of glycerol at ten o'clock every morning during the period of twenty days. At the same time, samples of blood were taken from all the subjects before tests and supplemented with glycerol. Besides, samples of blood were taken from subjects only in the group GS after the supplemented with glycerol. At the end of 20th days, the specified exercise tests were applied to two groups after the second blood test. Just after the exercise tests, samples of blood were taken from the subjects the third time. Then, the samples of blood were taken from them two hours later after the exercises the fourth time and also twenty four hours later after the same exercises the fifth time again.

**Results:** The level of plasma aldosterone of blood samples of all groups was almost similar in 5 measured. The level of plasma aldosterone of blood samples of all groups just after exercise was higher significantly than that before exercise ( $p<0.05$ ). Measured level of plasma aldosterone two hours later after exercise was lower than that just after exercise ( $p<0.05$ ). Measured level of plasma aldosterone twenty hours later after exercise was lower than that just and two hours later after exercise ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** It can be concluded that the glycerol supplement applied together with this exercise protocol had no remarkable effect on the levels of plasma renin aldosterone at least by the sum used in the tests and in that limited period of time. ©2007, Fırat University, Medical Faculty

**Key words:** Glycerol, Aldosterone, Exercise

Yeterli bir sıvı hacminin korunması kardiyovasküler sistemin normal aktivitesi için vazgeçilmez bir şarttır. Vücuttaki bu denge hormonal ve sinirsel mesajların işe karıştığı çok sayıda organ arasındaki etkileşimlerle sağlanır. Fiziksel stres gibi potansiyel olarak bu denge halini kronik ya da akut olarak değiştirebilen etkenler çeşitli homeostatik mekanizmaları harekete geçirirler (1).

İnsanlarda egzersize karşı sıvı-elektrolit dengenin ve kardiyovasküler aktivitenin adaptasyonu gibi fizyolojik cevabın düzenlenmesinde ANP (Atrial Natriüretik Peptid), digoksin, ADH (Antidiüretik Hormon) gibi ilgili birçok madde rol almakla birlikte birincil rolü renin-anjiyotensin-aldosterone (RAA) sistemi oynar. RAA sistemi, özellikle sıvı-elektrolit dengesinin, kan volümünün ve arter kan basıncının

<sup>a</sup> Yazışma Adresi: Dr. Süleyman Patlar, Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, KONYA

\*3-5 Kasım 2006 tarihleri arasında Muğlada düzenlenen 9. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Tel: +90 332 223 31 38

e-mail: spatlar@selcuk.edu.tr

düzenlenmesinde ve fizyolojik düzeylerde devamının sağlanmasında temel görev üstlenir. Çevresel değişikliklerin çeşitliliği, egzersiz protokolü ve farklı deneklerin özelliklerinden dolayı egzersize bağlı hormonal ve vasküler volüm değişikliklerini yorumlamak oldukça zordur (1).

Plazma hacminin artırılması ve egzersizin uzun süre devam ettirilebilmesi için sporculara, oral yada intravenöz yolla gliserol, dekstran vb. gibi ajanlar verilmektedir. Bu konu ile ilgili de birçok literatüre rastlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, sporculara rastgele yöntemle gliserol yüklemesi yapılarak sporcuların performansının daha fazla arttığı bildirilmektedir (2).

Gliserol hidroskobik bir maddedir. Bu sebeple havadaki suyu emmekte ve su tutucu bir özellik göstermektedir. Gliserol hidrojen bağıyla suya bağlanıp sıvı boşlukları arasında ozmotik hareket ile oranlı olarak dağıldığı ve toplam vücut suyunu (TBW) artırdığı tespit edilmiştir (3). Fazla gliserol vücuda alındığında total vücut sıvısı miktarında 250-666 ml artış görülür. Fazla alınan suyun aksine fazla alınan gliserolün antrenman yapma kapasitesini artırdığı görülmüştür (4).

Coutts ve ark (5) tarafından 3 bayan ve 7 erkek elit atlet üzerindeki yapılan çalışmada, sporculara rastgele yöntemle gliserol ve karbonhidrat yüklemesi yapılmış ve gliserol yüklemesi yapılan atletlerin olimpiyatlardaki performansının daha fazla arttığı gözlenmiştir.

Murray ve ark (6), egzersiz sırasında gliserol tatbik edilmesinin kardiyovasküler ve termoregülatör sisteme olumlu bir etki yapabileceğini kaydederek, ozmotik olarak aktif bir madde olan gliserolün oral olarak verilmesinden sonra vücut suyunun dağıtılmasında önemli etkisinin olduğunu, hepatik ve renal metabolizma sayesinde intravasküler aralıktan yavaş olarak uzaklaştırıldığını bildirmektedirler.

Ayrıca gliserol uygulamasının plazma ozmolaritesini artırdığını, idrar volümünü azalttığını ve plazma volümünü genişlettiğini ifade eden araştırmacılar (7), egzersizden önce verilen gliserolün egzersiz sırasında iç ısının azaltılmasında ve terleme hızının artmasında önemli etkilerinin olduğunu vurgulamaktadırlar (8,9).

Gliserol ile oluşturulan hiperhidrasyonla birlikte iç ısı ve kalp atımı azalmakta (10), dayanıklılık performansı ve ter oranı artmaktadır (7,11,12).

Literatürlerde gliserol takviyesinin plazma aldosteron düzeyleri üzerine ne tür etkilerinin olduğu yönünde çok fazla literatüre rastlanamamış olması, bizi bu çalışmayı yapmaya sevk etmiştir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, yaş ortalamaları  $22.82 \pm 1.49$  yıl ve vücut ağırlığı ortalamaları  $73.96 \pm 9.16$  kg olan Selçuk Üniversitesinin değişik fakültelerinde okuyan ve aktif egzersiz yapmayan 20 sağlıklı erkek öğrenci üzerinde gerçekleştirildi. Gruplar:

1. Grup: Sedanter grup; S (n:10)

2. Grup: Gliserol takviyeli sedanter grup; GS (n:10) olarak düzenlenmiştir.

Denekler iki gruba Sedanter grup (S), Gliserol takviyeli sedanter grup (GS) ayrıldı. Her iki gruptaki deneklere 20 günün sonunda 20 m mekik koşu testi uygulandı. GS grubuna dahil olan deneklere 20 gün boyunca sabah saat 10.00'da oral olarak 1.2 g/kg dozunda gliserol 1.5 lt su ile karıştırılarak

takviye yapıldı. Bütün deneklerden egzersiz periyoduna ve gliserol takviyesine başlamadan önce kan örnekleri alındı. Ayrıca, 20 günlük gliserol takviyesinden sonra tüm deneklerden ikinci kan örnekleri alındı. 20. günün sonunda her iki gruba da belirtilen egzersiz testi uygulandı. Egzersiz testinin bitiminden hemen sonra üçüncü kan örnekleri alındı. Egzersizden 2 saat sonra dördüncü ve 24 saat sonra beşinci kan örnekleri alındı. Alınan kan örneklerinde belirlenen plazma aldosteron düzeyleri ölçüldü.

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya laboratuvarında, dirsek venasından usulüne uygun olarak yeterli miktarlarda alınan kan örnekleri Ethylenediaminetetraacetic asit (EDTA) içeren tüplere aktararak 15 dakikalığına 4°C derecede 3500rpm'de hemen santrifüj edilerek plazmaları elde edildi. Plazma örneklerinden; plazma aldosteron düzeyleri Irma marka DSL-8600 Active Aldosterone kiti kullanılarak radioimmünassay yöntemiyle S.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Laboratuvarındaki Gama Counterla belirlendi.

### Ölçüm zamanlamaları ve kısaltmaları

1. Örneklem zamanı: Takviye öncesi 0 değeri; 0D
2. Örneklem zamanı: Takviye sonrası 20. gün; TS
3. Örneklem zamanı: Egzersizden hemen sonra; ES
4. Örneklem zamanı: Egzersizden 2 saat sonra; E2S
5. Örneklem zamanı: Egzersizden 24 saat sonra; E24S.

### Egzersiz testi

Her iki gruba da yaptırılan bu testin amacı, sporcularda yorgunluk meydana getirmektir. Bu amaçla uygulanan 20 m mekik koşu testi çok aşamalı bir test olup, ilk aşaması ısınma temposundadır. Denekler 20 m'lik mesafeyi gidiş-dönüş olarak koşular. Koşu hızı belli aralıklarla sinyal sesi veren bir teyple denetlendi. Denekler birinci duyduğu sinyal sesinde koşusuna başladı ve ikinci sinyal sesine kadar diğer çizgiye ulaştı. İkinci sinyal sesini duyduğunda ise tekrar geri dönerek başlangıç çizgisine döndü ve bu koşu sinyallerle devam etti. Denekler sinyali duyduğunda ikinci sinyalde pistin diğer ucunda olacak şekilde temposunu kendileri ayarladı. Başta yavaş olan hız her 10 saniyede bir giderek arttı. Denek bir sinyal sesini kaçırıp ikincisine yetişir ise teste devam etti. Eğer denek iki sinyal üst üste kaçırırsa test sona erdirildi (13). Bu yolla test sonunda deneklerde yorgunluk meydana getirildi.

### İstatistik Analizler

Elde edilecek verilerin istatistik analizlerin yapılmasında SPSS paket programı kullanıldı. Tüm deneklerin ölçülen parametrelerinin ortalama değerleri ve standart hataları hesaplandı.

Gruplar arasındaki farklılıkların önem kontrolünde "Mann Withny-U" testi kullanıldı. Grup içi farklılıkların tespitinde ise "Wilcoxon Signed Ranks" testi kullanıldı (14).

## BULGULAR

1.Gruplardan elde edilen plazma aldosteron düzeylerine ait değerler tablo 1 ve grafik 1'de gösterilmiştir.

Çalışmada plazma aldosteron düzeyleri incelendiğinde (tablo 1), S ve GS gruplarındaki TS zamanlaması değerlerinin 0D zamanlamasına göre farklılık göstermediği görüldü. ES zamanlamasında her iki grupta anlamlı bir artış olduğu belirlendi. E2S zamanlamasında aynı gruplarda plazma aldosteron düzeylerinin önemli ( $P<0.05$ ) oranda düştüğü tespit

edildi. Bu düşüşün E24S zamanlamasında yapılan ölçümde de önemli ( $P<0.05$ ) olarak devam ettiği belirlendi.

Aynı örnekleme zamanları dikkate alınarak gruplar arası değerler incelendiğinde (tablo 1), S ve GS gruplarının plazma aldosteron düzeylerinin birbirinden farklı olduğu dikkati çekti. 20 günlük gliserol takviyesi ve egzersiz periyodu sonrası

**Tablo 1.** Gruplardaki Plazma Aldosteron Düzeyleri (n=10)

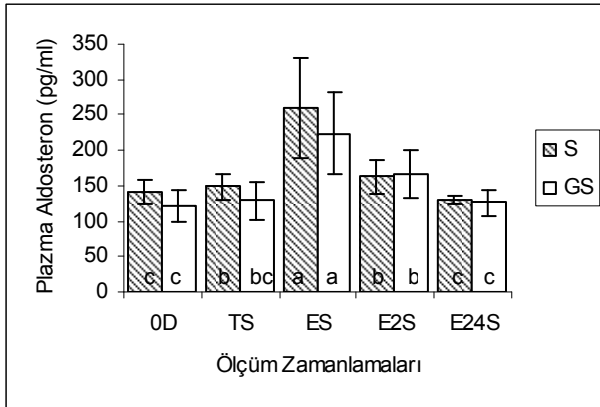
ALDOSTERON (pg/ml)	0D	TS	ES	E2S	E24S
Gruplar	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
S	141.32±17.06 <sup>c</sup>	148.78±18.62 <sup>bc</sup>	260.51±70.25 <sup>a</sup>	162.33±23.48 <sup>b</sup>	130.40±5.39 <sup>c</sup>
GS	122.21±22.02 <sup>c</sup>	129.59±26.90 <sup>bc</sup>	224.11±57.70 <sup>a</sup>	166.67±34.28 <sup>b</sup>	126.09±19.14 <sup>c</sup>

S: Sedanter Grup, GS: Gliserol Takviyeli Sedanter Grup

0D: 0 Değeri, TS: Takviye Sonrası 20. gün, ES: Egzersizden hemen sonra, E2S: Egzersizden 2 saat sonra, E24S: Egzersizden 24 saat sonra.

Her iki grup arasındaki bütün zamanlamalarda önemli bir farklılık yoktur.

abc: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık önemlidir ( $P<0.05$ ).



**Şekil 1.** Aldosteron Düzeyinin Gruplar Arası ve Grup İçi Ortalamaları (pg/ml).

Her iki grup arasındaki bütün zamanlamalarda önemli bir farklılık yoktur.

abc: S ve GS gruplarının kendi içindeki ölçüm zamanlarında farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık önemlidir ( $P<0,05$ ).

## TARTIŞMA

Plazma volüm artışını sağladığı ileri sürülen gliserol'ün oral olarak verilmesinden sonra, vücut sıvısının dağılımındaki etkisi ile hepatik ve renal metabolizmayı etkilediği (6), buna bağlı olarak düzenli egzersiz yapan sporcuların renin-anjiyotensin-aldosteron sisteminde ve bazı hematolojik parametrelerde önemli değişiklikler meydana getirebileceği bildirilmektedir (15). Nitekim bu araştırmada konu ile ilgili bildirimlerden yola çıkarak sedanterlerde oral olarak verilen gliserol'ün plazma aldosteron düzeyleri üzerine etkileri incelendi.

Çalışmada, gruplarda belirlenen plazma aldosteron düzeylerinin, insanlar için bildirilen plazma aldosteron düzeylerinin normal değişim sınırları içerisinde olduğu görüldü (16,17,18,19,20).

Egzersiz ve takviye periyodu sonu S ve GS gruplarında belirlenen aldosteron düzeylerinin farklı olmaması, gliserol takviyesinin plazma aldosteron düzeyini etkilemediği görüşünü akla getirmektedir (3,21,22). Egzersiz testi uygulamasının hemen sonunda elde edilen plazma aldosteron değerlerinin her iki grupta bir önceki döneme göre önemli ( $P<0.05$ ) oranda artış

değerlere bakıldığında (tablo 1), gruplar arasında farklılığın olmadığı görüldü. E2S ve E24S zamanlama değerleri incelendiğinde (tablo 1), belirlenen plazma aldosteron düzeylerinin her iki grupta da istatistiki olarak farklı olduğu belirlendi.

göstermesi, uzun süreli egzersizin vücutta su ve tuz kaybına neden olarak, sıvı ve elektrolit homeostazisini değiştirerek, hiperozmotik hipovolemi'yi ve dolaşımdaki sıvı-regülasyon hormonları konsantrasyonunu artırmaktadır (23, 24).

Nitekim, yapılan birçok çalışmada egzersiz uygulaması sonucu gerek sedanterlerde, gerekse antrenmanlı kişilerde plazma aldosteron düzeylerinin egzersizle birlikte arttığı vurgulanmaktadır (17,19,21,25-28).

Egzersiz sonrası plazma aldosteron düzeylerinin gruplar arasında (tablo 1) herhangi bir farklılık olmayacak şekilde belirlenmesi gliserol takviyesinin uygulanan egzersiz testi dahilinde plazma aldosteron düzeyini etkilemediğini ortaya koymaktadır. Nitekim Freund ve ark (3), Kavouras ve ark (21) ve Maresh ve ark (22) oral olarak gliserol takviyesi yaptıkları çalışmalarda, gliserolün plazma aldosteron düzeyleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Yine çalışmada egzersizden 24 saat sonra belirlenen plazma aldosteron düzeylerinin başlangıç düzeylerine inmesi bu yönde yapılan çalışmalarda elde edilen bulgularla paralellik arz etmektedir (29,30). Egzersiz sonrası gruplarda belirlenen plazma aldosteron düzeyindeki artış, egzersizin ihtiyacı gereği vasküler hacmi, kalp debisini, kas perfüzyonunu artırmaya yönelik sodyum ve su emilimini etkin kılma ile terlemeye bağlı sıvı-elektrolit kaybını en aza indirmeye yönelik fizyolojik mekanizmanın bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (18,20,31,32).

Egzersizden sonraki dönemlerde gruplarda gözlenen anlamlı ( $P<0.05$ ) düşüş ise dinlenme periyodu boyunca sıvı ve elektrolit alınmasına bağlı kompenzasyon olaylarının sonucu olarak plazma aldosteron düzeylerindeki artışı baskılayan ve azaltan plazma elektrolit ve sıvı dengesi ile ozmotik basınçtaki düzelmenin bir sonucudur (28,33,34). Bu mekanizma, dinlenme ve rehidrasyonla birlikte böbrek korteksinde bulunan juxtaglomerular hücreler üzerindeki  $\beta$ -adrenoreseptörlerin feedback mekanizması ile inaktive edilerek renal sempatik tonusu ve renin salınımını, dolayısıyla anjiyotensin II ve aldosteron salınımını azaltmasıdır (1).

Sonuç olarak, bu çalışmada uygulanan akut orta şiddeteki ve submaksimal egzersizin plazma aldosteron düzeyleri üzerine önemli ( $P<0.05$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu egzersiz protokolü ile beraber uygulanan gliserol takviyesinin, en azından bu miktarda ve sürede plazma aldosteron düzeyleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

**KAYNAKLAR**

1. Fallo F. Renin-angiotensin-aldosterone system and physical exercise. *J Sports Med Phys Fitness*, 1993; 33: 306-312.
2. Robergs RA, Griffin SE. Glycerol. *Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications*. Sports Med, 1998; 3: 145-167.
3. Freund BJ, Mountain SJ, Young AJ, et al. Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *J Appl Physiol* 1995; 79: 2069-2077.
4. Goulet E. Effect of Glycerol Hyperhydration Before Exercise in Trained Triathletes on Endurance Performance and Cardiovascular and Thermoregulatory Responses. 2001.
5. Coutts A, Reaburn P, Mummery K, Holmes M. The effect of glycerol hyperhydration on olympic distance triathlon performance in high ambient temperatures. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2002; 12: 1: 105-119.
6. Murray R, Eddy DE, Paul GL, Seifert JG, Halaby GA. Physiological responses to glycerol ingestion during exercise. *Am Physiological Soc* 1991; 1: 144-149.
7. Goulet E, Gauthier P, Labrecque S, Royer D. Glycerol hyperhydration, endurance performance and cardiovascular and thermoregulatory responses: a case study of a highly trained triathlete. *Journal of Exercise Physiology*, 2002; 5.
8. Marino FE, Kay D, Cannon J. Glycerol hyperhydration fails to improve endurance performance and thermoregulation in humans in a warm humid environment. *Pflugers Arch*. 2003; 446: 455-462.
9. Montner P, Stark DM, Riedesel ML, et al. Pre-exercise glycerol hydration improves cycling endurance time. *Int J Sports Med* 1996; 17: 27-33.
10. Anderson MJ, Cotter JD, Garnham AP, Casley DJ, Febbraio MA. Effect of glycerol-induced hyperhydration on thermoregulation and metabolism during exercise in the heat. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2001; 11: 315-333.
11. Hitchins S, Martin DT, Burke L, et al. Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. *European Journal of Applied Physiology*, 1999; 80: 494-501.
12. Lyons TP, Riedesel ML, Meuli LE, Chick TW. Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 477-483.
13. Tamer K. Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi Bağırğan Yayınevi, Kültür Matb 2000, Ankara.
14. Özdamar K. Paket Programları ile İstatiksel Veri Analizi. Anadolu Üniv Yayınları, No.1001, 1997, Eskişehir.
15. Rietjens GJ, Kuipers H, Hartgens F, Keizer HA. Red blood cell profile of elite olympic distance triathletes. A three-year follow-up. *Int J Sports Med* 2002; 23: 391-396.
16. Kinugawa T, Ogino K, Miyakoda H, et al. Responses of Catecholamines, Renin-Angiotensin System, and Atrial Natriuretic Peptide to Exercise in Untrained Men and Women. *Gen Pharmac* 1997; 28: 2: 225-228.
17. Mannix ET, Plange P, Aronof GR, Manfredi F, Farber MO. Atrial natriuretic peptide and the renin-aldosterone axis during exercise in man. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 6, 785-789.
18. Noyan A. Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. 12. Baskı, Meteksan An. Şir, 2000, Ankara.
19. Pastene J, Germain M, Allevard AM, Gharib C, Lacour JR. Water balance during and after marathon running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996; 73: 49-55.
20. Yılmaz B. Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi. Feryal Matbaa, 1. Basım, 1999; 247-371, Ankara.
21. Kavouras SA, Armstrong LE, Maresh CM, et al. Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and thermoregulatory responses during exercise in the heat. *J Appl Physiol* 2006; 100: 442-450.
22. Maresh CM, Gabaree-Boulant CL, Armstrong LE, et al. Effect of hydration on thirst, drinking and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *J Appl Physiol* 2004; 97: 39-44.
23. Melin B, Jimenez C, Savourey G, et al. Effects of hydration state on hormonal and renal responses during moderate exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol*, 1997; 76: 320-327.
24. Podhorska OM, Dziegel P, Gomulkiewicz A, et al. The role of AT1 and AT2 angiotensin receptors in the mechanism of apoptosis in renal tubular cells after physical exercise. *Rocz Akad Med Białymst* 2004; 49: 8-10.
25. Bocqueraz O, Koulmann N, Guigas B, Jimenez C, Melin B. Fluid-Regulatory Hormone Responses during Cycling Exercise in Acute Hypobaric Hypoxia. *Medicine Science in Sports Exercise* 2004; 36: 10: 1730-1736.
26. Freund BJ, Shizuru EM, Hashiro GM, Claybaugh JR. Hormonal, electrolyte and renal responses to exercise are intensity dependent. *J Appl Physiol* 1991; 70: 900-906.
27. Melin B, Eclache JP, Geelen G, et al. Plasma AVP, Neurophysin, Renin Activity and Aldosterone During Submaximal Exercise Performed Until Exhaustion in Trained and Untrained Man. *Eur J Appl Physiol* 1980; 44: 141-151.
28. Morgan RM, Patterson MJ, Nimmo A. Acute effects of dehydration on sweat composition in men during prolonged exercise in the heat. *The American College of Sports Medicine* 2004; 182: 37.
29. Milledge JS, Bryson EI, Catlev DM, et al. Sodium Balance, Fluid Homeostasis and The Renin Aldosterone System During The Prolonged Exercise of Hill Walking. *Cli Sci* 1982; 62: 595-604.
30. Williams ES, Ward MP, Milledge JS, Withey WR, Older MWJ, Forsling ML. Effect of The Exercise of Seven Consecutive Days Hill-Walking on Fluid Homeostasis. *Cli Sci* 1979; 56: 305-316.
31. Guyton MD, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. Tıbbi Fizyoloji (Çev: Çavuşoğlu H), 9. Baskı, Yüce Yayınları, 1996, İstanbul.
32. Günay M, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi. Gazi Kitabevi, Baran ofset, 1. baskı, 2001, Ankara.
33. Aurell M, Vikgren P. Plasma Renin Activity in Su-pine Muscular Exercise. *J App Physiol* 1971; 31: 839-841.
34. Kozłowski S, Brzezinska Z, Nazar K, Kowalski W, Franczyk M. Plasma Catecholamines During Sustained Isometric Exercise. *Clin Sci Mol Med* 1973; 15: 723-731.

Kabul Tarihi: 29.05.2007