

MEKİK KOŞU TESTİNİN HEMOREOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

A. YAPICI*, U. DÜNDAR**

ÖZET

Egzersize bağlı hemoreolojik değişikliklerle sık karşılaşılır. Bu değişikliklerin mekanizması hakkında ileri sürülen görüşler ise yeterli değildir. Bu çalışmada, akut bir egzersiz olan mekik koşu testinin öncesi ve sonrası ile 24 saat sonrasında kan örneklerinde hemoreolojik parametrelerdeki değişikliklerin mekanizmaları araştırıldı. Araştırmaya spor bilimleri öğrencisi olan, profesyonel futbol oynayan, sigara içmeyen, dokuz erkek sporcu gönüllü olarak katıldı. Hemoreolojik değişimin izlenmesi için örneklerde tam kan sayımı ölçümlerinin yanı sıra eritrosit deformabilitesi ve agregasyonu değerlendirildi. Deneklerin koştukları mekik sayısına göre aerobik güç değeri, VO₂max tahmin tablosundan belirlendi. Deneklerin 0.53, 0.95, 1.69, 3.00, 5.33 Pa kayma kuvvetlerinde ölçülen eritrosit deformabilitesi, test öncesi ölçüm sonuçları ile karşılaştırıldığında akut egzersiz sonrası artış gözlemlendi (p<0.05). Test sonrası artan agregasyon indeksine karşılık, eritrositlerin kümelenmesi için geçen sürede düşüş gözlemlendi (p<0.05). Hematokrit değeri, hemoglobin konsantrasyonu ve eritrosit sayısında, testin sonunda anlamlı artış belirlendi (p<0.05). Egzersizden 24 saat sonra bu değerler, dinlenme değerlerine göre düşük çıktı (p<0.05). Deneklerin lökosit parametrelerinde (WBC, NE, NE%, LY, LY%, MO, EO, EO%, BA) ise test sonu değerleri, test öncesinden yüksekti (p<0.05). Trombosit değerlerinde de test öncesi ve sonrası ile test sonrası ve 24 saat sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p<0.05). Deneklerin toplam kan hacmi ve hemoglobin seviyelerindeki bu artış VO₂max üzerinden oksijen taşıma sistemini etkilemektedir.

Anahtar sözcükler: Mekik koşu testi, tam kan sayımı, eritrosit deformabilitesi, eritrosit agregasyonu, aerobik güç, egzersiz

* Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, İzmir

** Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Denizli

SUMMARY

INFLUENCE OF SHUTTLE RUN TESTS ON HEMORHEOLOGICAL PARAMETERS

Hemorheological variations are commonly observed in exercise. However, the exact mechanisms causing these variations are not conclusive. In this study, hemorheological parameters were assessed prior to a shuttle run test, immediately after and 24h following the test, to elucidate the possible mechanisms of the changes. Nine non-smoking professional soccer players volunteered to participate in the study. Total blood counts, erythrocyte deformability and aggregation were evaluated in samples taken prior and following the shuttle run test and 24h after the completion of the test. According to their test performances, the subjects' aerobic power levels were obtained from maxVO₂ estimate tables. When erythrocyte deformability was assessed under 0.53, 0.95, 1.69, 3.00 and 5.33 Pa shear stress, it was found to be increased following the acute exercise test ($p<0.05$). As the aggregation index increased following the test, the time lapse for erythrocyte banking up decreased ($p<0.05$). Blood hematocrit levels, hemoglobin concentrations and erythrocyte counts increased significantly ($p<0.05$). Twenty four hours following the test, these levels were lower in comparison to pre-test figures ($p<0.05$). Leukocyte parameters (WBC, NE, %NE, LY, %LY, MO, EO, %EO, BA) were observed to be significantly higher ($p<0.05$), when compared with pre-test levels. Statistically significant differences were found ($p<0.05$) for thrombocyte counts prior to-, immediately after and 24h following the test. Total blood volume and hemoglobin level increases of athletes carries an essential role in oxygen transport, and hence is connected closely with their aerobic power (VO₂max) levels.

Key words: Shuttle run test, erythrocyte deformability, erythrocyte aggregation, full blood count, aerobic power, exercise

GİRİŞ

Kan dokusu, akışkan nitelikte olması nedeniyle diğer dokulardan farklı bir özelliğe sahiptir ve akışkanlığı, birinci planda eritrosit kitlesine ve plazma özelliklerine bağlıdır (7,22). Solunum gazlarının taşınması için özelleşmiş bir yapıya sahip olan eritrositlerin şekil değiştirme yetenekleri, ideal bikonkav diskoid geometrilerinden köken alır (16).

Eritrosit deformabilitesi, kitle halindeki kan akımı üzerindeki etkisi yanında mikro dolaşımın dokuların ihtiyacına en uygun şekilde

sürmesine de katkıda bulunur (8,21,24). Eritrosit agregasyonu da özellikle düşük akım hızlarında kanın akışkanlığını etkiler. Özetle eritrositlerin reolojik özellikleri dolaşım fonksiyonunun yerine getirilmesi yönünden büyük bir öneme sahiptir (4,8).

Kan viskozitesi, plazma viskozitesi ile hematokrit ve eritrositlerin reolojik davranışıyla yakından ilişkilidir (6,9). Şiddetli akut egzersizde eritrosit yapısal parametreleri genellikle değişmezken, plazma viskozitesi ve hematokritin arttığı gösterilmiştir (13,24). Ağır egzersiz sonrası ve sonrasında tam kan ve plazma viskozitesi artışları yanında, eritrosit deformabilitesinin bozulduğu (24,25) ve agregasyonun arttığı saptanmıştır (5,6). Ağır kas egzersizinde lökosit aktivasyonu gözlenebilir. Bunun eritrosit mekanik özellikleri üzerine etkisi oksidan stres, lökosit aktivasyonu veya hücre içine artmış laktat girişi ile açıklanabilir (2,8).

Dayanıklılığın en önemli fizyolojik kriterlerinden olan maksimal oksijen tüketimi (VO_2 max); iş yükündeki ya da egzersize katılan aktif kas kitlesindeki artışla maksimal bir seviyeye ulaşan ve daha fazla arttırılamayan O_2 kullanımını ifade etmektedir. Bu da kişinin aerobik fiziksel aktivitelerdeki performansını belirlemede çok önemlidir (1,11,15).

Hemoreolojik değişikliklerin egzersizin şiddetine paralel olarak arttığı ve egzersizden sonra da bu değişikliklerin devam ettiği bilinmektedir (6). Egzersiz sonrası hemodinamik faktörlerin normale döndüğü, hemoreolojik faktörlerin ise dönmediği durumlarda, özellikle otoregülasyon rezervi azalmış dokularda, kan akımı yetersizliği gözlenebilir (23). Egzersize bağlı hemoreolojik değişikliklerin mekanizmalarının iyi bilinmesi, kardiyovasküler sistem sorunları bulunan kişilerin günlük aktivite düzenlemelerinde ve egzersiz protokollerinin oluşturulmasında önemli ipuçları sağlayabilecektir.

Bu araştırmanın amacı, mekik koşusu testinin hemoreolojik parametreler üzerine etkisini incelemektir. Bu çalışmada, akut egzersiz öncesi, sonrası ve 24 saat sonrasında yapılan ölçümlerle, deneklerin hemoreolojik parametre değişikliklerinin mekanizmaları irdelendi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmaya Denizli Pamukkale Üniversitesi SBTYO'nda okuyan, profesyonel futbol oynayan, sigara içmeyen, dokuz erkek sporcu gönüllü olarak katıldı. Antropometrik ölçümleri (boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut yağ yüzdesi) Sport Expert Professional ile yapıldı.

Deneklerin kalp atım sayıları dinlenmede, teste öncesinde, testin bitiminde ve testten 3 dk sonra kaydedildi. Deneklerin sistolik ve diastolik kan basınçları oturur pozisyonda elektronik tansiyon aleti ile ölçüldü.

Deneklerden test öncesi, sonrası ve 24 saat sonra olmak üzere her seferinde yaklaşık 6 ml kan örneği alındı. Tam kan sayımları, elektronik hematoloji analizörü (Coulter LH 750 Analyzer, Beckman Coulter) ile yapıldı. Hemoreolojik parametreler ise fizyoloji laboratuvarında ölçüldü. Eritrosit deformabilitesi, ektasitometre (LORCA Laser Assisted Optical Rotational Cell Analyzer) kullanılarak değerlendirildi. Uzun (A) ve kısa eksen (B) uzunluklarının bilgisayar tarafından saptanması "EI=A-B/A+B" şeklinde bir "elongasyon endeksi" verir. Bu çalışmada elongasyon endeksleri (EI) 0.5-15 Pascal (Pa) kayma kuvveti aralığında 37°C'de ölçüldü. Eritrosit agregasyonu, standart süspansiyon ortamında %1'lik Dextran 500 (MW: 500kD) içinde ölçüldü (4).

Deneklerin aerobik güçleri "mekik koşu testi" ile belirlendi. Denekler, 20 m'lik mesafede gidiş-dönüş şeklinde, 8 km.h⁻¹ hızda başlayıp koşu hızı her dk'da 1 km.h⁻¹ arttırılmak suretiyle koşular. Koşulan mekik sayısına göre aerobik güç değeri, VO₂max tahmin tablosundan belirlendi (24).

Elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri hesaplandıktan sonra ölçümler arasındaki farklılıklara, bağımlı gruplarda non-parametrik Friedman varyans analizi testi ve Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ile bakıldı. Bu amaçla SPSS 13.0 programı kullanıldı.

BULGULAR

Deneklere ilişkin fiziksel (Tablo 1), hematolojik (Tablo 2) ve hemoreolojik parametre istatistikleri (Tablo 3 ve 4) aşağıda verilmektedir.

Tablo 1. Deneklerin fiziksel parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	X	SS	Min	Max
Yaş (yıl)	22.9	2.5	19.0	27.0
Antrenman yaşı (yıl)	9.6	2.0	7.0	13.0
Dinlenik KAH (atım/dk)	76.0	13.0	60.0	104.0
Test sonrası KAH (atım/dk)	176.0	27.0	135.0	210.0
3 dk sonra KAH (atım/dk)	122.7	18.3	96.0	144.0
Sistolik kan basıncı (mm Hg)	123.4	8.0	110.0	135.0
Diastolik kan basıncı (mm Hg)	72.3	10.4	55.0	90.0
Boy (cm)	177.0	7.7	167.0	190.0
Vücut ağırlığı (kg)	73.5	6.0	64.0	80.0
VYY (%)	24.3	1.0	23.0	26.0
Mekik sayısı (n)	113.0	10.0	102.0	135.0
VO ₂ max (ml/dk/kg)	53.5	0.3	53.1	54.0

Tablo 2.Deneklerin test öncesi, sonrası ve testten 24 saat sonra elde edilen tam kan hemogram değerleri (Ort. ve SS olarak)

Parametre	Test öncesi	Test sonrası	24 saat sonra	p değerleri
WBC	8.33 ± 2.79	13.5 ± 4.18	7.50 ± 1.77	0.001*
NE %	67.1 ± 7.9	69.2 ± 8.8	62.3 ± 9.1	0.004*
LY %	24.4 ± 7.8	32.4 ± 8.8	27.5 ± 7.0	0.005*
MO %	6.0 ± 1.9	6.3 ± 1.9	7.4 ± 2.5	0.062
EO %	1.8 ± 2.1	1.9 ± 1.5	2.2 ± 1.9	0.023*
BA %	0.7 ± 0.5	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.3	0.882
NE	5.76 ± 2.75	8.25 ± 3.94	4.73 ± 1.65	0.000*
LY	1.86 ± 0.38	4.10 ± 0.79	1.96 ± 0.40	0.001*
MO	0.48 ± 1.18	0.82 ± 0.27	0.53 ± 0.14	0.001*
EO	0.14 ± 0.17	0.22 ± 0.21	0.14 ± 0.15	0.016*
BA	0.02 ± 0.04	0.07 ± 0.04	0.03 ± 0.05	0.015*
RBC	5.16 ± 0.29	5.32 ± 0.32	5.10 ± 0.27	0.006*
HGB	15.8 ± 0.8	16.3 ± 0.9	15.5 ± 0.7	0.008*
HCT	46.1 ± 2.3	48.1 ± 2.5	45.5 ± 1.9	0.003*
MCV	89.1 ± 3.0	90.0 ± 3.0	89.5 ± 3.1	0.001*
MCH	30.5 ± 1.0	30.4 ± 1.0	30.1 ± 0.9	0.391
MCHC	34.2 ± 0.3	35.8 ± 0.3	33.1 ± 0.5	0.026*
RDW	13.2 ± 0.6	13.2 ± 0.4	13.2 ± 0.5	0.666
PLT	254 ± 42	306 ± 30	255 ± 41	0.001*
MPV	8.86 ± 0.91	9.13 ± 0.95	8.71 ± 1.02	0.061

* p<0.05

Yüklenmenin sonunda test öncesine oranla Hct, Hgb ve Rbc parametrelerinde artış gözlemlendi. Deneklerin lökosit, toplam nötrofil, monosit ve trombosit değerlerinde test öncesi ve sonrası ile test sonrası ve 24 saat sonrası arasında farklılık çıkarken; NE%, LY, LY%, EO ve BA değerlerinde bu farklılık sadece test öncesi ve sonrası arasında gözlemlendi (p<0.05). Deneklerin EO% değerleri test sonrası ve 24 saat sonrasında farklılaştı (p<0.05).

Tablo 3.Eritrosit deformabilitesine ilişkin test öncesi, sonrası ve 24 saat sonrasında elde edilen elongasyon indeksi değerleri (Ort. ve SS olarak)

Shear stress, (Pa)	Test öncesi elongasyon	Test sonrası elongasyon	24 saat sonrası elongasyon	p değerleri
0.30	0.035 ± 0.018	0.038 ± 0.011	0.036 ± 0.015	0.097
0.53	0.063 ± 0.015	0.081 ± 0.018	0.061 ± 0.017	0.016*(A)
0.95	0.144 ± 0.019	0.166 ± 0.021	0.142 ± 0.026	0.013*(A)
1.69	0.248 ± 0.017	0.268 ± 0.024	0.244 ± 0.030	0.013*(B)
3.00	0.354 ± 0.016	0.373 ± 0.032	0.350 ± 0.030	0.032*(A)
5.33	0.446 ± 0.015	0.461 ± 0.039	0.442 ± 0.028	0.032*(A)
9.49	0.521 ± 0.012	0.521 ± 0.042	0.526 ± 0.021	0.097
16.87	0.580 ± 0.014	0.573 ± 0.039	0.581 ± 0.016	0.368
30.00	0.622 ± 0.009	0.611 ± 0.038	0.618 ± 0.013	0.690

* p<0.05; (A): Test öncesi ve sonrası arası, (B): Test sonrası ve 24 saat sonrası arası

Deneklerin 0.53, 0.95, 1.69, 3.00, 5.33 Pa'lık düzeylerdeki El değerlerinde $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu. Test sonrasında tüm deneklerde eritrosit agregasyon parametrelerinden içerisinde bakılan Amp ve AI (Agregasyon indeksi) değerleri test öncesine oranla artarken, γ at disc min (Agregasyon eğilimi) ve $t_{1/2}$ (Agregasyon süresi) değerleri düşmekteydi. Bu son parametrede, testten 24 saat sonrasında anlamlı artış ($p < 0.05$) gözlemlendi.

Tablo 4. Deneklerin eritrosit agregasyon parametrelerine ilişkin egzersiz öncesi, sonrası ve egzersizden 24 saat sonra elde edilen değerleri (Ort. ve SS)

Değişkenler	Test öncesi	Test sonrası	Testten 24 saat sonra	p değerleri
Amp (au)	20.5 ± 5.3	20.9 ± 3.1	22.7 ± 2.6	0.236
AI (%)	62.7 ± 6.1	64.8 ± 5.3	62.1 ± 6.2	0.097
$t_{1/2}$ (s)	2.30 ± 0.69	2.07 ± 0.55	2.38 ± 0.74	0.018*(B)
γ at disc min (s)	182.8 ± 233.3	166.7 ± 239.8	89.4 ± 25.3	0.058

* $p < 0.05$; (B): Egzersiz sonrası ve 24 saat sonrası arası

TARTIŞMA

Egzersizle oluşan hemoreolojik değişikliklerin neler olduğu literatürde ayrıntılı şekilde belirtilmesine rağmen, değişikliklerin kaynağı ve egzersizden sonra hangi dönemlerde ortaya çıktığı ve bu değişikliklerin seyrinin ortaya konmamış olması bu konuda yeni araştırmalar yapılmasını gerektirmiştir (10).

Deneklerin dinlenik KAH değerleri literatürde belirtilen değerlerle paralellik gösterdi (9,20). Kalıtım veya antrenman sonucu yüksek oksijen taşıma kapasitesine sahip kişi, büyük bir atım volümü, yavaş kalp atım sayısı ve erken toparlanma ile karakterizedir (12). Vücut yağ yüzdesi için elde edilen değerler başka çalışmalara (3,18) oranla yüksekti. Bu durum yapılan spor branşlarının aerobik içeriği, yağların oksidasyon düzeyi, beslenme tarzı veya uygulanan antrenmanın içeriği ile ilişkili olabilir. Eldeki çalışmada bulunan VO_2 max değerlerinin, diğer çalışmalardaki (9,11,17) değerlerin altında olduğu gözlemlendi.

Egzersiz dolaşım ve solunum sistemi başta olmak üzere birçok sistemi etkilediği bilinmektedir (17,19). Stres etkenlerinin yanı sıra endokrin cevapların da katılımı, durumu daha karmaşık hale getirir. Deneklerin hematolojik parametre ve eritrosit deformabilite sonuçları literatürle paralellik gösterdi. 12–15 dk süren test yüklenmesini izleyen dönemde gerek toplam lökosit sayılarında, gerekse hücre türlerinin yüzdelerinde anlamlı artışlar gözlemlendi. Egzersiz bitiminde eritrosit ve lökosit sayılarında gözlenen artış marjinal havuzdan hücrelerin dolaşıma katılması sebebiyle oluşmaktadır (14).

Eritrosit agregasyonuna ilişkin olarak, test sonrası artan agregasyon indeksine karşılık eritrositlerin kümelenmesi için geçen sürede ($t_{1/2}$) düşüş gözlemlendi. Ağır egzersizin akut etkilerini inceleyen çalışmalarda eritrosit agregabilitesi konusunda birbiriyle çelişen bilgiler vardır (6). Buna göre; farklı egzersiz protokolleri ve agregasyon tayininde kullanılan farklı tekniklerden dolayı bazı çalışmalarda agregasyonun değişmediği (10) bildirilirken başka çalışmalarda arttığına (5) dair deliller elde edilmiştir. Hücrenin kompensasyon mekanizmasıyla vücut egzersizde baskı altında kalarak normal geçiş sürecinin tersine, damar içerisinde eritrositlerin birikimi ile mevcut damardan ihtiyaç duyulan dokuya aktarımında geçen süre yavaşlayacaktır (12). Ayrıca eritrosit deformabilitesindeki bozulmanın da eritrosit agregasyonunu azalttığı ileri sürülebilir. Artan kayma kuvvetlerine paralel olarak, dairesel bir formdan elipsoide dönüşümün derecesi ile eritrositlerin şekil değiştirme yetenekleri (deformabilite) arasında doğru orantı vardır. Mekik koşu testi sonrasında artan lökosit aktivasyonu eritrosit agregasyonundaki değişikliklerden sorumlu olabilir.

Anaerobik yüklenmeler anlamlı eritrosit hasarı oluştururken, aerobik egzersiz protokolleri ise eritrosit mekanik özelliklerinde daha ılımlı değişikliklere neden olur. Bu da aerobik egzersizde, egzersiz şiddetinin eritrosit hasarı oluşturacak düzeyde olmadığını, bireyin kompanse edici ek mekanizmalarının devreye girmesiyle egzersizin zorlanmadan tolere edilebildiğini düşündürür.

KAYNAKLAR

1. Astrand PO: *Textbook of Work Physiology*. NewYork, McGraw-Hill, 1986.
2. Başkurt OK, Temiz A, Meiselman JH: Red blood cell aggregation in experimental sepsis. *J Lab Clin Med* **130**: 183-90, 1998.
3. Boomfield J, Ackland TR, Elliot BC: *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport*. Australia, 1995.
4. Branemark P, Bagge U: Intravascular rheology of erythrocytes in man. *Blood Cells* **3**: 11-24, 1977.
5. Brun JF, Micallef JP, Orsetti A: Hemorheologic effects of light prolonged exercise. *Clin Hemorheol Microcirc* **14**: 807-18, 1994.
6. Brun JF, Khaled S, Ranaud E, Bouix D, Micallef JP, Orsetti A: The triphasic effects of exercise on blood rheology: which relevance to physiology and pathophysiology? *Clin Hemorheol Microcirc* **19**: 89-104, 1998.
7. Charm SE, Kurland GS: *Blood Flow and Microcirculation*. New York, John Wiley & Sons, pp 3-210, 1974.
8. Chien S: Red cell deformability and its relevance to blood flow. *Ann Rev Physiol* **49**: 177-92, 1997.

9. Convertino VA: Blood volume: its adaptation to endurance training. *Med Sci Sport Exerc* **23**: 1338-48, 1991.
10. Ernst E, Marschall M: Reduced leukocyte filterability after acute physical stress. *Clin Hemorheol Microcirc* **11**: 129-32, 1991.
11. Fox EL, Bowers RW, Foss ML: *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. Fourth ed, Florida, pp 348-57, 1988.
12. Guyton MD, John D: *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia, 2001.
13. Kohl HW, Powel KE, Gordon NF, Blair SN: Physical activity, physical fitness and sudden cardiac death. *Epidemiol Rev* **14**: 37-57, 1992.
14. Kokot K, Teschner U: Activation of leukocytes during prolonged physical exercise. *Adv Exp Biol Med* **240**: 57-63, 1998.
15. Lamb D: *Blood Viscosity in Vascular Disease*. Dundee, Scotland, University of Dundee, 1994.
16. Mohandas N, Chasis JA, Shoet SB: The influence of membrane skeleton on red cell deformability, membrane material properties and shape. *Semin Hematol* **20**: 225-42, 1993.
17. Omosequaard B: *Physical Training for Soccer*. Denmark, International Football Federation, 1996.
18. Russo EG, Graziani I: Anthropometric somatotype of Italian sport participants. *J Sports Med Phys Fitness* **33**: 282-92, 1993.
19. Smith JA: Exercise, training and red blood cell turnover. *Sports Med* **19**: 9-31, 1995.
20. Scot J, Dormandy TL: The autooxidation of human red cell lipids induced by hydrogen peroxide. *Br J Haematol* **20**: 95-111, 1996.
21. Shiga T, Maeda N, Kon K: Erythrocyte rheology. *Critical Rev Oncol Hematol* **10**: 9-48, 1990.
22. Stoltz JF: Hemorheology: pathophysiological significance. *Acta Med Port* **6**: 4-13, 1985.
23. Stoltz JF, Donner M: Hemorheology: importance of erythrocyte aggregation. *Clin Hemorheol* **7**: 15-23, 1987.
24. Tong SF, Nasrawi F, Fanari MP, Agosti R: Hemorheology during exercise: is there a microcirculatory relationship? *Biorheology* **32**: 400, 1995.
25. Yang RF, Zhao CJ, Wu YP, Wu X: Deformability of erythrocytes after exercise. *Biorheology* **32**: 250, 1995.

Yazışma için e-mail: aysegul.yapici@ege.edu.tr