

MAKSİMAL KAN LAKTATI İLE İLİŞKİLİ OLARAK BELİRLENEN ANAEROBİK KAPASİTEDE DİÜRNAL VARYASYONLAR‡

Cem KURT*, Ercan HASLOFÇA**, S.Oğuz KARAMIZRAK***,
İmran KURT ÖMÜRLÜ****

ÖZET

Çalışmada, maksimal kan laktatı temelinde belirlenen anaerobik kapasitenin diüurnal varyasyon özelliği gösterip göstermediğinin saptanması amaçlandı. Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi 41 erkek gönüllü çalışmaya katıldı. Katılımcıların kronotipleri Horne-Ostberg'in Sabahçıl-Akşamcıl Tipi Anket Formu kullanılarak saptandı. Sabahçıl/sabahçıla yakın tipte olan 22 denek ve akşamcıl/akşamcıla yakın tipte olan 19 denek sabah (08:30-10:30) ve akşam (17:00-19:00) saatlerinde; istirahat kan laktatı, vücut ısısı, istirahat kalp atım sayısı, toplam koşu süresi ve maksimal kan laktatı açısından değerlendirildi. Maksimal kan laktatı saptama koşu bandı protokolü 20 km/h hızda ve %6 eğimde 4x1 dk'lık koşular şeklinde uygulandı. Testin bitimi sonrası 3, 5 ve 7nci dakikalarda kan laktatı izlenerek maksimal laktat düzeyi saptandı. Sabah saatlerinde vücut ısısı, istirahat kan laktatı ve maksimal kan laktatı değerleri sırasıyla 36.5°C (36.3°C-36.8°C), 1.55 ± 0.41 mM ve 15.11 ± 1.57 mM olarak ölçüldü. Aynı değişkenler akşam saatlerinde sırasıyla 36.7°C (36.6°C-36.9°C), 1.81 ± 0.51 mM ve 15.90 ± 1.85 mM olarak belirlendi. İstirahat kan laktatı (p<0.05), vücut ısısı (p<0.05) ve maksimal kan laktatında (p<0.001) anlamlı diüurnal varyasyon saptandı. Bu verilere göre maksimal kan laktatının, dolayısıyla anaerobik kapasitenin diüurnal varyasyon özelliği olduğu söylenebilir. Anaerobik güç ve anaerobik kapasite antrenmanlarında bu özellik göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar sözcükler: Diüurnal varyasyon, anaerobik kapasite, laktat

‡Bu çalışma 11.Uluslararası Spor Bilimleri Kongresinde (10-12 Kasım 2010, Antalya) sözel bildiri olarak sunulmuştur.

*Trakya Üniversitesi Kırkpınar Beden Eğitimi ve Spor YO, Balkan Kampüsü, Edirne

**Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Bornova, İzmir

***Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Bornova, İzmir

****Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim AD, Aydın

SUMMARY

DIURNAL VARIATIONS IN ANAEROBIC CAPACITY BASED ON MAXIMAL BLOOD LACTATE

The aim of this study is to assess diurnal variations in anaerobic capacity based on maximal blood lactate levels. Forty-one male participants from the Ege University School of Physical Education and Sports participated in the study. Participants' chronotypes were determined using the Horne-Ostberg's Morningness-Eveningness Questionnaire. The 22 morningness-moderate morningness subjects and the 19 eveningness/moderate eveningness subjects were evaluated in the morning (08:30-10:30 am) and evening hours (5:00-7:00 pm) in terms of resting blood lactate levels, body temperature, resting heart rate, total running time and maximal blood lactate levels. The treadmill protocol to assess maximal blood lactate consisted of running 4x1 min intervals at a pace of 20 km/h on a 6% incline. Blood lactate was monitored at the 3rd, 5th and 7th minutes to establish its maximal levels. In the morning hours, body temperature, resting blood lactate and maximal blood lactate were respectively measured as 36.5°C (36.3°C-36.8°C), 1.55 ± 0.41 mM and 15.11 ± 1.57 mM. The same variables were measured as 36.7°C (36.6°C-36.9°C), 1.81 ± 0.51 mM and 15.90 ± 1.85 mM in the evening hours. Resting blood lactate ($p<0.05$), body temperature ($p<0.05$) and maximal blood lactate ($p<0.001$) were found to display significant diurnal variation. It may be accordingly concluded that maximal blood lactate, thus anaerobic capacity have diurnal variation characteristics. Therefore, this situation should be considered when designing anaerobic power and anaerobic capacity type trainings.

Key words: *Diurnal variations, anaerobic capacity, blood lactate*

GİRİŞ

Dışsal faktörlerin canlı biyolojik ritminde önemli değişimlere neden olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir (5,20,26). Bu faktörlerden en önemlisi "zeitgebers" olarak adlandırılan karanlık ve ışık gibi çevresel sinyallerdir (26,27,28). İnsan ve memeli hayvanlarda biyolojik ritmik olaylar; anterior hipotalamusta bulunan suprakiazmatik nukleus tarafından, retinohipotalamik-pineal eksen yoluyla düzenlenir (8,13,14,25).

Karanlık ve ısıya bağlı olarak insan metabolizmasında 24 saatlik zaman dilimi içinde gözlenen biyolojik ritmik aktivite sirkadiyen ritm olarak adlandırılmaktadır (7,22,24). Vücut ısısının sirkadiyen ritm özelliğinin 1778 yılında belirlenmesiyle spor bilimciler araştırmalarını,

sporcu başarısında rol oynayan kondisyonel ve koordinatif yetilerle çeşitli fizyolojik ve süreçlerin sirkadiyen ritm özelliği gösterip göstermediğinin saptanması üzerine yoğunlaştırmışlardır (4).

Birçok spor dalında önemli kabul edilen anaerobik kapasitenin bu çalışmalara sıkça konu olduğu dikkati çekmektedir. Anaerobik kapasitenin sirkadiyen ritm özelliği üzerine yapılan çalışmalardan farklı sonuçlar elde edilmesi sıkça karşılaşılan bir problemdir. Bu durumun en önemli nedeni ise, söz konusu çalışmalardaki yöntem farklılıklarıdır. Örneğin bir atlet; koşu bandında gerçekleştirilen bir performans testinde, bisiklet ergometresinde gerçekleştirilen teste oranla daha yüksek bir performans sergileyebilir. Bu durum bir çok sporcu, antrenör ve araştırmacı için problem oluşturmaktadır.

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmada maksimal kan laktatına bağlı olarak belirlenen anaerobik kapasite değerinin günün farklı iki zaman diliminde etkilenip etkilenmeyeceğinin bir koşu bandı test protokolü ile saptanması amaçlandı.

GEREÇ ve YÖNTEM

Katılımcılar: Çalışma; sağlık problemi olmayan, gece vardiyasında çalışmayan, sabahçıl/sabahçıla yakın ve akşamcıl/akşamcıla yakın kronotipli, Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi futbol ve atletizm branşlarından 41 gönüllü erkek katılımcı ile yapıldı. Kronotip tespitinde Horne-Ostberg'in Sabahçıl-Akşamcıl Tipi Anket Formu kullanıldı (23). Sabahçıl/sabahçıla yakın tipte 22, akşamcıl/akşamcıla yakın tipte 19 denek belirlendi. Katılımcılar 22.4 ± 2.8 yaşında, 175.6 ± 6.7 cm boyunda ve 75.1 ± 10.1 kg vücut ağırlığında idi. Herbiri uygulamalar ve olası riskler konusunda bilgilendirildi. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Etik Kurulundan gerekli çalışma izni alındı.

Araştırma tasarımı: Her katılımcıya; 7.5 km/h ile başlayan, 16.0 km/h ile tamamlanan ve toplam 10 dk süren koşu bandı adaptasyon koşusu uygulandı. Bu koşu sırasında katılımcıların kalp atım sayıları izlendi. Burada elde edilen maksimal kalp atım sayısı değerleri katılımcıya uygun test protokolünün uyarlanılmasında kullanıldı.

Sabah saatlerindeki ölçümler 08:30-10:30, akşam saatlerindeki ölçümler ise 17:00-19:00 saatlerinde yapıldı. Sabah ve akşam testleri 72 saat arayla uygulandı. Katılımcılar testlerden önceki 48 saat içinde şiddetli fiziksel aktiviteden kaçınmaları, fazla miktarda kafein ve alkol almamaları konularında bilgilendirildi. Laboratuvar ısısı ve nemi Eurofrost (BT-2, PRC) marka dijital termohigrometre ile izlenerek, ölçümler 20-

21°C ısı ve %21-22 nem ortamında yapıldı. Test için laboratuvara gelen katılımcı 20 dk sırt üstü pozisyonda yatırılarak dinlendirildi ve istirahat kalp atım sayısı telemetrik monitör (RS 400, Polar Electro Oy, Kempele, Finland) ile izlendi. Bu sürenin sonunda istirahat vücut ısısı oral olarak $\pm 0.1^{\circ}\text{CA}$ duyarlı dijital klinik oral termometre (MT30001, Trimpeks AŞ, PRC) ölçüldü.

Parmak ucundan alınan kanda istirahat kan laktatı YSI 1500 laktat analizörü (Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH). ile ölçüldü. Test protokolleri koşu bandında (Star Trac IR-4000 Fitness Direct, USA) uygulandı. Zaman ölçümleri el kronometresi (Casio HS-30W, Japan) ile alındı. Test protokolü öncesi katılımcıya 10 dakikalık ısınma yaptırıldı. Ardından, maksimal kan laktatını belirlemeye yönelik test protokolü uygulandı. Protokol sırasında maksimal kalp atım sayısı izlendi. Testin tamamlanmasının ardından; 3, 5 ve 7nci dakikalarda da kan laktatı izlenerek gözlenen en yüksek değer maksimal kan laktatı olarak alındı.

Maksimal kan laktatı test protokolleri: Protokol katılımcının performans durumuna göre belirlendi. Katılımcı her iki sabah ve akşam ölçümlerinde kendisi için uygun olan protokolü uyguladı. Protokol I'de koşu bandı hızı 18 km/h, eğimi %3; Protokol II'de ise koşu bandı hızı 20 km/h, eğimi %6 olarak sabit tutuldu. Katılımcıdan söz konusu hız ve eğimde dört kez 1 dk koşması istendi . Her 1 dk'lık koşudan sonra 4 dk dinlenme aralığı verildi. Protokollerin geçerli olabilmesi için deneklerin en az iki adet 1 dk'lık koşuyu tamamlamaları zorunlu tutuldu. Süreler koşu bandının belirlenen hıza erişmesinden sonra başlatıldı.

İstatistiksel analiz: Verilerin normal dağılıma uygunluğu için Kolmogorov Smirnov testi kullanıldı. Normal dağılıma uygun verilerin analizinde eşleştirilmiş t-testi kullanıldı ve tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm SD biçiminde gösterildi. Aksi durumda ise analizler Wilcoxon t-testi ile gerçekleştirildi ve tanımlayıcı istatistikler medyan ve %25-%75 persantil olarak verildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyleri $p<0.05$ ve $p<0.01$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Her iki testte elde edilen vücut ısısı, kalp atım hızı, kan laktatı ve koşu hızı sonuçları Tablo 1'de sunulmaktadır. Sabah ve akşam saatlerinde ölçülen vücut ısısı ($p<0.05$), istirahat kan laktatı ($p<0.05$) ve maksimal kan laktatı ($p<0.01$) değişkenleri arasında istatistiksel düzeyde anlamlı farklılıklar saptandı.

Tablo 1. Sabah ve akşam saatlerinde ölçülen değişkenlere ait veriler

	Sabah	Akşam	p
Vücut ısısı (°C)	36.5 (36.3-36.8)	36.7 (36.6-36.9)	0.003*
İstirahat kalp atım sayısı	63.0 (57.5-73.0)	63.0 (59.5-73.5)	0.791
Maksimum kalp atım sayısı	189.6 ± 8.1	190.9 ± 8.0	0.135
İstirahat kan laktatı (mM)	1.55 ± 0.41	1.81 ± 0.51	0.021**
Maksimal kan laktatı (mM)	15.11 ± 1.57	15.90 ± 1.85	0.001***
Koşu süresi (dk)	2.4 (2.0-3.0)	2.3 (2.0-3.0)	0.369

*p<0.01 (Wilcoxon t-testi); **p<0.05 ve ***p<0.001 (Eşleştirilmiş t-testi)

TARTIŞMA

Kronobiyoloji ve performans konusundaki çalışmalar, sirkadiyen ritmin fiziksel performans üzerinde etkili olduğu göstermiştir. Rekorların ve önemli sportif başarıların genellikle günün ilerleyen saatlerinde elde edildiği dikkati çekmektedir. Bu durum öğleden sonraki saatlerde zirve değerine ulaşan vücut ısısına bağlanmaktadır (1,11). Vücut ısısının performans üzerindeki etkisi şu şekilde açıklanmaktadır:

- Sabah saatlerindeki düşük fizyolojik ve psikolojik fonksiyonlar nedeniyle bu saatlerde yapılan antrenman ve yarışmalarda oluşan yüklenme stresinin sporcular tarafından tolere edilmesinde zorluklar yaşandığı bilinmektedir (18,24).
- Kas ısısındaki 1°C artışın; özellikle intra-mitokondrial enzimlerin aktivitesindeki artışla birlikte metabolik tepkime hızlarını % 13 arttırdığı gözlenmiştir (3).
- Öğleden sonra zirve değerine ulaşan vücut ısısına bağlı olarak adrenerjik aktivitede artış ve glikoliz enzim aktivitelerindeki artışa bağlı olarak glikolizin hızlanması öğleden sonraki saatlerde performansın daha iyi olduğunu açıklamaktadır (6,10,11,15,31).

Kan laktatının gerek istirahatta, gerekse egzersize yanıtta sirkadiyen ritm özelliği gösterdiğini belirten sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte (6,9,15,18,19,29), çalışmalardan elde edilen sonuçlar çelişkilidir. Egzersize kan laktatı yanıtında sirkadiyen ritm var kabul edildiğinde bu şu şekilde açıklanmaktadır (3,6,16,18,24):

- Egzersize katekolamin ve laktat yanıtı benzer özelliklerde olup adrenalın öğle saatlerinde akrofaza ulaşmaktadır. Adrenalinin en düşük düzeyi ise gece saatlerinde ölçülmektedir. Katekolamin düzeyindeki artışlar glikojenolizisi arttırarak performans üzerinde olumlu etki yapmaktadır.

- Vücut ısısındaki artış anaerobik glikolizde önemli rol oynayan PFK ve LDH enzim aktivitelerini arttırdığından, egzersize laktat yanıtı sirkadiyen ritm özelliği gösterebilir.
- Egzersize metabolik yanıt, sabah saatleriyle karşılaştırıldığında akşam saatlerinde anlamlı derecede yüksektir.

Anaerobik kapasiteyi bu çalışmada olduğu gibi maksimal kan laktatıyla ilişkili koşu bandı protokolü ile değerlendiren bir çalışmaya ulaşılabildi. Osness ve Hermansen tarafından gerçekleştirilen çalışmada maksimal kan laktatı 32.1 mM olarak belirlenmişti (21). Söz konusu çalışmada laktat değerlerinin burada elde edilen değerlerden yüksek bulunması katılımcıların anaerobik performans düzeyleri ve yüklenme şiddeti farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir.

Konuya ilişkin çalışmalar, anaerobik kapasitenin sirkadiyen ritmi olduğu yönündedir. Ancak bu çalışmalarda kullanılan Wingate, Force-velocity, Stair run ve Broad jump testleri (9,12,15,17,23,30) bilindiği üzere genelde anaerobik kapasiteyi değil, anaerobik gücü ölçen testlerdir.

Çalışmada, sabah ve akşam saatlerinde ölçülen maksimal kan laktatı değerleri arasında akşam saatleri lehine $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı farklılık vardı. Literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda bu farklılığın, akşam saatlerinde zirve değerine ulaşan vücut ısısından kaynaklandığı söylenebilir (2,4,9). Nitekim bu çalışmada da akşam saatindeki vücut ısısı değerleri daha yüksekti.

Buna karşılık koşu süreleri anlamlı düzeyde olmasa da akşam saatlerinde daha kısa bulundu. Artan kan laktat düzeylerine eşlik eden azalmış koşu süreleri, düşmüş anaerobik kapasiteye işaret edebilir. Kronobiyoloji ve performans alanındaki çalışma sonuçları anaerobik kapasitede diüurnal varyasyonların olduğu yönündedir. Söz konusu çalışmalarda anaerobik kapasitenin sabah saatlerine oranla akşam saatlerinde daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu durum da öğleden sonra yükselen vücut sıcaklığı ile açıklanmaktadır. Anaerobik kapasite açısından bu olası farklılık, katılımcıların anaerobik kapasitelerinin ya da uygulanan yöntemlerin farklılığından kaynaklanıyor olabilir.

Elde edilen sonuçlara göre; maksimal kan laktatının, dolayısıyla da anaerobik kapasitenin diüurnal varyasyon özelliği gözlenmektedir. Laktik anaerobik güç ve anaerobik kapasite antrenmanlarında bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Anaerobik kapasitenin farklı protokol ve yöntemlerle değerlendirilmesi farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilir.

KAYNAKLAR

1. Bailey LS, Heitkemper MM: Circadian rhythmicity of cortisol and body temperature: morningness-eveningness effects. *Chronobiol Int* **18**: 249-61, 2001.
2. Bernard T, Giacomoni M, Gavarry O, Seymat M, Falgairette G: Time-of-day effects in maximal anaerobic leg exercise. *Eur J Appl Physiol* **77**: 133-8, 1998.
3. Brisswalter J, Bieuzen F, Giacomoni M, Tricot V, Falgairette G: Morning-to-evening differences in oxygen uptake kinetics in short-duration cycling exercise. *Chronobiol Int* **24**: 495-506, 2007.
4. Cappaert AT: Time of day effect on athletic performance: an update (Review). *J Strength Cond Res* **13**: 412-21, 1999.
5. Çalıyurt O: Duygudurum bozuklukları ve biyolojik ritm. *Duygudurum Bozuklukları Dizisi* **1**: 209-14, 2001.
6. Deschenes MR, Sharma JV, Brittingham KT, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM: Chronobiological effects on exercise performance and selected physiological responses. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **77**: 249-56, 1998.
7. Díaz-Morales JF: Morning and evening-types: Exploring their personality styles. *Pers Individ Dif* **43**: 769-78, 2007.
8. Duffy JF, Wright KP Jr: Entrainment of the human circadian system by light. *J Biol Rhythms* **20**: 326-38, 2005.
9. Forsyth JJ, Reilly T: Circadian rhythms in blood lactate concentration during incremental ergometer rowing. *Eur J Appl Physiol* **92**: 69-74, 2004.
10. Gaina A, Sekine M, Kanayama H, et al: Morning-evening preference: sleep pattern spectrum and lifestyle habits among Japanese junior high school pupils. *Chronobiol Int* **23**: 607-21, 2006.
11. Giacomoni M, Bernard T, Gavarry O, Altare S, Falgairette G: Diurnal variations in ventilatory and cardiorespiratory responses to submaximal treadmill exercise in females. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **80**: 591-7, 1999.
12. Hill DW, Borden DO, Darnaby KM, Hendricks DN, Hill CM: Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Can J Sport Sci* **17**: 316-9, 1992.
13. Johnston JD: Measuring seasonal time within the circadian system: regulation of the suprachiasmatic nuclei by photoperiod. *J Neuroendocrinol* **17**: 459-65, 2005.
14. Khammanivong A, Nelson DE: Light pulses suppress responsiveness within the mouse photic entrainment pathway. *J Biol Rhythms* **15**: 393-405, 2000.
15. Kin İşler A: Time-of-day effects in maximal anaerobic performance and blood lactate concentration during and after a supramaximal exercise. *Isokinet Exerc Sci* **14**: 335-40, 2006.
16. Manfredini R, Manfredini F, Fersini C, Conconi F: Circadian rhythms, athletic performance, and jet lag. *Br J Sports Med* **32**: 101-6, 1998.

17. Marth PD, Woods RR, Hill DW: Influence of time of day on anaerobic capacity. *Percept Mot Skills* **86**: 592-4, 1998.
18. Martin L, Daggart AL, Whyte GP: Comparison of physiological responses to morning and evening submaximal running. *J Sports Sci* **19**: 969-76, 2001.
19. Martin L, Thompson K: Reproducibility of diurnal variation in sub-maximal swimming. *Int J Sports Med* **21**: 387-92, 2000.
20. Morgan E: Ecological significance of biological clocks. *Biol Rhythm Res* **35**: 3-12, 2004.
21. Osnes JB, Hermansen L: Acid-base balance after maximal exercise of short duration. *J Appl Physiol* **32**: 59-63, 1972.
22. Pündük Z, Gür H, Ercan İ: A reliability study of the version of the morningness-eveningness questionnaire. *Turk J Psych* **16**: 40-5, 2005.
23. Reilly T, Down A: Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of the legs. *J Sports Med Phys Fitness* **32**: 343-7, 1992.
24. Reilly T, Garrett R: Investigation of diurnal variation in sustained exercise performance. *Ergonomics* **41**: 1085-94, 1998.
25. Reilly T, Waterhouse J: Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *Eur J Appl Physiol* **106**: 321-32, 2009.
26. Roenneberg T, Daan S, Merrow M: The art of entrainment (Review). *J Biol Rhythms* **18**: 183-94, 2003.
27. Roenneberg T, Kuehnle T, Juda M, et al: Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Med Rev* **11**: 429-38, 2007.
28. Sharma VK, Chandrashekar MK: Zeitgebers (time cues) for biological clocks. *Curr Sci* **89**: 1136-46, 2005.
29. Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D: Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiol Int* **24**: 739-48, 2007.
30. Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D: Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *Int J Sports Med* **25**: 14-9, 2004.
31. Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T, Jones H, Edwards B: Chronophysiology of the cardiovascular system. *Biol Rhythm Res* **38**: 181-94, 2007.

Yazışma adresi: Yrd. Doç. Dr. Cem Kurt

Trakya Üniversitesi Kırkpınar Beden Eğitimi ve
Spor Yüksekokulu, Balkan Kampüsü, Edirne
Tel: 0284 236 0436; Fax: 0284 236 0435

E-mail: cemkurt35@gmail.com