

## BİRİNCİ LİG DÜZEYİ ELİT BAYAN BASKETBOL OYUNCULARINDA İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SIRASINDAKİ SOLUNUM PARAMETRELERİ

Gökhan METİN\*, Levent ÖZTÜRK\*\*, İlker YÜCESİR\*\*\*, Bülent BAYRAKTAR\*\*\*\*

\* İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, İSTANBUL

\*\* Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, EDİRNE

\*\*\* İstanbul Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, İSTANBUL

\*\*\*\* İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, İSTANBUL

### ÖZET

*Basketbol disiplininde oyuncuların sportif performansının ölçülmesinde kardiyopulmoner egzersiz testleri giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Fakat sporcu profilinin belirlenmesinde ve sporcu tercihinde henüz uygulama alanına sokulmuş standart kriterler elimizde bulunmamaktadır. Bu çalışma, birinci lig takımı düzeyindeki elit bayan basketbol oyuncularının kardiyopulmoner egzersiz testlerine yanıtlarını belirlemek ve düzenli spor yapmayan, sedanter yaşayanlarla farkları belirlemek amacıyla planlandı. Çalışmaya birinci lig takımları düzeyinden 27 (yaş,  $18 \pm 1$ ) bayan basketbol oyuncusu ile 21 (yaş,  $19 \pm 1$ ) sedanter kontrol dahil edildi. İki gruba da egzersiz testi öncesinde solunum fonksiyon testleri yaptırıldı. Daha sonra bisiklet ergometresinde submaksimal düzeyde egzersiz testi gerçekleştirildi. Egzersiz testi ve solunum fonksiyon testi sonuçları iki grup arasında karşılaştırıldı. Ayrıca, performansı belirleyecek parametreler arasında korelasyon analizi yapıldı. Bu çalışmanın sonucuna göre lig takımı düzeyi oyuncular ile sedanter kontroller arasında yapılan karşılaştırmada FEV<sub>1</sub>/FVC (Tiffeneau İndeks'i) ve FEV<sub>1</sub> yüzdesi dışındaki tüm solunum parametreleri ve egzersiz sırasındaki tüm metabolik ölçümler elit oyuncular lehine anlamlı olarak yüksek bulundu. Ayrıca ortalama dispne indeksi (VE/MVV) kontrollerde sporculara göre yüksek bulundu ( $p < 0.05$ ). Metabolik ölçümlerde ise basketbol grubunun kontrol grubuna göre daha yüksek maksimal oksijen tüketimine (sırasıyla VO<sub>2</sub>max:  $41.60 \pm 7.41$  ve  $35.64 \pm 3.16$  ml/kg/dak;  $p < 0.001$ ) sahip olduğu belirlendi. Oyuncu tercihi yapılırken, sportif beceri dışında nesnel olarak ölçülebilen fizyolojik parametrelerin de göz önünde bulundurulmasının ve basketbol disiplini için en uygun oyuncu profilinin belirlenmesinin sportif başarıyı arttıracığı sonucuna varıldı.*

**Anahtar kelimeler:** Basketbol, egzersiz testi, oksijen tüketimi, solunum fonksiyon testleri

(Solunum 2003;5:220-226)

### SUMMARY

#### **Pulmonary Parameters at Rest and During Exercise Cise Among the First Division Level Elite Female Basketball Players**

Cardiopulmonary exercise tests are being used more frequently each day to measure the sportive performance of basketball players. However, there is still no standard criteria for choosing the players and determining sportive profile. This study was designed to investigate the cardiopulmonary exercise test response of elite female basketball players from the first division and to compare these results with sedentary controls. 27 (age, yr  $18 \pm 1$ ) female basketball players from the first division and 21 (age, yr  $19 \pm 1$ ) sedentary controls were included in the study. Both groups underwent respiratory function tests before the exercise test. Then, submaximal exercise test was performed with the bicycle ergometer. Results from the exercise test and the respiratory function test were compared between the two groups. In addition, correlation analysis was made between performance and respiratory parameters. Our results showed that all respiration parameters and metabolic measurements during exercise testing, except FEV<sub>1</sub>/FVC (Tiffeneau index) and FEV<sub>1</sub>%, were significantly higher among the players. Mean Dyspnea Index (VE/MVV) was

**Yazışma adresi:** Dr. Gökhan Metin, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, 34303 Fatih, İSTANBUL

Tel.: (0212) 588 48 00

e-mail: gmetin@istanbul.edu.tr

found higher in the sedentary controls ( $p<0.05$ ). Metabolic measurements showed that basketball players had a higher maximal oxygen uptake than the controls ( $VO_2$  max:  $41.60 \pm 7.41$  and  $35.64 \pm 3.16$  mL/kg/min, respectively;  $p<0.001$ ). It is concluded that considering measurable physiological parameters besides 'sportive skill' and determining the fitness profile of the players will increase sportive success in basketball.

**Key words:** Basketball, exercise testing, oxygen consumption, respiratory function tests

(Solunum 2003;5:220-226)

## GİRİŞ

Spor performansı temelde sporcunun vücut yapısı, cinsi<sup>(1)</sup> ve yaşı<sup>(2)</sup> ile doğrudan ilişkili görünmekle birlikte ölçülebilir ve geliştirilebilir bazı diğer özelliklere de bağlıdır. Bir spor dalında başarılı olmak için amaca uygun özelliklerin geliştirilmiş olması gereklidir<sup>(3)</sup>. Örneğin, bir uzun mesafe koşucusu ile bir kürekçinin ya da bir okçunun aynı vücut özelliklerine sahip olması beklenemez. Bununla birlikte performansın tüm spor dalları için ortak olan ölçülebilir elemanları vardır. Bu elemanlar içinde kuvvet, hız, dayanıklılık ve esneklik nesnel olarak ölçülebilir. Bunlara ek olarak, ilgili branşa özgü yetenek ya da yatkınlık olarak adlandırdığımız ve henüz tümüyle nesnel olarak ölçemediğimiz bir beşinci eleman da mevcuttur. Elit sporcularda bu beş parametrenin yapılan spor dalına uygun olarak en yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir. Örneğin maratoncularda dayanıklılığın, basketbol oyuncularında hem dayanıklılık hem de hızın, yüz metre koşucularında ya da haltercilerde ise hız ve patlayıcı gücün daha yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir<sup>(4)</sup>.

Bireysel sporlarda sporcu performansı ile ilgili parametreler ve antrenman tipleri iyi belirlenmiş olmasına rağmen takım sporlarında performans belirleyici nesnel parametreler çok daha sınırlı olarak kullanılmaktadır. Basketbol disipliniinde oyuncuların hem aerobik güçlerinin hem de anaerobik kapasitelerinin gelişmiş olması beklenmektedir<sup>(4,5)</sup>. Elit bayan basketbol oyuncularının maksimal aerobik güçlerinin daha fazla olmasının yanı sıra elit olmayanlara göre daha uzun ve daha ağır oldukları da bilinmektedir<sup>(6)</sup>. Antropometrik özellikler dışında basketbol disiplinine özel olarak geliştirilen ve sporcu performansının ölçülmesinde uygulama alanına girmiş testler de vardır. Bunlar arasında "serbest fırlatma<sup>(7)</sup>", "sıçrama testi<sup>(8)</sup>", ve "alan testi<sup>(9)</sup>" sayılabilir. Ölçülebilen fizyolojik parametrelerin dışında "istek" ve "kazanma arzusu" gibi değişkenler de standardize edilmeye çalışılmıştır<sup>(10)</sup>. Tüm bu çalışmaların hedefi basketbol disiplini için en uygun antropometrik, fizyolojik ve psikolojik özellikleri belirleyerek oyuncu

tercihinde daha nesnel belirleyicileri kullanmaktır. Egzersiz performansının belirlenmesinde kardiyopulmoner egzersiz testleri en yaygın kullanılan laboratuvar tetkikleri içindedir. Bu testlerde, egzersiz yanıtına katkısı olan tüm sistemler üzerine kademeli olarak bir stres uygulanarak vücudun buna yanıtı değerlendirilir. Böylece sporcuların egzersize dayanıklılık sınırını ve kas dokusuna enerji sağlayan süreçlerin düzgün çalışıp çalışmadığını belirlemek mümkün olmaktadır.

Bu çalışma, ülkemizde birinci lig düzeyindeki elit bayan basketbol oyuncularının solunum fonksiyon testleri ile kardiyopulmoner egzersiz testlerine yanıtlarını belirlemek ve düzenli spor yapmayan sedanterler ile farklarını ortaya koymak amacıyla planlandı.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### Test Grupları

Test gruplarını oluşturmak üzere profesyonel lig düzeyinde 27 (yaş:  $18 \pm 1$ ) bayan basketbol oyuncusu çalışmaya dahil edildi. Ayrıca benzer yaş grubunda 21 sedanter ile kontrol grubu (yaş:  $19 \pm 1$ ) oluşturuldu. Tüm sporcularda egzersiz ve solunum fonksiyon testleri hazırlık dönemi sonrasında sezona başlarken gerçekleştirildi. Test döneminde akut hastalığı olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Deneklere test gününün 24 saat öncesinden başlamak üzere ağır egzersizden kaçınmaları, alkol ve kafeinli yiyecek ve içeceklerden uzak durmaları söylendi. Tüm denekler istirahat elektrokardiyogramlarının da (EKG) incelendiği kapsamlı bir fiziksel muayeneden geçirildi ve egzersiz testi öncesinde dinlenme durumunda solunum fonksiyon testleri uygulandı. Kardiyopulmoner egzersiz ölçümleri sabah saatlerinde (09:00-12:00) ve aynı araştırmacı tarafından (GM) gerçekleştirildi.

### Testler

#### Solunum Fonksiyon Testleri

Tüm ölçümler ATS (American Thoracic Society) kriterlerine uygun olarak yapıldı<sup>(11)</sup>. Dinamik ve statik akciğer hacim ve kapasiteleri bilgisayar destekli

spirometre yardımıyla (Sensormedics Vmax 29C, Yorba Linda, CA) ölçüldü. Elde edilen sonuçlar BTPS olarak düzeltilmiş olup, her birey için hesaplanan prediktif değerlerle karşılaştırıldı. Parametrelerin prediktif değerlerinin saptanmasında yaş, boy, kilo, cins ve ırk özelliklerinin kriter alındığı European Coal & Steel normları<sup>(12)</sup> kullanıldı.

### Egzersiz Testi

İki gruba da, sürekli EKG monitörizasyonu eşliğinde bisiklet ergometresinde submaksimal egzersiz yaptırıldı (Ergometrics 800, Sensormedics). İki dakikalık ısınma periyodunu takiben egzersize 25 Watt'lık iş yükü ile başlandı; her 2 dakikada bir 25 Watt artırılarak devam edildi<sup>(13)</sup>. Test süresince bisiklet pedal hızının 60 RPM'de olmasına dikkat edildi. Kan basıncı değerleri test süresince 2 dakika aralıklarla ve standart yaylı manometre (Erka Sphigmomanometer, Germany) kullanılarak ölçüldü. VO<sub>2</sub> ve VCO<sub>2</sub>, test sırasında her solukta (breath-by-breath) ve 10 sn aralıklarla ortalama değerleri alınarak ekspirasyon havasından analiz edildi (SensorMedics Vmax 29C Metabolic Measurement, Yorba Linda, CA, US). Sistem, her test öncesinde konsantrasyonları bilinen standart O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> gazları ile kalibre edildi. Maksimum kalp frekansı (HRmax) sınırı (HRmax = 220 – yaş) formülü ile hesaplandı. Testin sonlandırılma kriterleri<sup>(13)</sup> olarak 1) HRmax düzeyinin %85'ine ulaşılması, 2) Solunum Değişim Oranı (Respiratory Exchange Ratio, RER) değerinin 1.1'e ulaşması, 3) maksimum dakika ventilasyon değerinin (VE) %80'ine ulaşılması kabul edildi. Yukarıdaki üç kriterden ikisini sağlayanlarda test sonlandırıldı. Anaerobik eşik düzeyi olarak, O<sub>2</sub> için

solunum eşdeğerinin (VE/VO<sub>2</sub>) sistematik artışıyla birlikte CO<sub>2</sub> için solunum eşdeğerinin (VE/VCO<sub>2</sub>) artmadığı nokta kabul edildi<sup>(13)</sup>.

### İstatistiksel Analiz

Sonuçlar ortalama  $\pm$  SD olarak verildi. Gruplara ait verilerin varyanslarının eşitliğini görmek için Levene Testi kullanıldı. İki grup ortalamalarının karşılaştırılmasında bağımsız gruplarda t-testi kullanıldı. p<0.05 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Korelasyon analizinde kontrol grubu ile basketbol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede boy farkı olduğu için "boy" değişkeninin etkileri kontrol altında tutularak parsiyel korelasyon yapıldı.

## BULGULAR

Antropometrik ölçüm sonuçları Tablo I'de verildi. Basketbol oyuncularını, kontrol grubuna göre daha yüksek boy ve kiloya sahipti. Fakat vücut kütle indeksi (BMI) açısından iki grup arasında anlamlı bir fark yoktu. İstirahat ve egzersiz durumunda akciğer hacim ve kapasitelerine ilişkin ölçüm sonuçları Tablo II'de verildi. Basketbol grubunda FEV<sub>1</sub>/FVC ve FEV<sub>1</sub>% değerleri dışındaki tüm değerler kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulundu. İstirahat ve egzersiz sırasında yapılan kardiyovasküler ölçümlere ait sonuçlar Tablo III'de verildi. Basketbol grubunda egzersiz sırasında maksimal diyastolik kan basıncı kontrol grubundan daha düşük (p<0.001) bulundu. Ayrıca oksijen nabızı düzeyi basketbol grubunda daha yüksek bulundu (p<0.001).

**Tablo I:** Üç gruba ait demografik, antropometrik ve metabolik ölçümler

Değişken	Basketbol Grubu n=27	Kontrol Grubu N=21	Student's t-testi P değeri
Yaş, yıl	18 $\pm$ 1	19 $\pm$ 1	0.003
<b>Antropometri</b>			
Boy, cm	181 $\pm$ 7	165 $\pm$ 4	0.000
Kilo, kg	71 $\pm$ 10	58 $\pm$ 6	0.000
BMI, kg/m <sup>2</sup>	21.2 $\pm$ 1.8	20.8 $\pm$ 2.4	AD
<b>Egzersiz Yükü</b>			
Dayanıklılık, dak	14.57 $\pm$ 1.96	13.09 $\pm$ 1.11	0.000
Maksimal güç, Watt	202.22 $\pm$ 25.05	147.61 $\pm$ 13.47	0.000
<b>Metabolik analiz</b>			
<i>Maksimal Seviye Ölçümleri</i>			
VO <sub>2</sub> ml/kg/dak	41.60 $\pm$ 7.41	35.64 $\pm$ 3.16	0.001
VO <sub>2</sub> L/dak	2.940 $\pm$ 0.616	2.078 $\pm$ 0.290	0.000
<i>Anaerobik Eşik Ölçümleri</i>			
VO <sub>2</sub> mL/kg/dak	23.89 $\pm$ 3.38	24.56 $\pm$ 4.04	AD

BMI: vücut kütle indeksi, VO<sub>2</sub>: oksijen tüketimi, AD: anlamlı değil

**Tablo II:** İstirahat ve egzersiz sırasında akciğer hacim ve kapasiteleri

Değişken	Basketbol Grubu n=27	Kontrol Grubu n=21	Student's t-testi P değeri
<b>İstirahat</b>			
FVC, L	4.420 ± 0.497	3.404 ± 0.368	0.000
FEV <sub>1</sub> , L	3.902 ± 0.540	3.020 ± 0.381	0.000
FEV <sub>1</sub> /FVC %	88.2 ± 5.4	88.8 ± 4.9	AD
MVV, L	137.8 ± 17.2	116.9 ± 16.2	0.000
VC, L	4.525 ± 0.460	3.431 ± 0.357	0.000
FIVC, L	4.236 ± 0.530	3.378 ± 0.363	0.000
IC, L	3.050 ± 0.472	2.548 ± 0.350	0.000
ERV, L	1.263 ± 0.377	0.747 ± 0.196	0.000
VT, L	0.929 ± 0.231	0.612 ± 0.194	0.000
FVC %	102.0 ± 8.8	93.7 ± 7.3	0.001
FEV <sub>1</sub> %	95.81 ± 11.17	90.57 ± 8.73	AD
VC %	104.48 ± 9.14	95.80 ± 7.57	0.001
<b>Egzersiz</b>			
VE/MVV	68.70 ± 8.91	73.38 ± 4.68	0.024
VT/IC	75.66 ± 9.21	78.76 ± 11.7	AD
VE, L	94.71 ± 13.46	85.67 ± 12.27	0.021
VE/VO <sub>2</sub> max	34.33 ± 5.65	40.95 ± 4.29	0.000
VTmax	2.251 ± 0.398	1.978 ± 0.211	0.004
VD/VT	0.14 ± 0.04	0.19 ± 0.03	0.000
RR, dak-1	43 ± 8	43 ± 5	AD

FVC: zorlu vital kapasite, FEV<sub>1</sub>: birinci saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi, FEV<sub>1</sub>/FVC: Tiffeneau indeksi, MVV: maksimal istemli ventilasyon, VC: vital kapasite, IC: inspirasyon kapasitesi, ERV: ekspirasyon rezervi, VT: tidal volüm, VE/MVV: ortalama dispne indeksi, VD/VT: ölü boşluk hacminin soluk hacmine oranı, RR: solunum frekansı, AD: Anlamlı değil. Tüm değerler (BTPS) ortalama ± SD olarak verilmiştir.

**Tablo III:** İstirahat ve egzersiz durumunda kardiyovasküler parametreler

Değişken	Basketbol Grubu n=27	Kontrol Grubu n=21	Student's t-testi n=21
<b>İstirahat</b>			
HR, atım/dak	63 ± 6	75 ± 4	0.000
SKB, mmHg	95 ± 8	104 ± 10	0.002
DKB, mmHg	59 ± 7	61 ± 6	AD
<b>Egzersiz</b>			
<b>Maksimal Seviye Ölçümleri</b>			
HR, atım/dak	178 ± 8	174 ± 5	AD
%HR	89 ± 3	86 ± 2	0.02
SKB, mmHg	148 ± 10	149 ± 5	AD
DKB, mmHg	55 ± 7	67 ± 9	0.000
O <sub>2</sub> nabızı, mL	16.55 ± 3.29	11.90 ± 1.54	0.000
<b>Anaerobik Eşik Ölçümleri</b>			
HR	148 ± 7	138 ± 5	0.000
HR %	74 ± 3	69 ± 3	0.000

HR: kalp atım hızı, SKB: sistolik kan basıncı, DKB: diyastolik kan basıncı, AD: anlamlı değil.

Egzersiz testi sırasında yapılan metabolik ölçüm sonuçları yine Tablo I'de verildi. Elit basketbol oyuncularının maksimal oksijen tüketimi değerleri hem mutlak tüketim olarak (L/dak) hem de nispi tüketim olarak (ml/kg/dak) kontrol grubundan anlamlı derecede daha yüksek bulundu (sırasıyla p<0.001, p<0.001). Ayrıca anaerobik eşik sonrasında egzersize devam edebilme süreleri basketbol grubunda kontrole göre (sırasıyla 4.71 ± 1.04, 3.34 ± 0.71 dak, p<0.001) daha uzun bulundu. Dayanıklılık ve iş yükü ile değişik parametreler arasında yapılan parsiyel korelasyon analizi sonuçları ise Tablo IV'de verildi.

**Tablo IV:** Solunum parametreleri ile dayanıklılık ve iş yükü arasında boy değişkeni kontrol edilerek yapılan parsiyel korelasyon analizi

	Dayanıklılık R (p)	İş R (p)
FVC	0.08 (p>0.05)	0.20 (p>0.05)
FEV <sub>1</sub>	0.11 (p>0.05)	0.17 (p>0.05)
MVV	0.33 (p<0.05)	0.36 (p<0.02)
VC	0.05 (p>0.05)	0.20 (p>0.05)
IC	-0.15 (p>0.05)	-0.15 (p>0.05)
VEmax/MVV	-0.06 (p>0.05)	-0.19 (p>0.05)
VD/VT	-0.20 (p>0.05)	-0.31 (p<0.05)
VO <sub>2</sub> max	0.54 (p<0.001)	0.49 (p<0.001)
VEmax	0.34 (p<0.02)	0.23 (p>0.05)
VTmax	0.24 (p>0.05)	0.15 (p>0.05)
VE/O <sub>2</sub> max	-0.38 (p<0.02)	-0.36 (p<0.02)
Anaerobik nabız	0.17 (p>0.05)	0.33 (p<0.05)

## TARTIŞMA

Bu çalışmada ülkemizde birinci lig düzeyinde oynayan bayan basketbol oyuncularının solunum fonksiyonları ve egzersiz testi yanıtları araştırılmıştır. Basketbol grubunda ortalama boy, kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha uzun bulunmuştur (Tablo I). Boy faktörü basketbol oyununda özellikle ön plana çıkmaktadır. Kişilerin uzun boylu olması, onların basketbola yönlendirilmelerinde, ya da tercih edilmelerinde etkili olmaktadır. Basketbol oynamanın boyu uzattığı görüşünü destekleyecek bir çalışma ise henüz mevcut değildir. Basketbol grubunda ortalama kilo da kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu. Bu nedenle boy ve kilonun birbirine oranlanması ile elde edilen BMI değerlerinde anlamlı fark saptanmadı. Bu sonuçlar, daha önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir<sup>(6, 14)</sup>.

Egzersiz öncesi istirahat durumunda yapılan solunum fonksiyon testlerinde, FEV<sub>1</sub>/FVC ve FEV<sub>1</sub>% değerleri dışında tüm solunum parametrelerinde basketbol grubu lehine anlamlı farklar bulundu (Tablo II). FEV<sub>1</sub>/FVC değerinin farklı bulunmaması, bize göre basketbol grubunda hem FEV<sub>1</sub> hem de FVC değerlerinin birlikte artışına bağlıdır. Bu durumda, sportif performansın değerlendirilmesinde FEV<sub>1</sub>/FVC oranının güvenilir bir gösterge olmadığı anlaşılmaktadır. Yaptığımız korelasyon analizinde de bu oranın egzersize ait dayanıklılık ve iş yükü ölçümleri ile ilişkili olmadığını gördük (Tablo IV). İstirahat sırasında yaptığımız solunum ölçümlerinden vital kapasite (VC) de sporcularda daha yüksek bulundu. Bu durum sporcuların boylarının daha fazla olmasıyla ilişkilendirilebilirse de, sonuçlar prediktif değerlerin %'si olarak karşılaştırıldığında sporcular lehine olan fark devam etti.

Egzersizde ortaya koyulan maksimum kuvvetle, inspirasyon kapasitesi (IC) arasındaki ilişki önceki çalışmalarda gösterilmiştir<sup>(15)</sup>. Egzersiz sırasındaki soluk hacmi (VT) artışı daha çok inspirasyon rezerv hacmi (IRV), kısmen de ekspirasyon rezerv hacmi (ERV) kullanılarak olmaktadır<sup>(16,17)</sup>. Diğer bir deyişle egzersizde inspirasyon sonu hacim giderek total akciğer kapasitesine yaklaşır<sup>(16,17)</sup>. Bu nedenle maksimal VT, çoğunlukla istirahat sırasındaki IC'ye bağlı görünmektedir. Basketbol grubunda IC, kontrol grubuna göre yaklaşık 0,5 L daha yüksek bulundu. Yine sporcu grubundaki VT değeri de egzersiz sırasında yaklaşık olarak 0,3 L daha fazlaydı. Çalışmamızdaki her iki grubun egzersiz sırasındaki VT artışı, istirahat seviyelerine göre yaklaşık 1,9 L civarında kalmış olup, VT/IC oranını istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşırsa

da basketbol grubunda daha düşük gösterdi. Bu durum uygulanan egzersiz protokolünün submaksimal düzeyde olmasıyla açıklanabilir.

İlgi çekici solunum parametrelerinden biri de dakika ventilasyonunun (VE) maksimal istemli ventilasyona (MVV) oranıdır. Ortalama dispne indeksi olarak adlandırılan bu oran (VE/MVV), klinik ve pre-klinik değerlendirmelerde kullanılmaya başlanmıştır<sup>(18)</sup>. Kontrol grubunda VE/MVV'nin daha yüksek olduğu görüldü. Buradan, sedanter kontrol grubunun egzersiz sırasında, basketbol grubuna göre daha fazla oranda dispneik solunum yaptığı sonucunu çıkarmaktayız. Egzersizde VE'nin arttığı bilinmektedir<sup>(19)</sup>. Bunun sonucu olarak da VE/MVV oranı artar. Fakat düzenli antrenman yapan şahıslarda, sedanter yaşayanlara göre egzersiz sırasındaki VE artışı daha az olmaktadır. Bu da, VE/MVV artışının sedanter grupta daha belirgin olmasına yol açmaktadır. MVV değeri ise antrenmanla artan bir parametre olduğu için basketbol grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmış ve VE/MVV oranındaki istatistiksel azalmaya katkıda bulunmuştur. Egzersize solunum uyumunun bir göstergesi olarak VE/MVV oranının değerlendirilmeye alınmasının sporcu seçiminde önemli bir katkı sağlayabileceğini düşünmekteyiz.

Egzersiz maksimal seviyesindeki solunum frekansının (RR) iki grup arasında istatistiksel olarak anlamsız çıkmasına karşın VE'nin sporcular lehine yüksek olması, soluk hacminin bu grupta daha fazla artmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, solunum işi açısından sporcuların daha ekonomik çalıştığını düşündürmektedir. Yine basketbol grubunun solunum eşdeğeri (VE/VO<sub>2</sub>)'nin de kontrole göre anlamlı olarak daha düşük bulunması, düşüncemizi destekler niteliktedir.

Alveolar ventilasyondaki kayıpları gösteren bir parametre olarak, ölü boşluk hacminin, soluk hacmine (VD/VT) oranına baktığımızda basketbol grubunun daha düşük bir değere sahip olduğunu gördük. Ölü boşluk hacmi değişik nedenlerle arttığı zaman VD/VT oranı artmaktadır. Egzersiz, bazı havayollarının daha fazla gerilmesine ve solunum ritminin artışına yol açarak gaz alışverişini bozmakta ve ölü boşluk büyüklüğünü arttırmaktadır<sup>(20)</sup>. Bu da VD/VT oranını büyütmektedir. Çalışmamızda basketbol grubunda kontrollere göre VD/VT oranının daha düşük olduğunu, dolayısıyla ölü boşluk kaybının daha az olduğunu belirledik.

Kardiyovasküler parametrelere baktığımız zaman, istirahat durumunda kalp tepe atımının basketbol grubunda anlamlı derecede düşük olduğunu gözledik. Bu sonuç, basketbol grubunda düzenli antrenmanların

kalp uyumunu ortaya çıkaracak düzeyde iyi olmasıyla açıklanabilir. Sporcularda kalbin atım volümünün arttığı ve daha az çalışarak yeterli miktarda kanı periferik pompaladığı eskiden beri bilinmektedir<sup>(21)</sup>. Bazı yazarlar tarafından “sporcu bradikardisi” olarak adlandırılan bu durum basketbol grubunda da ortaya çıkmıştır. İstirahat durumunda sistolik ve diastolik kan basınçlarının basketbol grubunda daha düşük olduğunu belirledik. Bununla birlikte sadece sistolik kan basıncındaki düşüklüğün istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaştığını gördük. Sistolik kan basıncını belirleyen faktörlerden biri, kalp tepe atımı olduğuna göre, istirahatte görülen bu düşüklüğün bir yönüyle bradikardi ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Egzersiz testi sırasında yaptığımız arteriyel kan basıncı ölçümlerinde sistolik basınçlarda bir fark olmamasına rağmen, diastolik kan basıncında basketbol grubunda anlamlı derecede daha düşük değerler elde ettik. Basketbol, daha çok izotonik egzersiz tipinde antrenman uygulamalarını içermesi nedeniyle ve bu tip egzersizde periferik vasküler direncin düşmesi nedeniyle gözlediğimiz daha düşük değerler yapılan spor disiplinin sonucu olarak değerlendirilebilir.

Kalbin bir kerede periferik pompaladığı kan hacmine karşılık olarak tüketilen oksijen miktarına O<sub>2</sub> nabızı adı verilmektedir. O<sub>2</sub> nabızı, bir dakikada tüketilen oksijen miktarının dakikadaki kalp tepe atımına bölünmesiyle hesaplanır. Egzersiz esnasında bir defalık atım hacminin, dolayısıyla da dolaşım sisteminin verimi hakkında kaba bir fikir verir<sup>(22)</sup>. Basketbol grubunda O<sub>2</sub> nabzının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu belirledik. Submaksimal bir egzersizde, aynı kalp tepe atımı sayısında, antrene kişiler daha yüksek VO<sub>2</sub>'ye sahip olduğu için<sup>(22)</sup> basketbol grubumuzda maksimal O<sub>2</sub> nabzının sedanterlere göre daha yüksek bulunması beklenen bir sonuçtu. Egzersiz sırasındaki maksimal seviyede yaptığımız ölçümlerde kalp tepe atımının her iki grupta da benzer olduğunu gördük. Fakat aynı düzeydeki kalp tepe atımı ile basketbol grubu, egzersizi daha uzun süre sürdürerek daha büyük bir iş yüküne ve daha fazla VO<sub>2</sub>'ye ulaştı. Anaerobik eşik düzeyinde yaptığımız ölçümlerde ise, basketbol grubunun daha büyük bir kalp tepe atımı değeri ile anaerobik eşığe ulaştığını gördük. Diğer bir deyişle basketbolcuların aerobik kapasitesi, kontrol grubuna göre daha fazla gelişmişti. Anaerobik eşikten sonra da egzersizi daha uzun süre sürdürebiliyorlardı. Bu çalışma sonucunda, basketbol disiplininde hem aerobik gücü hem de anaerobik dayanıklılığı yükseltmeyi hedefleyen antrenmanların, istirahat ve egzersiz sırasında ölçtüğümüz fizyolojik parametreleri bu spora uygun olarak geliştirecek şekilde etkilediğini

gördük. Bilindiği üzere sporcuların yeterli derecede antrenman yapıp yapmadıkları veya öngörülen antrenman miktarının yeterli olup olmadığını anlamak için bu ölçümlerin yapılması gereklidir<sup>(13,19,23)</sup>. Ayrıca, basketbol için elit sporcu seçiminde de bu fizyolojik parametrelerin göz önünde bulundurulmasının ihmal edilmemesi gerekliliği tarafımızdan da desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Beyaz M, Metin G, Dinç C, ve ark. Yüzücülerin cinsiyetlerine göre maksimal egzersize olan cevaplarının karşılaştırılması. *Yüzme Bilim ve Teknoloji Dergisi* 1998;18:21-25.
2. Metin G, Ünal M, Dinç C, ve ark. Yüzücülerde yaş gruplarına göre dinamik ve statik akciğer hacimlerinin mukayesesi. *Yüzme Bilim ve Teknoloji Dergisi* 1998;18:10-13.
3. Kayserilioğlu A, Metin G, Güler C. Değişik spor ve yaş gruplarında stress test uygulanarak kardiyovasküler sistemin incelenmesi. *İstanbul Tıp Fakültesi Mecmuası* 1996;59:28-33.
4. Akgün N. Egzersiz ve spor fizyolojisi. 6. baskı II. Cilt, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1996.
5. Riezebos ML, Paterson DH, Hall CR, Yuhasz MS. Relationship of selected variables to performance in women's basketball. *Can J Appl Sport Sci* 1983;8:34-40.
6. Smith HK, Thomas SG. Physiological characteristics of elite female basketball players. *Can J Sport Sci* 1991;16:289-295.
7. Kinnunen DA, Colon G, Espinoza D, ve ark. Anthropometric correlates of basketball free-throw shootings by young girls. *Percept Mot Skills* 2001;93:105-108.
8. Mataulj D, Kukolj M, Ugarkovic D, ve ark. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41:159-164.
9. Crisafulli A, Melis F, Tocco F, ve ark. External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:409-417.
10. Dorsey B, Lawson P, Pezer V. The relationship between women's basketball performance and will to win. *Can J Appl Sport Sci* 1980;5:91-93.
11. Wagner J. Pulmonary function laboratory management and procedure manual. New York, American Thoracic Society; 1998.
12. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, ve ark. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J (Suppl.)* 1993;16:5-40.
13. Ruppel GL. Manual of pulmonary function testing. 7th edition, Mosby Inc., Missouri, 1998: p.181
14. De AK, Bhattacharya AK, Panda BK, Das Gupta PK. Respiratory

- performance and grip strength tests on the basketball players of inter-university competition. *Indian J Physiol Pharmacol* 1980;24:305-309.
15. Murariu C, Ghezzi H, Milic-Emili J, Gautier H. Exercise limitation in obstructive lung disease. *Chest* 1998;114:965-968.
  16. Koulouris NG, Dimopoulou I, Valta P, ve ark. Detection of expiratory flow limitation during exercise in COPD patients. *J Appl Physiol* 1997;82:723-731.
  17. O'Donnell DE, Webb KA. Exertional breathlessness in patients with chronic airflow limitation: the role of lung hyperinflation. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:1351-1357.
  18. Kesten S, Garfinkel SK, Wright T, Rebeck AS. Impaired exercise capacity in adults with moderate scoliosis. *Chest* 1991;99:663-666.
  19. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology*. 3rd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1991:278-284.
  20. Asmussen E, Nielsen M. Physiological dead-space and alveolar gas pressures at rest and during muscular exercise. *Acta Physiol Scand* 1956;38:1.
  21. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of medical physiology*, 9th edition. W.B. Saunders, Philadelphia, 1996.
  22. Metin G. Profesyonel kürek sporunun orta yaşlı deneklerde dolaşım, solunum ve kan parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi (Uzmanlık Tezi). İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, 1992.
  23. Franklin BA, Whaley MH, Howley ET, ve ark. ACSM (American College of Sports Medicine)'s guidelines for exercise testing and prescription. Sixth edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.