



Yükselti Antrenmanlarının Üst Düzey Yüzücülerin Bazı Antropometrik ve Fizyolojik Değişkenler Üzerine Etkisi

The Effects of Altitude Training on Some Anthropometric and Physiological Variables of Elite Swimmers

Funda COŞKUN, Çiğdem ÖZDEMİR, Özgür GÜNAŞTI, Çağlar BILDİRCİN,

Kerem Tuncay ÖZGÜNEN, Sanlı Sadi KURDAK

ORJİNAL ARAŞTIRMA

ORIGINAL RESEARCH

Funda COŞKUN¹
Çiğdem ÖZDEMİR²
Özgür GÜNAŞTI²
Çağlar BILDİRCİN³
Kerem Tuncay ÖZGÜNEN²
Sanlı Sadi KURDAK²

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

² Çukurova Üniversitesi Tıp
Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı
³ Çukurova Üniversitesi Beden
Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Yazışma Adresi/Correspondence:
Funda COŞKUN
Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
ADANA, TÜRKİYE/TURKEY
fcoşkun@cu.edu.tr
cozdemir@cu.edu.tr
ogunasti@cu.edu.tr
ccbildircin@gmail.com
kozgunen@cu.edu.tr
sskurdak@cu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 23/03/2015
Kabul Tarihi/Accepted: 30/04/2015

ISSN: 2149-1046
Celal Bayar Üniversitesi ©
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Özet:

Yükseltide kamp süresince yapılan antrenmanların performansı arttırdığı yönünde çok sayıda çalışma yapılmış olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada yaklaşık üç hafta süreli yükselti antrenmanının sporcuların bazı antropometrik ve fizyolojik değişkenler üzerine olan etkisini irdelemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada 1850 m rakımda 3 hafta süre ile kamp yapan 19.2 ± 1.8 yaşında 182.2 ± 5.9 cm boyunda toplam 7 erkek sporcu değerlendirilmeye alınmıştır. Dinlenme kalp atım hızı ve oksijen saturasyonları sporcular uyanmadan ölçülmüştür (Pulse Oximetry BCI International). Kamp öncesi ve sonrası yapılan tam kan analizleri ile de hemoglobin miktarı tespit edilmiştir. Vücut yağ oranı (%) için Siri formülü ve vücut kas oranı (%) ise Matiegka formülleri ile hesaplanmıştır. Verilerin analizinde Eşleştirilmiş İki grup farkı testi ve varyans analizi kullanılmış, p ≤ 0.05 değerler anlamlı kabul edilmiştir. Yapılan değerlendirmede yüzücülerin vücut ağırlıkları, kamp öncesi 77.2 ± 8.0 kg'dan sonrası 76.1 ± 7.9'a, vücut % yağı 11.2 ± 2.0'den 9.3 ± 1.5'e, dinlenme kalp atım hızı 54.1 ± 4.8'den 48.1 ± 2.5'e anlamlı olarak azalırken, buna karşın vücut % kas değerleri 46.6 ± .8'den 48.8 ± 1.0'e ve hemoglobin miktarlarının 15.0 ± .4'den 15.5 ± .5'e anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir (p < 0.05). Oksijen saturasyonu değerlerinin ise % 95-96 arasında dengede kaldığı görülmüştür. Vücut ağırlığı, vücut % yağı ve dinlenme kalp atım hızındaki azalmanın yapılan antrenmanların yarattığı bir etki olduğu düşünülmektedir. Buna karşın hemoglobin artışının yükselti çalışmalarının özel bir sonucu olarak yorumlamak mümkündür. Bu nedenle yükselti antrenmanlarının deniz seviyesindekilere oranla daha faydalı olabileceği göz önünde tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Yükselti, Oksijen Saturasyonu, Hemoglobin, Vücut Yağ Oranı, Vücut Kas Oranı

Abstract:

It is known that there are numerous studies have been made about enhancing performance with altitude training. The main purpose of the present study was to investigate the effects of 3 weeks of altitude training on some anthropometric and physiological variables of elite swimmers. 7 male swimmers, age 19.2 ± 1.8 years, height 182.2 ± 5.9 cm were evaluated at an altitude of 1850 m for a period of 3 weeks. Resting Heart Rate (RHR) and oxygen saturation of the swimmers were measured at rest state in the morning (Pulse Oximetry BCI International). The amount of hemoglobin level was determined before and after the camp by blood samples. Siri equation was used to calculate body fat percentage (%) and Matiegka formula to calculate body muscle percentage (%). Paired sample t-test and analysis of variance were used and p ≤ 0.05 was considered statistically significant. According to pre-camp evaluation results, body weight (kg), body fat (%) and RHR decreased significantly. Contrarily, significant increases were found on the body muscle (%) and the amount of hemoglobin level. Oxygen saturation values were found to be in a similar between 95–96 % The decrease of body weight, body fat (%) and RHR can be interpreted as an effect of training. On the other hand, it is possible to explain the increase at the amount of hemoglobin as a specific result of altitude training. Therefore, it has to be taken into consideration that the altitude training can be more advantageous than sea level training.

Keywords: Altitude, Oxygen Saturation, Hemoglobin, Body Fat, Body Muscle

Yükselti antrenmanları, hipoksinin deniz seviyesindeki performansı olumlu etkilediği düşüncesinden hareketle üst düzey sporcuların antrenman programlarının bir bileşeni olmuştur (Faiss, Girard ve Millet 2013). Müsabaka öncesi hipoksik koşullarda yapılan kamplarda temel amaç; sporcuları hafif oranda hipoksiye maruz bırakarak performans artışına katkı sağlamaktır. Yükseltide yapılan antrenmana yanıt olarak gelişen performans birbiri ile ilişkili farklı bölümlerden oluşur. Yükselti antrenmanlarının etkiler hematolojik, kardiyorespiratuvar, metabolik ve genetik olarak sıralanabilir (Gough, Saunders, Fowlie, Savage et al, 2012; Rusko, Tikkanen ve Peltonen, 2004; Siewierski, Słomiński, Białecki ve Adamczyk 2012; Truijens, Toussaint, Dow ve Levine, 2003; Epthorp, 2014).

Hipokside, aklimatizasyon süresince oksijen taşınımı ve kullanımını etkileyen organ sistemlerinde ve hücrelerde adaptasyon yanıtları gözlemlenir. Bu adaptasyonlar literatürde kısa süreli ve uzun süreli yanıtlar olarak tanımlanmıştır. Yükseltiye çıkışın ilk 6. ve 7. günde gözlemlenen hiperventilasyon ve sıvı kaybı ile kardiyovasküler duyarlılık artışı kısa süreli değişiklikler olarak tanımlanır. Asit-baz dengesinde zaman içinde görülen uyum ile hematolojik değişiklikler yanında vücut ağırlığında ve kompozisyonunda meydana gelen farklılıklar ise uzun süreli yanıtlar olarak ifade edilmektedir (Naeije, 2010; McArdle, Katch ve Katch, 2001; Pottgiesser, Ahlgrim, Ruthardt, Dickhuth ve Schumacher, 2009; Subudhi, A.W., Bourdillon, N., Bucher, J., Davis, C. et al., 2014; Wyatt, 2014).

Hipoksinin dozu, günlük maruz kalınan toplam hipoksi süresi sporcuların olası kazanımları üzerine doğrudan etkilidir. Olimpik düzeyde genellikle saniyenin kesirlerinde kazanılan veya kaybedilen sonuçların performansı etkileyecek olması, küçük kazanımların anlamını çok daha fazla arttırmaktadır (Bonne, Lundby, Jørgensen, Johansen et al., 2014). Bu nedenle sporcuların yükselti kamplarında, sürekli olarak antrenman kalitesinin üst seviyede tutulabilmesi için özel olarak değerlendirilmesinin ayrı bir önemi bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, üç haftalık yükselti kampında antrenman süresince günlük olarak takip edilen vücut ağırlığı, istirahat kalp atım hızı, oksijen saturasyonlarının kaydını tutarak gözlemlenen değişimleri incelemektir. Ayrıca kamp öncesi ve sonrası gerçekleştirilen hemoglobinin düzeyleri ve vücut yağ ve kas oranı ölçümleri ile yükseklik antrenmanlarında hipoksinin etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Katılımcılar

Araştırma grubu 2013 Ekim ayında Fransa'nın Fond-Romeu Kasabasında Crep Yüksek İrtifa Merkezinde (rakım 1850 m) kampa giden 7 erkek Yüzme Milli Takım sporcusu oluşturmaktadır. Sporcuların yaş, spor yaşı ve boy uzunluk ($Ort \pm SS$) değerleri sırası ile (19.2 ± 1.87 yıl, 11.1 ± 1.5 yıl, 182.2 ± 5.9 cm) olarak ölçülmüştür. Çalışma öncesinde sporculara yapılacak ölçümler anlatılmış, kendilerinden ıslak imzalı onam formu alınmıştır. Uygulanan ölçümler her gün aynı saatte ve aynı kişi tarafından yapılmıştır.

Antrenman Programı

Kamp süresince antrenmanlar dönüşümlü olarak iki gün çift bir gün tek ve bir günde

tamamen dinlenme şeklinde uygulanmıştır. Yüzme ve kara antrenmanları (doğa yürüyüşü, elastik bant, kor, sağlık topu, stretching vs.) sırası değişmekle birlikte koordineli bir şekilde yürütülmüştür. Yaklaşık olarak yüzücülere çift antrenman olduğu günler 8 ile 10 km arasında, tek antrenman olduğu günler ise 4 ile 6 km arasında yüzme antrenmanı yaptırılmıştır.

Fizyolojik ve Antropometrik Ölçümler

Üç haftalık kamp süresince her sabah, sporcular yatakta tam dinlenme durumunda iken parmak ucuna yerleştirilen almaçlarla oksijen saturasyonları (Pulse Oximetry BCI International) ölçülmüş ve eş zamanlı istirahat kalp atım hızları da kayda alınmıştır. Sporcuların kamp öncesi ve sonrası yapılan antropometrik değerlendirmesinde deri kıvrım kalınlık ölçümleri için skinfold kaliper (Holtain) ve çevre ölçümleri ise elastik olmayan mezura ile gerçekleştirilmiştir.

Vücut yağ oranı (%) hesaplaması için;

$$\text{Siri Formülü} = (4.95 / VY - 4.50) \times 100$$

Durnin-Womersley vücut yoğunluğu formülü (1974)

$$\text{Kız: Vücut Yoğunluğu} = 1.1549 - 0.678 \times \text{LogX (Kadın Yaş)}$$

$$\text{Erkek: Vücut Yoğunluğu} = 1.1620 - 0.0630 \times \text{LogX (Erkek Yaş)}$$

$$\text{LogX} = (\text{biceps} + \text{triseps} + \text{subskapular} + \text{suprailiak})$$

Matiegka Formülü = $0.65 \times \text{Boy} \times 100 \times ((\text{biceps çevre} + \text{ön kol çevre} + \text{uyluk çevre} + \text{baldır çevre}) / 251,2 - (\text{biceps} + \text{önkol} + \text{suprailiak} + \text{uyluk}) / 800)^2$ kullanılmıştır (Cattrysse et al., 2002; Kevin and Tim, 2004).

Verilerin Analizi

Çalışmaya ait verilerin istatistiksel analizi SPSS 17 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan test istatistiklerinin belirlenebilmesi amacıyla öncelikle normalite testi yapılmıştır. Verilerin normal dağılımına uygunluğunu belirlemek amacıyla Kolmogrov Smirnow testinden yararlanılmıştır. Sürdürülen analiz sonuçlarına göre verilerin tüm gruplarda normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, sporcuların kamp öncesi ve kamp sonrası çalışmaya konu olan fizyolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde eşleştirilmiş t testi kullanılmıştır. Öte yandan kalp atım hızı ve oksijen saturasyonlarına ait günlük değişimlerin belirlenebilmesi amacıyla tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Çalışmada güven aralığı % 95 olarak belirlenmiş, α önem seviyesi 0.05 olarak alınmış ve buna bağlı olarak $p < 0.05$ altındaki değerleri için verilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir. Sonuçlar ortalama \pm standart hata (Ort \pm SH) olarak verilmiştir.

BULGULAR

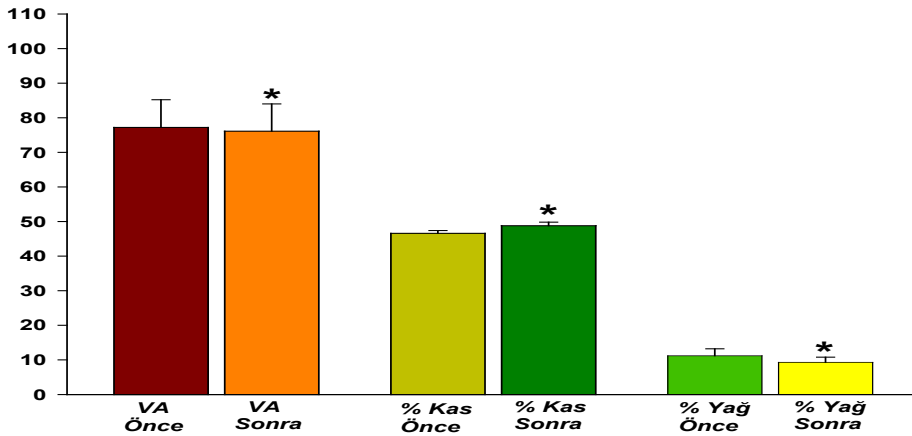
Üç haftalık kamp sonrasında yapılan değerlendirmede sporcuların kamp öncesi ve kamp sonrası vücut ağırlıkları ile vücut yağ oranının ve dinlenme kalp atım hızının anlamlı olarak azaldığı, vücut kas oranının ve hemoglobün düzeylerinin ise anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Oksijen saturasyonu değerlerinin ise 95–96 % arasında dengede kaldığı görülmüştür.

Tablo 1. Yüzücülerin Kamp Öncesi ve Sonrası Vücut Ağırlığı, Vücut Yüzde Yağı, Vücut Yüzde Kas, Dinlenme Kalp Atım Hızı ve Hemogloblin Değerleri (Srt ± SH).

Değişkenler	Ortalamalar arası fark	Önce	Sonra	p
Vücut ağırlığı (kg)	-1,1	77.2 ± 8.0	76.1 ± 7.9*	0,037
Vücut yüzde yağ (%)	-1,9	11.2 ± 2.0	9.3 ± 1.5**	0,000
Vücut yüzde kas (%)	2,3	46.6 ± .8	48.8 ± 1.0**	0,003
Dinlenme kalp atım hızı (atım/dk)	-6,0	54.1 ± 4.8	48.1±2.5*	0,012
Hemogloblin (gr/dl)	0,5	15.0 ± .4	15.5 ± .5**	0,003

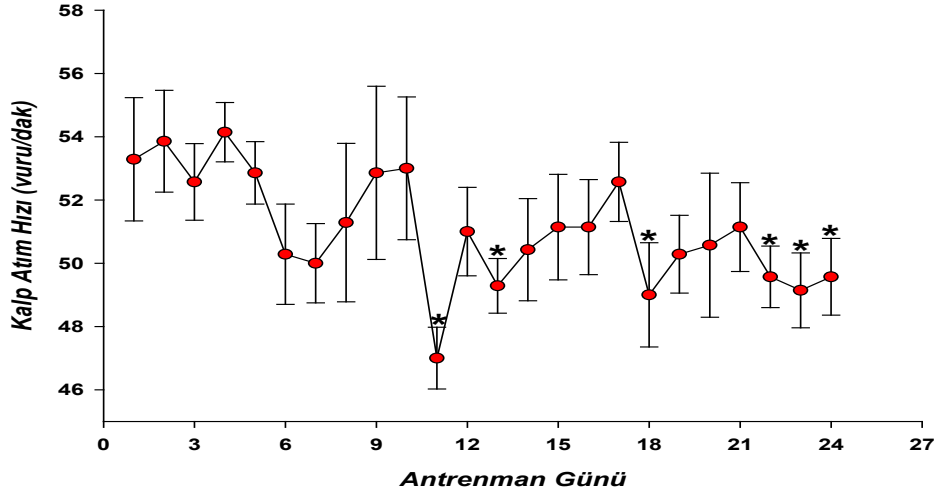
* p<0.05; **p<0.01

Sporcuların kamp öncesi ve kamp sonrası vücut ağırlığı, değerlendirildiğinde kamp sonunda vücut ağırlıklarında ortalama olarak 1.1 kg'lık bir düşüş olduğu görülmektedir (p<0.05). Bu sonuca paralel olarak % yağ oranının kamp başında 11.2 ± 2.0 olduğu bulunmuş ve kamp sonunda bu değer 1.9 birimlik (yaklaşık olarak %20 oranında) bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir (p<0.01). Öte yandan kamp başında alınan % kas değerleri 46.6 ± 0.8'den 48.8 ± 2.5'e yükselerek 2.3 birimlik (yaklaşık olarak %5 oranında) bir artış gösterilmiştir (p<0.01) (Şekil 1).

Şekil 1. Yüzücülerin Kamp Öncesi ve Sonrası Vücut Ağırlığı, Vücut Kas ve Yağ Oranı Değerleri (*p<0.05)

Sporculardan sabah erken saatlerde kaydedilen dinlenme kalp atım hızı kampın başında 54.1 ± 4.8 (atım/dk) bulunmuş, kampın sonunda 48.1 ± 2.5'e düşerek istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermiştir (p<0.05). Dinlenme kalp atım hızının günlük değerlendirmesinde, kalp atım hızındaki değişim 11. günden itibaren başlangıç değerine oranla anlamlı bir düşüş göstermiştir (Şekil 2).

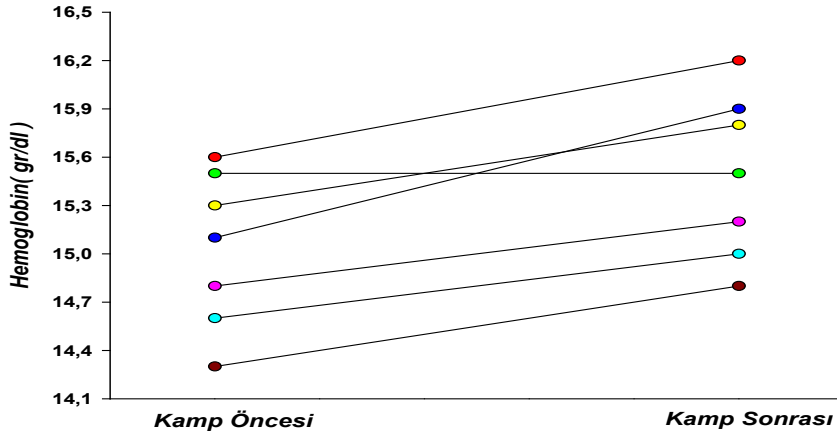
Şekil 2. Günlük kalp atım hızı değerleri (*p<0.05).



Sabah uyku sırasında yatakta yapılan oksijen saturasyon ölçümlerine ait değerlerde ise kamp süresince her hangi bir farklılığın oluşmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Yaklaşık 95-96% arasında ölçülen oksijen saturasyon değerlerinin kamp süresince dengede kaldığı gözlenmiştir.

Kamp öncesinde ve sonrasında alınan kan örneklerinden hesaplanan ortalama hemoglobin düzeyleri 15.0 ± 0.4 (gr/dl)'den 15.5 ± 0.5 'e yükselerek anlamlı bir artış sergilemiştir ($p<0.05$) (Şekil 3).

Şekil 3. Üç Haftalık Yükselti Kampı Öncesi ve Sonrası, Her Bir Sporcuya Ait Kan Hemoglobin (gr/dl) Değerleri



TARTIŞMA

Yüksek irtifa antrenmanlarının incelendiği birçok araştırmada, yükseltinin sporcuların fizyolojileri üzerinde yarattığı etki, yüksekliğe göre değişmektedir. Bizim çalışmamızdaki yükselti kampının yüksekliği ile literatürde bazı sınıflandırmalarda düşük rakım (>500-2000m), bazılarında ise yüksek rakım (1500-3500m) olarak bildirilmektedir. Bu yüksekliklerde ölçülen

oksijen saturasyonları ise 90-96% arasında bildirilmiştir. Bu değerler doğrultusunda çalışmamızda ölçülen oksijen saturasyonunun 95-96% değerleri arasında olması kampın sporcular üzerindeki hipoksik etki beklentisi ile uyumludur (Epthorp, 2014).

Hipoksi ile karşılaşılan akut dönemde, gerek inspirasyon havasında gerekse alveollerdeki O₂ parsiyel basıncının düşmesi arter kanında hemoglobinin saturasyonunu düşürür. Akut dönemde görülen sempatik deşarjin artması ile kan akımı hızlanırken, solunum ve kalp atım hızı yükselir. Yükseltiye uyum ile birlikte kalp atım hızında bir düşüş gözlemlenir. Schmitt ve arkadaşlarının iyi antrene yüzücüler üzerinde iki farklı yükseltideki (1200m ve 1850m) fizyolojik değişimleri her bir yükselti için 17'şer gün izlendikleri araştırmalarında kamp öncesi ve kamp sonrası istirahat nabız değerlerini 1200m'de 66±7 atım/dk'dan 58 ± 9 atım/dk'ya ve 1850m'de ise 67 ± 7 atım/dk'dan 60 ± 6 atım/dk'ya düştüğünü belirtmişlerdir (p<0.05) (Schmitt et al., 2006). Bu sonuçlara paralel olarak yapmış olduğumuz çalışmada günlük olarak alınan ölçümlerde yüzücülerin istirahat kalp atım sayısı kampın başı ile sonu arasında anlamlı bir düşüş sergilemiştir (Şekil 2). Bu bulgu bize sporcuların hipoksiye uyumlarının bir göstergesi olduğunu düşündürmektedir.

Hipoksiye uyumun bir diğer göstergesi de kilo kaybıdır. Hipoksi, doğrudan sıvı kaybını ve enerji harcamasını artırmazken, iştahsızlığa yol açarak şiddetli kilo kaybı oluşturur (Başoğlu, Çolak ve Turnagöl, 2005). Kilo kaybının miktarı ise hipoksinin derecesine ve yükseltide kalma süresine bağlıdır. Yapılan çalışmada sporcuların ortalama 1.1 kg zayıfladıkları ve vücut yağ oranlarının ise kamp sonunda % 1.9 düştüğü görülmüştür. Ayrıca vücut ağırlığı, vücut yağ oranlarını, dinlenme kalp atım hızındaki azalmaya karşılık vücut kas oranlarındaki artış hipoksik koşullarda yapılan antrenmanların yarattığı bir etki olarak yorumlanabilir.

Yapılan üç haftalık kamp sonrası sporcuların hemoglobin değerlerinde 3.2%'lük bir artışın tespit edilmiş olmasını yükselti çalışmalarının özel bir sonucu olarak düşünmek gerekir. Bonne ve arkadaşları olimpik yüzücülerin yükselti sonrası hemoglobin yoğunluklarını araştırdıkları çalışmalarında da bizim sonuçlarımızı destekler nitelikteki verilere ulaşmışlardır (Bonne et al., 2014)

SONUÇ

Kamp dönemlerinde yapılan yoğun antrenmanların yaratılan stres koşullarını uçlara taşıdığı bilinmektedir. Hipoksik koşullarda ise bu stresin daha da belirginleşebileceği kabul edilebilir. Bu nedenle uzun ve kısa dönemde ortaya çıkabilecek değişiklikleri değerlendirerek izlemenin ayrı bir önemi olduğu anlaşılmaktadır. Bu aşamada yapılacak herhangi bir yanlışlık, sporcunun süreçten fayda yerine zarar görmesine neden olabilir.

Bu bilgilerin ışığı altında yükselti kamplarında fizyolojik değişikliklerin günlük olarak irdelenmesinin sporcu performansı açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, desteklerinden dolayı Türkiye Yüzme Federasyonu'na ve Türkiye Yüzme takımına teşekkür eder.

KAYNAKÇA

- Başoğlu, S., Çolak, R., Turnagöl, H. (2005). Yükseltide Performans ve Karbonhidratlar. *Hacettepe Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 16 (3), 156-173.
- Bonne, T.C., Lundby, C., Jørgensen, S., Johansen, L., Mrgan, M., Bech, SR., Sander, M., Papoti, M., Nordsborg, NB. (2014). “Live High–Train High” increases hemoglobin mass in Olympic swimmers, *Eur Journal of Appl Physiol*, 114 (7), 1439–1449.
- Cattrysse, E., Zinzen, E., Caboor, D., Duquet, W., Van Roy, P., Clarys, J.P. (2002). Anthropometric fractionation of body mass: Matiegka revisited. *Journal of Sports Sciences*, 20 (9), 717- 723.
- Epthorp, J.A. (2014). Altitude training and its effects on performance – Systematic Review. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22(1),78–88.
- Faiss, R., Girard, O., Millet, G.P., (2013). Advancing hypoxic training in team sports: from intermittent hypoxic training to repeated sprint training in hypoxia. *Br Journal of Sports Med*, 47(1), 45–50.
- Gough, C.E., Saunders, P.U., Fowlie, J., Savage, B., Pyne, D.B., Anson, J.M., Wachsmuth, N., Prommer, N., Gore, C.J., (2012). Influence of altitude training modality on performance and total haemoglobin mass in elite swimmers. *Eur Journal of Appl Physiol*, 112(9), 3275–3285.
- Kevin, N., Tim, A. (2004). Antropometrika; a Texbook of Bady measurment For Sports and Health Courses.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (2001). Exercise Physiology, Lippincott Williams and Wilkins, United States of America.
- Naeije, R. (2010). Physiological Adaptation of the Cardiovascular System to High Altitude. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52(10), 456–466.
- Pottgiesser, T., Ahlgrim, C., Ruthardt, S., Dickhuth, H., Schumacher, Y.O. (2009). Hemoglobin mass after 21 days of conventional altitude training at 1816m, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 673–675.
- Rusko, H., Tikkanen, H., Peltonen, J. (2004) Altitude and endurance training, *Journal of Sports Sciences*, 22(10), 928–945.
- Schmitt, L., Hellard, P., Millet, G.P., Roels, B., Richalet, J.P., Fouillot, J.P. (2006). Heart rate variability and performance at two different altitudes in well-trained swimmers. *Int Journal of Sports Med*, 27(3), 226-231.
- Siewierski, M., Slominski, P., Bialecki, R., Adamczyk, J. (2012). Athletic performance of swimmers after altitude training (2,300 m above sea level) in view of their blood morphology changes. *Biology of Sport*, 29(2), 115-120.
- Subudhi, A.W., Bourdillon, N., Bucher, J., Davis, C., Elliott, J.E., Eutermoster, M., Evero, O. Fan, J.L., Jameson-Van Houten, S., Julian, C.G., Kark, J., Kark, S., Kayser, B, Kern, J.P., Kim, S.E., Lathan, C., Laurie, S.S., Lovering, A.T., Paterson, R., Polaner, D.M., Ryan, B.J., Spira J.L., Tsao J.W., Wachsmuth N.B., Roach R.C. (2014). Altitude omics: the integrative physiology of human acclimatization to hypobaric hypoxia and its retention upon reascent. *PLoS ONE*, 9(3), e92191.
- Truijens, M.J., Toussaint, H.M., Dow, J., Levine, B.D. (2003). Effect of high-intensity hypoxic training on sea-level swimming performances. *Journal of Appl Physiol*, 94(2), 733–743.
- Wyatt, F.B. (2014). Physiological responses to altitude: A Brief Review. *Online Journal of Exercise Physiology*, 17(1), 90-96.