

## ERKEK ÇİM KAYAKÇILARIN BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE PERFORMANSLA OLAN İLİŞKİLERİ

Hakan GÜR\*      Nimet HAŞIL\*\*      Selçuk KÜÇÜKOĞLU\*

### ÖZET

Çim kayakçıların bazı fizyolojik özelliklerini ve performansla olan ilişkilerini belirlemenin amaçlandığı bu çalışmaya 10 erkek çim kayakçı (ÇK) gönüllü olarak katıldı. ÇK'ların fizyolojik özellikleri 8 sedanter kontrol (SK), 6 kısa (KMA) ve 6 orta mesafe atleti (OMA) ile karşılaştırıldı. Deneklere hegzagonal engel, çabukluk, motor öğrenme, blok üstü atlama, fiziksel çalışma kapasitesi ( $PWC_{170}$ ), duvar skuat ve bel kuvvet testleri uygulandı. Ayrıca deneklerin diz ekstansör (DE) ve fleksör (DF) ( $60^\circ/sn$  ve  $180^\circ/sn$ 'lik açısal hızlarda), kalça internal (KI) ve eksternal (KE) rotator kas gruplarının konsantrik (KON) ve eksantrik (EKS) kuvvetleri ( $30^\circ/sn$  ve  $60^\circ/sn$ 'lik hızlarda) ölçüldü. ÇK ve KMA'ların çabukluk, motor öğrenme ve bel kuvvet sonuçları SK ve OMA'larda elde edilenden belirgin olarak ( $p<0.05$ ) daha yüksekti. Buna karşın ÇK'ların  $PWC_{170}$  değerleri KMA ve OMA'ların değerlerinden daha düşüktü ( $p<0.05$ ). ÇK'larda yüksek açısal hızda elde edilen ortalama DE EKS pik ("peak"=zirve), PT tork : DF KON PT oranı ve SK ve KMA'larda tespit edilenden daha yüksekti ( $p<0.05$ ). Ayrıca büyük slalom yarış performansı ile DE EKS PT ( $r=0.59$ ) ve DE EKS: DF KON PT oranı arasında düşük açısal hızda orta derecede anlamlı bir ilişki ( $r= 0.56, p<0.05$ ) bulundu.

\* Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Bilim Dalı, Bursa

\*\* Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, Bursa

Sonuçlar çim kayakçıların yüksek motor öğrenme, çabukluk, statik anaerobik dayanıklılık, bacak KON-EKS ve bel kas kuvveti değerlerine sahip olduklarını gösterdi. Ayrıca bu çalışma ile çim kayağındaki başarı üzerine DE kaslarının EKS kuvvetinin önemli bir etkisi olduğu sonucuna varıldı.

**Anahtar Sözcükler :** Çim kayağı, kısa ve orta mesafe atletleri, slalom ve büyük slalom, konsantrik ve eksantrik kas kuvveti.

### SUMMARY

#### SELECTED PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS of MALE GRASS SKIERS and THEIR RELATIONSHIPS to PERFORMANCE

Ten male grass skiers (GS), 8 sedentary controls (SC), 6 short- (SDR) and 6 middle-distance runners (MDR) volunteered the study with the purpose of investigating selected physiological characteristics and determining their relationships to performance. All subjects performed hexagonal obstacle, vertical and high box jump, physical work capacity ( $PWC_{170}$ ), wall squat, back strength tests. Subjects were also tested for knee extensor (KE) and knee flexor muscle groups (KF) at  $60^\circ$  and  $180^\circ/s$  angular velocity, and for hip internal and hip external rotator muscle groups at  $30^\circ$  and  $60^\circ/s$  angular velocity in both concentric (CON) and eccentric (ECC) modes. Agility, motor learning, back strength capacity of GS and SDR were higher ( $p<0.05$ ) than SC and MDR. However,  $PWC_{170}$  was lower ( $p<0.05$ ) in GS compared to SDR and MDR. GS had higher mean ECC peak torque in KE to CON peak torque in KF ratio at fast angular velocity compared to SC and SDR. In addition, there was a moderate correlation ( $p<0.05$ ) between giant slalom performance time and both ECC peak torque in KE ( $r=0.59$ ) and ECC KE : CON KF peak torque ratio ( $r=0.56$ ) at slow angular velocity.

In conclusion, the results of this study indicated that grass skiers have high agility capacity, static anaerobic endurance, motor skill, CON and ECC leg muscle strength, and back strength. In addition, this study demonstrated the importance of EEC strength of KE on grass skiing performance.

**Key Words :** Grass skiers, short and middle distance runners, slalom and giant slalom, concentric and eccentric muscular performance.

## GİRİŞ

Yaz döneminde kayak sporu yapmanın güçlükleri antrenör, kayakçı ve araştırmacıları yeni bir kayak tipi geliştirmeye yöneltmiş ve bu ihtiyaç çim kayağının ortaya çıkmasına neden olmuştur. İlk olarak 1883'de Avusturya'da "tekerlekli kayak ayakkabısı" olarak ortaya çıkan kayak fazla bir ilgi görmemesine karşın yaklaşık 30 yıl önce Alman Josef Kaiser'in geliştirdiği kayak bugünkü çim kayağına temel oluşturmuştur (12). Kaiser'in geliştirdiği bu kayaklar boyu dışında alp kayağına benzerken bugün kullanılan kayaklar bağlamaları dışında alp kayağı ile benzeşmemektedir.

Günümüzde kullanılan çim kayakları; etrafında plastik bir bandın yer aldığı dönen tekerleklerden oluşmaktadır. Bandın üzerinde çimde kaymayı engelleyecek ve bunun sürekli dönmesini sağlayacak plastik parçalar vardır. Slalom, büyük slalom, super-G ve kombine yarışları düzenlenen çim kayağı ile normal kayakta yapılan bütün hareketleri yapmak olanaklıdır (12).

Değişik spor branşlarına katılan farklı seviyedeki sporcuların fizyolojik özelliklerini ve performansla olan ilişkilerini tespit etmek sıklıkla araştırmacıların ilgi odağı olmaktadır. 1985 yılından beri Uluslararası Kayak Federasyonunun (FIS) bir üyesi olan ve 1970'li yıllardan bu yana Avrupa ve Dünya Şampiyonları düzenlenen çim kayağı sporcularına ilişkin benzer bilgileri ise kısıtlıdır.

Bu çalışma ile öncelikle çim kayakçıların bazı fizyolojik özelliklerini belirlemek ve bunların performansla olan ilişkilerini ortaya koymak amaçlandı. Ayrıca söz konusu özellikleri daha iyi kıyaslayabilmek amacı ile testlerin benzer düzeyde antrenman geçmişine sahip olan kısa ve orta mesafe atletlerinde ve sedanterlerde uygulanarak çim kayakçıları ile karşılaştırılması planlandı.

## ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

**Denekler :** Bu çalışmaya 10 erkek çim kayakçı (ÇK), 8 sedanter kontrol (SK), 6 kısa (KMA) ve 6 orta mesafe atleti (OMA) olmak üzere toplam 30 denek katıldı. SK denekleri iş ve boş zamanlarını değerlendirme aktiviteleri olarak Saltin ve Grimby'nin (18) tarifine göre Level II düzeyindeydiler. Deneklere çalışma sırasında yapılacak uygulamalar,

muhtemel riskler anlatıldı ve çalışmaya gönüllü katılımlarını içeren bir form imzalatıldı. Deneklerin vücut yağ yüzdeleri hesaplandı (16). Çalışmaya katılan çim kayakçılarından dördü uluslararası yarışmalara katılmış, fakat bu yarışmalarda katılan sporcular arasında ilk %50'ye girememiş sporculardı. KMA ve OMA denekler son beş yıldır ulusal yarışmalara katılan sporculardı. KMA denekler son altı ay içinde 100 m için 11:33 ± 00:33 saniye (10:91-11:42), 200m için 23:53±00:47 saniyelik (23:01-24:20) en iyi dereceye sahipti. OMA denekler ise son altı ay içerisinde 800m için 2:02±0:04 dakika (1:57-2:06), 1500m için 4:08±0:08 dakika (3:55-4:15), 3000m için 8:40±0:50 dakika için (8:36-9:40), 5000m için 15:56±0:36 dakikalık (15:40-16:10) en iyi dereceye sahipti.

### **Testler :**

**Hekzagonal Engel Testi :** 6 kenarlı bir engelden oluşan bu test kayakçıların çabukluk, koordinasyon ve motor öğrenme yeteneklerini değerlendirmek amacı ile düzenlenmiştir (3). Denekler hegzagonal saat yönünde kesintisiz olarak 5 kez tamamladılar. Üçüncü tekrar tamamlandığında elde edilen zaman çabukluk; 1. ile 5. tur arasındaki zaman farkı ise motor öğrenme değeri olarak kaydedildi. Deneklerin test öncesi deneme yapmalarına izin verilmedi.

**Blok Üstü Atlama Testi :** Bu test kayakçıların anaerobik dayanıklılığını ve dinamik denge yeteneklerini ölçmek için kullanılmaktadır (2, 19). Bu test için denekler 30cm x 30cm x 100cm boyutlarındaki süngerden oluşan bir bloğun üzerinden her iki bacak ile bloğun iki tarafına olabildiğince çok sayıda sıçramaya çalıştı. Deneklerin 40 saniyedeki iki tarafa toplam sıçrama sayısı test sonucu olarak kaydedildi. Sıçramalar sırasında denekler bloğun bir tarafına çift bacakla sıçramayı kaçırdığında veya düştüklerinde test tekrar edildi.

**Dikey Sıçrama :** Bacaktaki patlayıcı kuvveti test etmek amacı ile kullanılan bu testin kayaktaki başarıyı belirlemede önemli bir test olduğu ifade edilmektedir (26). Duvara paralel, kolları başın üzerinde ve dirseğin ekstansiyonda olduğu bir pozisyonda deneklerin parmak uçlarının duvara temas ettiği nokta işaretlendi. Daha sonra denekler sabit skuat pozisyonundan olabildiğince yukarı sıçradı ve parmak uçları ile duvarda temas ettikleri en üst nokta işaretlendi. Sıçrama hareketi üç kez tekrarlandı. Temas edilen en üst nokta ile başlangıç noktası arasındaki mesafe cm cinsinden kaydedildi (3).

**Duvar Skuat Testi :** Bacak kaslarındaki statik anaerobik dayanıklılık kapasitesini test etmenin amaçlandığı bu test sırasında denekler dik oturur bir pozisyonda duvara yaslandı. Bu sırada deneklerin ayakları omuz genişliğinde açık olup diz açıları  $90^\circ$  idi. Ayaklarında kaymayı önleyecek bir ayakkabı olan denekler sol bacaklarını yerden 15-20 cm yukarı kaldırdı ve aynı anda kronometre çalıştırıldı. Deneklerin hareket etmeden bacaklarını havada tutabildikleri süre kaydedildi. Aynı işlemler sağ bacak için de uygulandı. Her bacak için beşer dakika ara ile tekrarlanan 2 test sonucundan düşük olan değer test sonucu olarak değerlendirildi (3).

**Bel Kuvveti :** Bel kuvvetini ölçmek için dinamometrenin (Takei Kiki Kogyo, Japonya) platformuna zincirle bağlı olan barın boyu deneklere göre ayarlandı (yerden yaklaşık 40-45 cm yüksekliğe). Denekler dizler tam ekstansiyonda olacak bir pozisyonda ellerinin ayası vücutlarına bakar bir pozisyonda barı kavradı. Denekler bu pozisyonda olabildiğince kuvvetli bir şekilde kaldırma hareketi ile barı yukarı doğru çekmeye çalıştı. Üç kez tekrarlanan bu hareket sonucunda elde ettikleri en yüksek değer kaydedildi.

**Fiziksel Çalışma Kapasitesi ( $PWC_{170}$ ) :** Bu test için bisiklet ergometresinin (Monark 814E, İsveç) oturma selesi ve el barı deneklere göre ayarlandı. Deneklere Eurofit test bataryasında tarif edilen, her iki dakikada bir yükün arttığı ve kalp atım sayısını 160-170 arasına ulaştırmanın hedeflendiği bir test uygulandı (8). Başlangıç yükü 1 W/kg olarak belirlenip Eurofit bataryasında önerildiği biçimde arttırıldı. Kalp atım sayıları parmağa yerleştirilen Oxysuttle Pulse Oximeter (Sensor-medics, ABD ) ile kaydedildi.

**İzokinetik Testler :** Diz ekstansör (DE) ve fleksör (DF) kasları ve de kalça internal (Kİ) ve external (KE) rotator kaslarının konsantrik (KON) ve eksantrik (EKS) kas kuvvetleri Cybex 6000 izokinetik dinamometresi (Cybex, Division of Lumex Inc., New York, ABD) ile ölçüldü (5).

Diz ölçümleri için 5 dakikalık bisiklet ergometresindeki ısınmayı takiben birkaç alıştırma yapan denekler 3 submaksimal ısınma tekrarından sonra  $60^\circ$  /sn'de 4 ve  $180^\circ$  /sn'de 20 tekrarlı maksimal istemli kasılma yaptı. Denekler her kasılma hızı arasında 20 saniye; KON ve EKS testler arasında 15'er dakika istirahat etti.

Kalça testleri için denekler sırt üstü bir pozisyonda ilgili masaya uzandı. Dinamometrenin kolu deneklerin dizleri tam ekstansiyondayken ayarlanıp bacağa sabitlendi. Bisiklet ergometresindeki 5 dakikalık ısınmayı takiben birkaç alıştırma yapan denekler 3 submaksimal ısınma tekrarından sonra 30°/sn'de 4 ve 60°/sn'de 20 tekrarlı maksimal istemli kasılma yaptı. Denekler her kasılma hızı arasında 20 saniye; KON ve EKS testler arasında 15'er dakika istirahat etti.

EKS testleri takiben yapılan KON testlerde sadece KON olarak yapılan testlerden daha yüksek değerler elde edildiği için (15) EKS testler KON testleri takiben uygulandı. Bütün testler sırasında daha iyi performans gösterebilmeleri için denekler sözlü olarak desteklendi. Testler bütün deneklere antropometrik ölçüm, kayakçılara özgü testler, bel kuvveti, bacak ve kalça kuvveti ve PWC<sub>170</sub> test sırası ile uygulandı. Denekler testler arasında 15'er dakika dinlendirildi.

**Kayak Performansı :** Slalom ve büyük slalom performansı Demirtaş Çimkayağı Pistinde sırası ile 35 ve 40 kapıdan oluşan bir parkurda belirlendi. Uluslararası Kayak Federasyonun (FIS) kurallarının uygulandığı yarışlar sırasında Kayak Fedarasyonuna bağlı 11 hakem görev aldı. Havanın bulutlu ve ısının 18°C olduğu bir ortamda denekler büyük slalom için iki; slalom için ise tek yarış yaptı. Bütün denekler Roll-Race marka (İtalya-Avusturya) kayaklar kullandı. Elde edilen zaman saniyenin 1/100'ü cinsinden kaydedildi.

**İstatistik :** Aritmetik ortalama ve standart sapmaların hesaplanmasında bilinen yöntemler uygulandı. Dört grubun test sonuçları varyans analizi (ANOVA) ve Sheffe S testi ile değerlendirildi. Ölçülen parametreler ile kayak performansı arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için Pearson Product Movement Correlation testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için  $p < 0.05$  değeri kriter olarak alındı.

## BULGULAR

**Denekler :** Deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de özetlendi. Slalom ve büyük slalom yarışlarında sırası ile  $30.25 \pm 2.27$  saniye (27.94-34.15) ve  $59.75 \pm 3.76$  saniyelik (54.55-68.35) dereceler elde eden ÇK'lar ile diğer grupların yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut yağ yüzdesi değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık yoktu (Tablo 1).

**Testler :** Gruplar arasında aritmetik ortalama değer olarak büyükten küçüğe doğru OMA, KMA, ÇK ve SK sırası ile sıralanan  $PWC_{170}$  değerleri gruplar arasında anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılık göstermekteydi (Tablo 1). Hekzagonal engel testi ile tespit edilen çabukluk değerleri ÇK ve KMA'lar arasında benzerlik gösterirken ÇK'larda SK ve OMA'lardan sırası ile %21 ve %16 oranında daha iyi bir düzeydeydi (Tablo 2). Buna karşın bu değerler sadece SK ile ÇK ve KMA arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılık göstermekteydi. ÇK'lar SK ve OMA atletlerinden sırası ile %13 ve %17 oranında daha iyi motor öğrenme değerlerine sahipken KMA'lardan %8 daha kötüydüler. ÇK'ların bu özelliği sadece OMA'larla karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılık göstermekteydi. ÇK'ların blok üstü atlama test sonuçları SK'dan %10 daha iyi; KMA ve OMA'lardan ise %4 kadar daha kötü bir düzeydeydi ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlılık göstermemekteydi. Sadece KMA'lar ile OMA'lar arasında anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılık gösteren dikey sıçrama test sonuçları ise aritmetik ortalama değerler olarak büyükten küçüğe KMA, ÇK, SK ve OMA sırası izlemekteydi. Duvar skuat test sonuçları ise ÇK'larda her iki bacak için SK, KMA ve OMA'lardan sırası ile yaklaşık %100, %93 ve %53 oranında daha yüksekti fakat bu değerler arasındaki fark ANOVA test sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı değildi. En yüksek bel kuvveti değerlerine sahip olan ÇK ve KMA'ların değerleri diğer gruplarla karşılaştırıldığında her iki grup için SK'dan ve ayrıca KMA'ların değerleri OMA'larınkinden anlamlı ( $p<0.05$ ) yüksekti. Bel kuvvet değerleri vücut ağırlığı başına oranlandığında ise en yüksek değerlere ÇK'lar sahipti. ÇK'ların SK, KMA ve OMA'lardan sırası ile %19, %1 ve %18 oranında yüksek olan bu özelliği ANOVA test sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemekteydi.

Tablo 1. Deneklerin fiziksel özellikleri. Değerler aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapmadır.

|  | ÇK<br>(n=10)  | SK<br>(n=8)    | KMA<br>(n=6)   | OMA<br>(n=6)   | ANOVA<br>p değeri |
|--|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Yaş (yıl)                                | 21 $\pm$ 5.1  | 23.2 $\pm$ 2.5 | 19.3 $\pm$ 1.7 | 21.5 $\pm$ 1.4 | a.y.              |
| Boy (cm)                                 | 173 $\pm$ 5   | 176 $\pm$ 4    | 174 $\pm$ 4    | 173 $\pm$ 5    | a.y.              |
| V.Ağırlığı (kg)                          | 66 $\pm$ 9    | 69 $\pm$ 5     | 73 $\pm$ 5     | 64 $\pm$ 3     | a.y.              |
| V.Yağ oranı (%)                          | 7.4 $\pm$ 1.2 | 8.5 $\pm$ 3.1  | 8.3 $\pm$ 0.7  | 7.0 $\pm$ 0.5  | a.y.              |
| PWC <sub>170</sub> (W.kg <sup>-1</sup> ) | 4.3 $\pm$ 0.5 | 2.4 $\pm$ 0.3  | 5.3 $\pm$ 0.4  | 7.0 $\pm$ 0.5  | 0.05              |

a.y. : anlamlılık yok.

Tablo 2. Deneklerin bazı test değerleri. Değerler aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapmadır.

|                         | ÇK<br>(n=10)                  | SK<br>(n=8)      | KMA<br>(n=6)                    | OMA<br>(n=6)            | ANOVA<br>p değeri § |
|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|
|                         | 1                             | 2                | 3                               | 4                       |                     |
| Hekzagonal Engel (sn)   |                               |                  |                                 |                         |                     |
| Çabukluk                | 15.08 $\pm$ 2.22 <sup>2</sup> | 19.09 $\pm$ 2.20 | 14.76 $\pm$ 0.80 <sup>2</sup>   | 18.02 $\pm$ 0.71        | 0.05                |
| Motor Öğrenme           | 21.42 $\pm$ 1.83 <sup>4</sup> | 24.70 $\pm$ 1.16 | 19.78 $\pm$ 0.78 <sup>2,4</sup> | 25.86 $\pm$ 1.93        | 0.05                |
| Blok Üstü Atlama (sayı) | 79 $\pm$ 7                    | 72 $\pm$ 9       | 83 $\pm$ 2                      | 82 $\pm$ 4              | a.y.                |
| Dikey Sıçrama (cm)      | 54 $\pm$ 7                    | 52 $\pm$ 3       | 62 $\pm$ 2 <sup>4</sup>         | 47 $\pm$ 6 <sup>3</sup> | 0.05                |
| Duvar Skuat (sn)        |                               |                  |                                 |                         |                     |
| Sağ                     | 47.30 $\pm$ 24.31             | 23.50 $\pm$ 9.96 | 24.50 $\pm$ 10.87               | 30.83 $\pm$ 10.98       | a.y.                |
| Sol                     | 49.60 $\pm$ 22.21             | 25.00 $\pm$ 6.65 | 28.50 $\pm$ 10.73               | 34.00 $\pm$ 6.72        | a.y.                |
| Bel Kuvveti (BK,kg)     | 174 $\pm$ 47 <sup>4</sup>     | 150 $\pm$ 19     | 189 $\pm$ 15 <sup>2,4</sup>     | 139 $\pm$ 11            | 0.05                |
| BK/V.Ağırlığı           | 2.62 $\pm$ 0.54               | 2.20 $\pm$ 0.32  | 2.59 $\pm$ 0.22                 | 2.22 $\pm$ 0.21         | a.y.                |

§ p değeri istatistiksel anlamlılık düzeyini; satır üstü küçük rakamlar ise dört grup arasındaki farklılığı ifade etmektedir. a.y.: anlamlılık yok.



**İzokinetik Testler :** Kİ, KE, DE ve DF'nin KON ve EKS test sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar tespit edilemedi (Tablo 3 ve 4). ÇK ve OMA'larda KE KON PT değerleri ile Kİ KON PT değerleri birbirine benzer düzeydeyken SK ve KMA'larda KE KON PT değerleri daha yüksekti. EKS PT değerleri ise KMA atletlerinde Kİ'de KE'den daha yüksekken OMA'larda düşük; ÇK ve SK grubunda benzerdi. Bu değerler vücut ağırlığına oranlandığında da benzer sonuçlar gözlenmekteydi. DE'lerin KONT PT değerleri düşük hızda yapılan ölçümlerde SK ve OMA'larda ÇK ve KMA'lardan yaklaşık %18 oranında daha düşükken ÇK ve KMA arasında benzerdi. Yüksek hızda yapılan ölçüm sonuçları ise KMA'ların bu değerinin ÇK, SK ve OMA'lardan ortalama olarak %40 daha iyi bir düzeyde olduğunu gösterdi. DF'ler için yapılan benzer değerlendirmeler bu kas grubunun düşük hızda KON PT değeri ÇK ve OMA'lar arasında benzerlik gösterirken ÇK'larda SK'dan %8 daha yüksek; KMA'lardan ise %14 daha düşüktü. Yüksek hızda yapılan ölçüm sonuçları ise ÇK, SK ve OMA'ların benzer KMA'ların ise %21 daha yüksek bir değere sahip olduğunu göstermekteydi. Ancak bu değer vücut ağırlığına oranlandığında her iki hızda yapılan ölçümlerde de ÇK ve KMA'lar benzer düzeyde bulundular.

ÇK'ların düşük açısız hızda DE kaslarında ölçülen EKS PT aritmetik ortalama değerleri OMA'ların değerleri ile benzer bir düzeydeyken KMA'ların değerlerinden düşük, SK'lerinkinden ise yüksek bir düzeydeydi. Yüksek açısız hızda tespit edilen aritmetik ortalama değerler karşılaştırıldığında ise ÇK'lar SK'dan %7 daha yüksek, KMA ve OMA'lardan ise yaklaşık %6 daha düşük bir değere ulaştılar. ÇK'ların DF kaslarının EKS PT aritmetik ortalama değerleri düşük açısız hızda yapılan ölçüm sonuçları olarak SK, KMA ve OMA'ların değerlerinden sırası ile %6, %11 ve %7 daha düşükken, yüksek açısız hızdaki ölçüm sonuçları olarak sırası ile %16, %17 ve %11 daha düşük bir değerdedi. Değerler vücut ağırlığı başına oranlandığında düşük hızdaki ölçümler için benzer bir görüntü elde edilirken yüksek hızdaki ölçümler için ÇK'ların SK ve KMA'dan yaklaşık %4 daha yüksek; OMA'dan ise %12 oranında daha düşük bir değere sahip olduğu gözlemlendi.

DE, DF, KE ve Kİ kas gruplarının toplam iş kapasitesi ve vücut ağırlığına oranlandığındaki değerleri gruplar arasında istatistiksel

anlamli farklılıklar göstermiyordu (Tablo 4). Bu değerlerin gruplar arası karşılaştırmalardaki görünümleri ise PT ve PT'nin vücut ağırlığına oranı değerlerinde tespit edilene benzer bir eğilim göstermekteydi.

ÇK'ların Kİ kas grubunun KON PT değerlerinin KE kaslarının EKS PT değerlerine oranı SK'dan düşük ve yüksek açısız hızlarda sırasıyla %14 ve 15 daha yüksekken KMA ve OMA'lardan sırası ile %19 ve 14 ve %1 ve 6 daha düşüktü (Tablo 5). ÇK'ların KE kaslarının KON PT değerlerinin Kİ kaslarının EKS PT değerlerine oranı ise SK ile benzerlik gösterirken KMA ve OMA'lardan yaklaşık %13-14 daha düşük bir düzeydeydi. ÇK'ların düşük açısız hızda ölçülen DE kaslarının EKS PT değerlerinin DF kaslarının KON PT değerlerine oranı SK ve OMA'dan sırası ile %10 ve %3 daha yüksekken KMA'lar ile benzer bir düzeydeydi. ÇK'ların bu oranı yüksek açısız hızda yapılan ölçüm sonuçları için ise SK ve KMA'lardan sırası ile % 10 ve %16 daha yüksek; OMA'lardan %4 daha düşüktü. ÇK'ların DE kaslarının KON PT değerlerinin DF kaslarının EKS PT değerine oranı yüksek ve düşük hızda yapılan ölçümler için SK ve OMA'lardan sırası ile ortalama %40 ve 13 ve %30 ve 25 daha yüksekti.

Ölçülen parametrelerden DE kaslarının düşük açısız hızda ölçülen EKS PT değerleri ve bu değerin DF kaslarının KON PT değerine oranı ÇK'ların büyük slalom yarış performansı ile orta derecede anlamli bir ilişki göstermekteydi (sırası ile  $r = 0.59$  ve  $r=0.56$ ,  $p<0.05$ ).

Tablo 3. Deneklerin kalça ve diz kaslarının konsantrik ve eksantrik pik tork değerleri (Nm). Değerler aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapmadır.

|                   | Açısal<br>(Hız)<br>(°/sn) | ÇK<br>(n=10)<br>1 | SK<br>(n=8)<br>2 | KMA<br>(n=6)<br>3         | OMA<br>(n=6)<br>4 | ANOVA<br>p değeri<br>§ |
|-------------------|---------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| <b>KALÇA</b>      |                           |                   |                  |                           |                   |                        |
| <b>Konsantrik</b> |                           |                   |                  |                           |                   |                        |
| İnternal          | 30                        | 35 $\pm$ 7        | 28 $\pm$ 4       | 36 $\pm$ 3                | 38 $\pm$ 4        | a.y.                   |
|                   | 60                        | 33 $\pm$ 8        | 26 $\pm$ 6       | 33 $\pm$ 4                | 37 $\pm$ 5        | a.y.                   |
| Eksternal         | 30                        | 35 $\pm$ 6        | 33 $\pm$ 7       | 44 $\pm$ 6                | 40 $\pm$ 2        | a.y.                   |
|                   | 60                        | 32 $\pm$ 6        | 32 $\pm$ 7       | 38 $\pm$ 4                | 35 $\pm$ 3        | a.y.                   |
| <b>Eksantrik</b>  |                           |                   |                  |                           |                   |                        |
| İnternal          | 30                        | 47 $\pm$ 8        | 46 $\pm$ 9       | 51 $\pm$ 7                | 45 $\pm$ 5        | a.y.                   |
|                   | 60                        | 49 $\pm$ 9        | 45 $\pm$ 9       | 52 $\pm$ 6                | 43 $\pm$ 4        | a.y.                   |
| Eksternal         | 30                        | 46 $\pm$ 5        | 44 $\pm$ 5       | 44 $\pm$ 9                | 51 $\pm$ 9        | a.y.                   |
|                   | 60                        | 47 $\pm$ 7        | 45 $\pm$ 6       | 46 $\pm$ 8                | 52 $\pm$ 9        | a.y.                   |
| <b>DİZ</b>        |                           |                   |                  |                           |                   |                        |
| <b>Konsantrik</b> |                           |                   |                  |                           |                   |                        |
| Ekstansör         | 60                        | 213 $\pm$ 25      | 174 $\pm$ 26     | 217 $\pm$ 4               | 179 $\pm$ 15      | a.y.                   |
|                   | 180                       | 137 $\pm$ 22      | 120 $\pm$ 18     | 179 $\pm$ 14              | 125 $\pm$ 15      | a.y.                   |
| Fleksör           | 60                        | 127 $\pm$ 16      | 118 $\pm$ 11     | 148 $\pm$ 19              | 129 $\pm$ 14      | a.y.                   |
|                   | 180                       | 93 $\pm$ 16       | 95 $\pm$ 41      | 114 $\pm$ 19              | 94 $\pm$ 12       | a.y.                   |
| <b>Eksantrik</b>  |                           |                   |                  |                           |                   |                        |
| Ekstansör         | 60                        | 229 $\pm$ 36      | 197 $\pm$ 30     | 258 $\pm$ 25 <sup>2</sup> | 225 $\pm$ 25      | 0.05                   |
|                   | 180                       | 214 $\pm$ 39      | 200 $\pm$ 39     | 225 $\pm$ 25              | 230 $\pm$ 25      | a.y.                   |
| Fleksör           | 60                        | 152 $\pm$ 26      | 162 $\pm$ 31     | 171 $\pm$ 28              | 163 $\pm$ 12      | a.y.                   |
|                   | 180                       | 144 $\pm$ 25      | 171 $\pm$ 28     | 173 $\pm$ 12              | 162 $\pm$ 12      | a.y.                   |

§ p değeri istatistiksel anlamlılık düzeyini; satır üstü küçük rakam ise gruplar arasındaki farklılığı ifade etmektedir. a.y. : anlamlılık yok.

Tablo 4. Deneklerin kalça ve diz kaslarının konsantrik ve eksantrik toplam iş kapasiteleri (Tİ, Joule) ve bunun vücut ağırlığına oranı (TİVA, Joule.kg<sup>-1</sup> x 100). Değerler aritmetik ortalama ± standart sapmadır.

|                   |      | Açısal<br>(Hız)<br>(°/sn) | ÇK<br>(n=10) | SK<br>(n=8) | KMA<br>(n=6) | OMA<br>(n=6) | ANOVA<br>p değeri |
|-------------------|------|---------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------------|
| <b>KALÇA</b>      |      |                           |              |             |              |              |                   |
| <b>Konsantrik</b> |      |                           |              |             |              |              |                   |
| İnternal          | Tİ   | 60                        | 36±10        | 24±7        | 28±5         | 36±9         | a.y.              |
|                   | TİVA | 60                        | 53±18        | 36±11       | 37±6         | 55±15        | a.y.              |
| Eksternal         | Tİ   | 60                        | 34±11        | 28±8        | 34±9         | 29±4         | a.y.              |
|                   | TİVA | 60                        | 50±10        | 41±12       | 43±8         | 43±7         | a.y.              |
| <b>Eksantrik</b>  |      |                           |              |             |              |              |                   |
| İnternal          | Tİ   | 60                        | 45±11        | 34±11       | 46±10        | 33±2         | a.y.              |
|                   | TİVA | 60                        | 67±19        | 54±12       | 66±9         | 51±2         | a.y.              |
| Eksternal         | Tİ   | 60                        | 43±10        | 36±7        | 32±12        | 47±12        | a.y.              |
|                   | TİVA | 60                        | 65±17        | 50±13       | 49±11        | 76±21        | a.y.              |
| <b>DİZ</b>        |      |                           |              |             |              |              |                   |
| <b>Konsantrik</b> |      |                           |              |             |              |              |                   |
| Ekstansör         | Tİ   | 180                       | 140±23       | 124±22      | 153±12       | 132±13       | a.y.              |
|                   | TİVA | 180                       | 204±19       | 185±25      | 209±14       | 206±23       | a.y.              |
| Fleksör           | Tİ   | 180                       | 105±16       | 94±19       | 119±15       | 105±17       | a.y.              |
|                   | TİVA | 180                       | 153±28       | 137±21      | 163±25       | 165±27       | a.y.              |
| <b>Eksantrik</b>  |      |                           |              |             |              |              |                   |
| Ekstansör         | Tİ   | 180                       | 187±20       | 165±43      | 189±26       | 196±41       | a.y.              |
|                   | TİVA | 180                       | 270±50       | 246±69      | 282±32       | 309±69       | a.y.              |
| Fleksör           | Tİ   | 180                       | 149±13       | 127±34      | 152±10       | 155±41       | a.y.              |
|                   | TİVA | 180                       | 199±30       | 185±44      | 215±50       | 243±67       | a.y.              |

a.y.: anlamlılık yok.

Tablo 5. Diz fleksör (DF) ve ekstansör (DE), kalça internal (Kİ) ve eksternal rotator kaslarının (KE) konsantrik (KON) ve eksantrik (EKS) pik tork oranları. Değerler aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapmadır.

|                 | Açısal<br>(Hız)<br>(°/sn) | ÇK<br>(n=10)<br>1            | SK<br>(n=8)<br>2 | KMA<br>(n=6)<br>3            | OMA<br>(n=6)<br>4 | ANOVA<br>p değeri<br>§ |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|-------------------|------------------------|
| Kİ KON : KE EKS | 30                        | 0.74 $\pm$ 0.13              | 0.65 $\pm$ 0.08  | 0.91 $\pm$ 0.15 <sup>2</sup> | 0.75 $\pm$ 0.08   | 0.05                   |
|                 | 60                        | 0.69 $\pm$ 0.14              | 0.60 $\pm$ 0.15  | 0.80 $\pm$ 0.15              | 0.77 $\pm$ 0.17   | a.y.                   |
| KE KON : Kİ EKS | 30                        | 0.76 $\pm$ 0.08              | 0.74 $\pm$ 0.17  | 0.88 $\pm$ 0.04              | 0.89 $\pm$ 0.04   | a.y.                   |
|                 | 60                        | 0.67 $\pm$ 0.10              | 0.69 $\pm$ 0.15  | 0.77 $\pm$ 0.06              | 0.77 $\pm$ 0.14   | a.y.                   |
| DE EKS : DF KON | 60                        | 1.80 $\pm$ 0.14              | 1.64 $\pm$ 0.40  | 1.84 $\pm$ 0.22              | 1.75 $\pm$ 0.29   | a.y.                   |
|                 | 180                       | 2.32 $\pm$ 0.33              | 2.11 $\pm$ 0.82  | 1.99 $\pm$ 0.18              | 2.41 $\pm$ 0.38   | a.y.                   |
| DE KON : DF EKS | 60                        | 1.43 $\pm$ 0.24 <sup>2</sup> | 1.01 $\pm$ 0.27  | 1.34 $\pm$ 0.18              | 1.10 $\pm$ 0.06   | 0.05                   |
|                 | 180                       | 0.96 $\pm$ 0.10              | 0.85 $\pm$ 0.15  | 1.06 $\pm$ 0.08 <sup>4</sup> | 0.77 $\pm$ 0.06   | 0.05                   |

§ p değeri istatistiksel anlamlılık düzeyini; satır üstü küçük rakamlar ise dört grup arasındaki farklılığı ifade etmektedir. a.y. : anlamlılık yok.

## TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları ÇK'ların çabukluk, koodinasyon, motor öğrenme, anaerobik güç ve bel kuvveti özelliklerinin KMA'lar ile benzer; SK ve OMA'lardan ise daha iyi olduğunu gösterdi. Buna karşın ÇK'larda SK'lardan daha iyi olan kalp-dolaşım sistemi kapasitesi KMA ve OMA'lardan daha düşüktü. DE EKS PT : KF KON PT oranı düşük hızlarda yapılan ölçümlerde ÇK ile KMA ve OMA arasında benzerlik gösterirken yüksek hızda yapılan ölçüm sonuçları olarak bu değer ÇK'larda KMA'lardan yüksek OMA'lardan ise daha düşük bir düzeydeydi. Ayrıca büyük slalom yarış performansı ile DE kaslarının EKS PT ve DE EKS PT : DF KON PT oranları arasında orta düzeyli anlamlı bir ilişki vardı.

Kayma; çabukluk, denge, koordinasyon (3, 4, 17, 22), bacak (6, 22, 24) ve gövde kas kuvveti (23) özelliklerine ihtiyaç duyan bir aktivite türüdür. Slalom ve büyük slalom kaymaları ayrıca yüksek anaerobik, orta düzeyde aerobik özelliklere de ihtiyaç gösterir (25). Bulgularımız kayağın gerektirdiği fiziksel özellikleri tarif eden bu çalışma sonuçları ile paralellik göstermekte ve çim kayağı için gerekli olan fiziksel özellikleri de bir şekilde irdelemektedir.

ÇK'larda KMA ve OMA'lar ile karşılaştırdığımızda duvar skuat testi ile her iki bacakta tespit ettiğimiz yüksek statik anaerobik kapasite çim kayağı aktivitelerinin bacaklardaki yüksek statik anaerobik kapasiteye olan ihtiyacını vurgulamaktadır. Bu da alp kayağında olduğu gibi çim kayağında başarı üzerinde bacaklardaki anaerobik gücün önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (26). Her ne kadar dikey sıçrama ile ölçülen bacakta patlayıcı güç kayma aktivitelerindeki başarıyı belirlemede önemli bir faktör olsa da (17) bu çalışmada ÇK'ların bu özellikleri SK'larla benzer bir düzeydeydi. ÇK'larda tespit ettiğimiz kayaktaki başarıyı belirlemede diğer önemli bir parametre olduğu ifade edilen blok üstü atlama test (17, 20, 26) sonuçlarının KMA ve OMA'lar ile benzer bir düzeyde olması çim kayağında anaerobik dayanıklılık ve dengenin başarı üzerindeki belirleyici bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Alp kayakçıların aerobik ve anaerobik özelliklerin her ikisine de ihtiyaç duyduğu değişik araştırmacılar (6, 9, 13, 22) tarafından ifade edilmesine karşın ÇK'larda atletlerden daha düşük olduğunu gözlemlediğimiz kalp-dolaşım sistemi kapasitesi, çim kayağının kısa ve orta mesafe koşulları ile karşılaştırıldığında bu özelliği pek fazla geliştirmediği izlenimini vermektedir. Alp kayakçılarında tespit edilen yüksek değerlerin bu aktivitenin gerektirdiği bir özellik mi olduğu yoksa yapılan antrenmanlara bir uyumun sonucu olarak mı geliştiği tartışmalıdır (14). Dolayısıyla kayma aktivitelerinde başarı üzerine aerobik kapasitenin hangi oranda katkıda bulunduğu açık değildir (26).

Kaymalarda yapılan dönüş vb. hareketler sırasında oluşan değişik vektöryel kuvvetleri dengelemek ve iyi bir performans gösterebilmek için kayakçının yüksek bacak kuvveti ve denge yeteneğine sahip olması gerekir (26). Kayakçılarla diğer branş sporcuları karşılaştırıldığında tespit edilen yüksek bacak kuvvet değerleri de bunu doğrulamaktadır (6, 22, 24). Bacak kuvvetinin kayaktaki başarıyı tahmin etmede tek başına önemli bir parametre olduğu da ifade edilmiştir (9). EKS kasılmalar kaymalar

sırasında dönüşler başta olmak üzere birçok harekette önemli olmasına (23) karşın araştırmacılar sıklıkla kayakçıların KON ve izometrik (İZM) kuvvet değerleri ile ilgilenmiştir (4, 14, 25). Bu konuda yapılan bir çalışmada uluslararası başarıları olan kayakçılarla olmayan kayakçıların DE ve DF kaslarında CON ve İZM kuvvet değerleri arasında farklılık tespit edilemezken elit kayakçıların bu kas gruplarında yapılan EKS ölçüm değerlerinin diğerlerinden anlamlı olarak yüksek bulunması kayaktaki başarı üzerine bacak kaslarındaki EKS kuvvetin önemini vurgulamaktadır (1). Bu çalışmada tespit ettiğimiz EKS ölçüm sonuçları ile performans arasındaki anlamlı ilişkiler alp kayağında olduğu gibi çim kayağında da EKS kuvvetin performans üzerinde önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir.

Kayakçıların yürüme ve koşma türü aktiviteler ile karşılaştırıldığında düşük kuvvet üretimine karşı yüksek hızda hareket etme yeteneğine sahip oldukları ifade edilmektedir (14). Kayakçıların bu özelliklerinin gelişmiş olmasının nedeni iniş, slalom ve büyük slalom kayağında kayakçıların dengeyi bulmak, parkur dışına çıkmamak için gövde ve bacak kaslarını yüksek hızla hareket ettirme gereksinimlerinin bir sonucu olabilir. Kayakçıların bu özelliği yanısıra kısa mesafe atletlerinin DE kaslarının konsantrik kasılmalar için ortaya koydukları ortalama güç ve elektriksel aktivitenin mesafe atletlerinden iki katı daha yüksek olduğu ifadesi (11) bizim ÇK'lar ile atletler arasında açısız hıza bağlı tespit ettiğimiz kuvvet farklılıklarını açıklar niteliktedir.

Smiths (21) anaerobik gücün yüksek hızda DE, DF, kalça fleksör ve ekstansör kaslarında ölçülen izokinetik PT ile ilişkisi olduğunu ifade etmiştir. Thorstensson ve ark.ları (24) ise yüksek hızda kaydedilen PT ile hızlı kasılan kas liflerinin kesit alanı arasında bir ilişki gözlemlemiştir. Bu bulgular ışığında anaerobik performansı hızlı kasılan kas liflerinin özellikleri ile ilişkilendirmek mümkündür (7). Eğer böyle bir ilişki kurulabilir ise ÇK ve KMA'larda SK ve OMA'lardan daha yüksek olduğunu gözlemlediğimiz bacak kaslarının anaerobik gücü bu sporcuların bu kas gruplarında yüksek oranda hızlı kasılan kas lifi oranına sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. KMA'larda tespit edilen yüksek hızlı kasılan : yavaş kasılan kas lifi oranı da bu düşüncüyü destekler niteliktedir (10). Bütün bunlarla birlikte kayakçıların bacak kaslarındaki hızlı kasılan lif dağılım oranının kişisel farklılıklar gösterdiği de bildirilmiştir (13).

Kayakçıların slalom ve büyük slalom yarışları sırasındaki dönüşler ve engebeleri aşarken mesafe atletlerinin de yaptıkları iniş koşuları sırasında sıklıkla EKS kasılmalarına ihtiyaç duymaları (10) bu çalışmada ÇK ve OMA'larda EKS kuvvetin KON kuvvete oranı olarak benzer değerler tespit etmemizin nedeni olabilir. Ayrıca mesafe koşucularının sprinterlerle karşılaştırıldığında koşu tekniği olarak daha düşük oranda DE kaslarında KON kasılmalar kullanmaları (10) OMA'larda KMA'dan daha yüksek olduğunu tespit ettiğimiz DE EKS PT : DF KON PT oranı sonuçlarını açıklayabilir.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları ÇK'ların yüksek motor öğrenme, çabukluk, statik anaerobik dayanıklılık, bel ve KON-EKS DE kas kuvvet kapasitesine sahip olduklarını göstermektedir. Ayrıca bulgularımız DE kaslarının EKS kuvvetinin çim kayağı başarısını belirlemede önemli faktör olduğuna da işaret etmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Abe T, Kawakami Y, Ikegawa S, Kanehisa H, Fukunaga T : Isometric and isokinetic knee joint performance in Japanese alpine ski racers. J Sports Med Phys Fitness 31 : 353-7, 1992.
2. Andersen RE, Montgomery DL, Turcotte RA : An on-site battery to evaluate giant slalom skiing performance. J Sports Med Phys Fitness 30 : 276-82, 1990.
3. Arnot RB, Gaines CL : Sports Talent. 2nd ed, New York, Penguin Books 1986, pp.139-56.
4. Brown SL, Wilkinson JG : Characteristics of national, divisional and club male alpine ski racers. Med Sci Sports Exerc 6 : 491-5, 1983.
5. Cybex 6000 extremity testing and rehabilitation system user's guide. New York, Cybex Division of Lumex Inc., 1991.
6. Eriksson E, Nygaard E, Saltin B : Physiological demands in downhill skiing. Phys Sportsmed 7 : 29-37, 1977.
7. Esbjörnsson M, Sylvén C, Holm J, Jansson E : Fast twitch fibres may predict anaerobic performance in both females and males. Int J Sports Med 14 : 257-63, 1993.



8. Eurofit. The Eurofit test of European physical fitness tests. Strasbourg, Council of Europe, 1988.
9. Haymes EM, Dickinson AL : Characteristics of elite male and female ski racers. *Med Sci Sports Exerc* 12 : 153-8, 1980.
10. Johansson C. Knee extensor performance in runners. Differences between specific athletes and implications for injury prevention. *Sports Med* 14 : 75-81, 1992.
11. Johansson C, Lorentzon R, Sjöström M, Fagerlund M, Fugl-Meyer A : Sprinters and marathon runners. Does isokinetic knee extensor performance reflect muscle size and structure? *Acta Physiol Scand* 130 : 663-9, 1987.
12. Jung W. Çim kayağı-karsız kayak. In : Çim Kayağı. DSİ Nilüferspor Publ., Y-007, 1988, pp. 10-13.
13. Karlsson J. Profiles of cross-country and alpine skier. *Clin Sports Med* 3: 245-71, 1984.
14. Karlsson J, Eriksson A, Forsberg A, Kalberg L, Tesch P : The Physiology of Alpine Skiing. US Ski Coaches Assoc, Park City, UT, 1978, pp. 47-61.
15. Komi P : The stretch-shortening cycle and human power output. In : Human Muscle Power, Jones NL, McCartney N, McComas AJ, Eds. Champaign, Human Kinetics, 1986, pp. 27-9.
16. Pollock ML, Jackson AS : Research progress in validation of clinical methods of measuring body composition. *Med Sci Sports Exerc* 18 : 606-13, 1984.
17. Ross WD, Day JAP : Physique and performance of young skiers. *J Sports Med* 12 : 30-7, 1972.
18. Saltin B and Grimby G : Physiological analysis of middle-aged and old former athletes. *Circulation* 38 : 1104-15, 1968.
19. Shea JB : The alpine skiing assessment battery : the secret to picking the right people and training for the right things. *J US Ski Coaches Assoc* 6 : 26-31, 1983.
20. Simoneau JA, Lortie G, Boulay MR, Bouchard C : Test of anaerobic alactic and lactic capacities : description and reliability. *Can J Appl Sports Sci* 8 : 266-70, 1983.

21. Smiths DJ : The relationships between anaerobic power and isokinetic torque outputs. *Can J Sport Sci* 12 : 3-5, 1987.
22. Song TMK : Relationships of physiological characteristics to skiing performance. *Phys Sportsmed* 10 : 97-102, 1982.
23. Steadman JR, Swanson KR, Atkins JW, Hagerman GR : Training for alpine skiing. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 216 : 34-8, 1987.
24. Thorstensson A, Larsson L, Tesch P : Muscle strength and fiber composition in athletes and sedantary men. *Med Sci Sports Exerc* 9 : 26-30, 1976.
25. White AT, Johnson SC : Physiologiical comparison of international, national and regional alpine skiers. *Int J Sports Med* 12 : 374-8, 1991.
26. White AT, Johnson SC : Physiologiical aspects and injury in elite alpine skiers. *Sports Med* 15 : 170-8, 1993.