

**DEĞİŞİK TİP AKTİVİTELER YAPAN SPORCULARDA
KOŞU BANDINDA YAPILAN MAKSİMAL
VE ŞUBMAKSİMAL TEST SONUÇLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLARIN
5 KM KOŞUSUNUN BAŞARISIYLA OLAN İLİŞKİSİ**

H.Gür,*

(*) GATA Fizyoloji ABD.

ÖZET

Bir ultramaratoncu, biri uzun mesafe koşucusu, biri futbolcu, biri voleybolcu, biri vücutcu ve üçü yüzme-sutopucu olan farklı antrenman düzeyine sahip toplam 8 denekte submaksimal ve maksimal testleri koşu bandında yapıldı. Denekler yaptıkları spor aktiviteleri yanında haftada belli bir mesafeyi koşan rekreasyonel veya yarışmacı spor akademisi öğrencileriydi. Bu testlerle deneklerin aksimal oksijen kullanımı (VO max), değişik submaksimal hızlardaki oksijen tüketimlerinin VO max'ın yüzdesi cinsinden (%VO max) miktarı, koşu ekonomisi, anaerobik eşiğe ulaştıracak hız (V4mM) ve bu eşikte tüketilen oksijen miktarı, bunun VO max'ın yüzdesi cinsinden değeri, solunum bölümü (RQ), ekspire edilen hava hacmi (VE), vücut yağ yüzdesi değerleri incelendi. Sonuçlar; daha yüksek maksimal oksijen kullanımı değerine sahip sporcuların düşük koşu ekonomisine sahip olabildiğini, böylece koşuların başarısında etkili olan VO max gibi bir değerdeki düşüklüğün koşu ekonomisiyle telafi edilebileceğini gösterdi. Deneklerin yaptıkları aktivite tiplerine göre değerlendirilen parametrelerin sonuçlarına göre; deneklere interval, eşik antrenmanı gibi değişik antrenman metodları eksiklerini tamamlayabilmeleri için önerildi. Ayrıca koşu ekonomisi, VO max, anaerobik eşiğe ulaştıracak hız ve bu eşikte tüketilen oksijenle 5 km koşu performansı arasında anlamlı bir ilişki tespit edildi.

**ANALYSIS OF MAXIMAL AND SUBMAXIMAL TEST RESULTS
PERFORMED ON THE TREADMIL BY SPORTSMEN ENGAGED IN
DIFFERENT SPORTS ACTIVITIES AND RELATION OF
THESE TEST RESULTS TO
PERFORMANCE IN 5 KM RUN**

ABSTRACT

Submaximal and maximal running tests of 8 subjects, one ultramarathon and one distance runner, one football and one volleyball player, one body builder and three swimmer-water polo players who have different training background, were done on the treadmill. All subjects were recreational or competitor Physical Education students and running some distance in a week to-

gether with their main sports activities. Maximal oxygen uptake (VO_{max}), fractional utilisation of VO_{max} at different submaximal running speed (% VO_{max}) running economy, running speed at the anaerobic threshold (V_{4mM}) oxygen uptake at the anaerobic threshold (VO_{4mM}) and its quantity as a percentage of VO_{max} (% VO_{4mM}), respiratory quotient (RQ), expired air volume (VE), rating of perceived exertion and percentage of body fat of subjects were analysed. Results showed that athletes who have large VO_{max} value can have low running economy. Therefore, we concluded if athlete has a low VO_{max} value which influences the performance of running he can compensate it with a good running economy. Interval and threshold training methods were recommended to the subjects to improve their performance according to test results appraised to their types of activities. In addition, statistically significant relation were observed between running performance and running economy, VO_{max} , V_{4mM} , VO_{4mM} .

GİRİŞ

Sporcuların fizyolojik kapasitelerini bilmek onların antrenmanlarını düzenlemek açısından her zaman önemli olmuştur. Günümüzde sporcuların ve sedanter yaşayanların fiziksel kapasitelerini ortaya koyabilmek için laboratuvar şartlarında birçok değişik test uygulanmaktadır. Bu testleri genel olarak maksimal ve submaksimal testler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bu testlerle sıklıkla ölçülen değerlerse maksimal ve submaksimal oksijen kullanımı, kalp atım sayısı ve de kan laktik asit düzeyidir. Böylece bu kişilerin aerob ve anerob enerji sistemlerinin düzeyi, egzersize kardiovasküler uyumları kontrol edilmiş olur. Maksimal oksijen kullanımı kişilerin kondisyon durumlarını belirlemede veya tahminde bulunmada sıklıkla kullanılan bir değerdir. Fakat solunum, dolaşım ve metabolizmayla ilgili değerlendirmelerde maksimal yükten daha düşük yüklerde yapılan ölçüm sonuçları; kondisyonu belirlemede maksimal oksijen kullanımından daha değerli olabilmektedir (11,23,26). Ayrıca bu tip testlerle elde edilen anaerobik eşik değerinin uygun antrenman şiddeti belirlemede iyi bir yol gösterici olduğu da ifade edilmektedir (23).

Koşubandı, bisiklet ergometresi gibi değişik laboratuvar test aletlerinin kullanıldığı bu testlerin sonuçlarına göre sporcuların yaptıkları spor branşlarına ne kadar uyumlu bir fiziksel kapasiteye sahip olduklarını tespit etmek olanaklıdır. Her ne kadar amaca yönelik test seçmek test sonuçlarının değerlendirmesinde çok önemliyse de, diğer bir önemli noktada değerlendirmenin sporcunun branşı göz önüne alınarak yapılmasıdır. Böylece sporcuların kendi branşlarıyla ilgili eksiklerini tespit etmek ve gerekli önerilerde bulunmak çok daha kolay ve verimli olabilecektir.

Bu düşünceden hareketle bu çalışmada aktivite tipi farklı olan dolayısı ile test sonuçlarının farklı farklı olmasını beklediğimiz sporcularda, rutin sporcu testlerinden sıklıkla kullanılan maksimal ve submaksimal testleri koşubandi uygulayarak sonuçları sporcuların aktivite tipiyle bağlantılı olarak değerlendirmeyi ve sonuçların 5 km koşusunun başarısıyla olan ilişkisini görmeyi amaçladık.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE GEREÇLER:

2.1 Denekler

Çalışmanın bütün test ve deneylerine katılan deneklerden bir tanesi ultra maratoncu, biri uzun mesafe koşucusu, bir tanesi futbolcu, bir tanesi vücutçu, bir tanesi voleybolcu, üç tanesi yüzücü ve sutopucu olup ayrıca haftada belli bir mesafeyi koşan rekreasyonel veya yarışmacı farklı antrenman düzeyine sahip gönüllü erkek spor akademisi öğrencileriydi.

2.2 Deneklerin hazırlanışı:

Denekler labaratuvara test başlamadan yaklaşık bir saat önce geldiler. Deneklerin vücut ağırlıkları her testten önce 0.1 kg ölçü düzeyine kadar ölçekbilen "Avery Personal Balance 120 kg" ile boylarıysa, duvara monte edilmiş "Holtain, stadiometer" ile ölçüldü. Bu ölçümler sırasında sporcuların sadece koşu şortu giymesine izin verildi. Deneklerin tamamı daha önce çeşitli nedenlerle koşubandında koşmuş sporculardı. Yine de deneklere koşu bandında nasıl koşacakları tarif edildi ve birkaç alıştırma yapıldı.

Testler boyunca deneklerin kalp vuruş sayılarını ve EKG'lerini takip edebilmek için "Red Dot 3M, 2255" marka elektrod göğüste: 1) Sternumun en üst noktasına, 2) Sağ klavikulanın orta hattının alt kısmına, 3) Göğüs kafesinin sol en alt bölümüne yerleştirildi ve monitörle (Cambridge Cantrace Monitor 01293) bağlantıları sağlandı. Ayrıca kalp vuruş sayısı (dk), koşu hızı (m/sn, km/saat, mil/saat) koşulan mesafe (m) bilgisayar (Commodore CBM 4032) yardımıyla kaydedildi. Testler sırasında doğal havalandırmanın yanında iki adet elektrikle çalışan vantilatör (Expeliar T-16) deneklerin isteğine göre çalıştırıldı.

2.3 Koşu bandı:

Bu çalışma sırasında Quinton 24-72 marka motorize koşu bandı kullanıldı. Koşubandi hergün testlerden önce, belli zaman diliminde bandın devir sayısı ile ilişkisinden yararlanarak, 2.0-6.0 m/sn'lik hızlar arasında kalibre edildi.

2.4 Standart koşubandı testleri:

2.4.1 Submaksimal test ve oksijen kullanımı (VO submax):

Submaksimal koşubandı testinde, koşubandının eğimi horizontal düzlemde tutuldu (0°de). Denekler 4 değişik hızda 16 dk. koşular. 4 dak'lık herbir bölümün sonunda hız, ilk bölüm en düşük, son bölüm en hızlı olmak kaydıyla 7 mph (3.13 m/sn), 8 mph (3.58/san), 9 mph (4.02 m/san), 10 mph (4.47 m/san) olarak artırıldı. Herbir hız bölümünün son bir dakikasında deneklerin ekspire ettikleri hava 150 litrelik Douglas torbalarına toplandı.

2.4.2 Maksimal oksijen kullanım (VO max) Testi:

Deneklere VO max koşu testinde Taylor'un koşu bandı testinin (39) modifiye bir şekli uygulandı. Denekler bu test öncesinde kendi alışkanlıklarına göre 5-8 dakika ısındılar. Bu testler sırasında hız, deneklerin antrenman düzeyi ve tahmini VO max değerleri dikkate alınarak 7-8 mph (3.13-3.58 m/sn) arasında seçildi. Ayrıca hız seçilirken deneklerin testi 7-9 dak civarında sürdürülebilirliği ve süreler içinde maksimumlarına ulaşabilmeleri amaçlandı. Maksimal oksijen alımı testinde seçilen hız, testin başından sonuna aynı kalırken, koşu bandının başlangıçta % 2.5 olan eğimi, testin devam ettiği süre içerisinde 3 dk'da bir % 3.5 arttırıldı. Her üç dakikalık bölümün son bir dakikasında (2-3, 5-6, 8-9 dk...) deneklerin ekspire ettikleri hava bir dakika süreyle toplandı. Ekspire edilen havanın son kez toplanmasına, deneğin koşuyu sürdürebileceği son bir dakikayı işaret ettiğinde başlandı. Test sırasında denekler, maksimum güçlerini gösterebilmeleri için sözlü olarak motive edildi. Testin denek için maksimum düzeyde yapıldığını tespit etmek için deneğin işaretlerle veya sözlü olarak uyarısı kriter olarak alındı. Ayrıca deneğin yaşına ve antrenman durumuna uyan kalp vuruş sayısı, solunum frekansının 30 civarında seyretmesi, son ve sondan bir önceki egzersizin solunum bölümü oranının 1.10'dan büyük olması ve bu son iki egzersiz bölümü arasında oksijen alımı yönünden bir plato meydana gelmesi de bir kriter olarak değerlendirildi.

2.4.3 Koşubandı 5 km performans koşusu:

Her denek maksimal ve submaksimal testleri takip eden bir günde koşubandında hızı kendinin kontrol ettiği bir tempoda 5 km koştu. Bu koşulardan önce denekler kendi alışkanlıklarına göre 8-10 dak ısındı. Testler sırasında sadece mesafe ve zaman kaydedildi ayrıca 5 km'nin son metrelerinde denekler sözlü olarak motive edildi.

2.5. Koşu bandı submaksimal koşusunda kan laktik asit konsantrasyonu (Hız-Laktik Asit Testi):

Submaksimal koşubandı koşusu sırasında kan laktik asit cevabını ölçmek için denekler laboratuvara bir gecelik açlığı takiben geldiler. Deneklerden isti-

rahat halinde iken çift örnek kapiller kan örneği alındıktan sonra, koşubandında 4 submaksimal koşu hızında 16 dk süreyle koşuruldu. Bu koşular sırasında her hızda ekspire edilen hava örneği alındıktan hemen sonra parmak ucundan kan örneği (25 ul ve çift olarak) alındı (27,41). Kan örnekleri -20°C'de ölçümlere kadar saklandı.

2.6 Ekspire edilen hava (VO max ve VO submax testlerinde):

VO max ve Vo submax testlerinde denekler, düşük bir dirence sahip bir solunum valvi (22) ve çok hafif düz tüp (Falconia ducting; 4.0 çap, 165 cm uzunluk) ile bağlantılı 150 litrelik Douglas torbaları (Harvard apparatus Ltd) içine soluyarak bu işlemi yaptılar. Deneklere, ekspire edilen hava toplanmadan 50 sn önce solunum valvine bağlı bir ağızlık ve 45 sn önce de bir burun kısıpacı verildi. Böylece ekspire edilen havayı toplamadan 45-50 sn öncesinden deneklerin atmosferik havayı bu düzeneğin içinden solmaları ve düzeneğe uyumları sağlandı. Ekspire edilen havanın toplandığı her bir dakikalık bölümlerin 30. saniyelerinde denekler Borg'un oranlama cetveli (3) gösterilerek egzersizin şiddetini subjektif olarak değerlendirmeleri istendi.

2.7. Vücut yağ yüzdesi:

Denekler ayakta ve gevşek durumdayken Skinfold Caliper (Holtain Ltd.) ile deri kalınlıkları ölçümleri yapıldı (42). Her bölgenin ölçümü üç kez yapılarak ortalaması alındı.

2.8. Analiz

2.8.1 Ekspire edilen hava:

Yapılan bütün testler sırasında 150 lt'lik Douglas torbalarına toplanan deneklerin ekspire ettikleri hava örnekleri testleri takiben ölçüldü. Her testin ölçümlerinden önce CO₂ analizöründen 2 dk. O₂ analizöründen 1 dk süreyle önce % 100'lük N gazı (P.K. Morgan Ltd.) geçirilerek aletlerin sıfır ayarları yapıldı. Bunu takiben CO₂ ve O₂ oranı bilinen diğer bir gaz karışımıyla (P.K. Morgan Ltd.) analizörler kalibre edildi. Ekspire edilen hava örnekleri küçük bir vakum pompasıyla (Charles Austen Pumps Ltd.) çekilerek infrared CO₂ analizörü (Mines Safety Appliances CO. Ltd., Model 303) içinden 2 dakika ve paramagnetik O₂ analizörü (Sybron-Taylor Ltd., Model 507) içinden 1 dakika süreyle geçirilerek O₂ ve CO₂ miktarları ölçümler sırasında kullanılan örneklerin hacimleri daha sonra toplam hacime eklemek için kaydedildi. Ekspire edilen hava Douglas torbalarından, elektrikle çalışan emici pompa (Moulinex 237) ile boşaltıldı. Boşaltım sırasında kuru gaz metreden (Harvard instruments) geçen hava örneğinin hacimi ve elektriksel termometreyle

(Edale Instruments Ltd., Model C) ısısı ölçüldü. Testin ve ölçümlerin yapıldığı laboratuvarın basıncı duvara tespit edilmiş Fortin Barometresi (Gallenkamp Ltd.) ile ölçüldü. Deneklerin ekspire ettikleri havanın hacmi, ısısı, O₂ ve CO₂ miktarı, ortamın barometrik basıncı, deneğin ağırlığı (kg) bilgisayarda değerlendirilerek deneklerin havayı ekspire ettikleri dönemlerdeki VO (1/kg.dk), VCO (1/dk, ml/kg.dk), solunum bölümü (RQ) VE (1/dak) değerleri hesaplandı.

2.8.2 Kan

Testler sırasında 25 ul ve çift örnek alınan kan örnekleri % 2.5'lik Perklorik asit (250 ul) ile deproteinize edilip, santrifuj edilerek -20oC'de derin soğutucuda ölçümlere kadar saklandı. Ölçümlersırasında dış ortama alınan kan örnekleri buz niteliğinin çözülmesini takiben santrifuj edilerek laktik asit düzeyleri ölçüldü (16, 27, 41). Ölçümler sırasında Boehringer Mannheim Diagnostik Kit'leri kullanılarak laktik asit düzeyleri Perkin Elmer Fluro-metre ile tespit edildi.

2.9. İstatistik

Sonuçların değerlendirilmesinde submaksimal koşu hızlarıyla oksijen kullanımları arasındaki kişisel regresyon eşitlikleri saptandı. Bu eşitliklerden yararlanarak 3.58 m/sn (13) ve 4.14 m/san (38) lerdeki oksijen tüketimleri yani koşu ekonomisi değerleri tespit edildi. Benzer regresyon eşitlikleri hızla laktik asit değerleri ve submaksimal hızda tüketilen oksijenle aynı anda elde edilen laktik asit miktarları arasında kişisel olarak hesaplandı. Bu eşitliklerden yararlanarak anaerobik eşiğe ulaştıracak kişisel hızlar (V 4mM) ve anaerobik eşiğe (4mM/1 laktik asit) ulaşımında tüketilen kişisel oksijen miktarları tespit edildi. Aritmetik ortalama ve standart sapma hesaplamalarında standart uygulamalar kullanıldı. Parametrelerin 5 km koşu performansı ile olan ilişkilerini tespit etmek için de regresyon eğrisi analizi ve student-t testi kullanıldı.

3. BULGULAR

Denekler, iki uzun mesafe koşucusu dışında çeşitli spor branşlarıyla ilgilenmeleri yanında ortalama 7.3± 6.6 yıldır koşmaktaydılar. Bu koşuları haftada ortalama 43.12±24.77 km'yi (20-80 km) içermekteydi. Deneklerin tek tek fiziksel özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir. 1 tanesi voleybolcu, 1 tanesi futbolcu, 1 tanesi vücutçu, 3 tanesi yüzme-sutopçu, 2 tanesi uzun mesafeci olan 8 deneğin Tablo 1'de görülen değerleri farklılıklar göstermekteydi. Ayrıca deneklerin submaksimal koşularda kullanılan 4 değişik hızdaki VO (ml/kg.dk ve 1/dk),VO'nin Vo max'ın yüzdesi cinsinden değeri, solunum bölümü (RQ) ekspire ettikleri havanın hacmi, kalp atım hızları, kan laktik asit

düzeyi ve de koşunun zorluğunu subjektif değerlendirme sonuçları da farklılıklar göstermekteydi (sırasıyla Tablo II, III., IV.) Deneklerin koşu ekonomisi değerleri (3.58 ve 4.14) m/sn'deki hızda tükettikleri oksijen miktarı), bunun V_o max'ın yüzdesi cinsinden ifadesi, 5 km koşusu dereceleri ve hız laktik asit eğrisinden hesaplanan 4 mM laktik asit seviyesine (anaerobik eşik) ulaştıracak hızları, anerobik eşikte tükettikleri oksijen ve bunların VO max'ın yüzdesi olarak ifadeleri arasında da farklılıklar gözlenmekteydi (Tablo V.)

5 km koşu hızı (V 5 km (m/sn) ve 5 km süresiyle (5 km) 3.58 m/sn'lik hızdaki koşu ekonomisi (VO ml/kg.dak) arasında anlamlı ($p<0.05$) bir ilişkiye karşın 4.14 m/san hızdaki koşu ekonomisi içine böyle anlamlı bir ilişki tespit edilemedi (Tablo VI.) Her iki hızdaki koşu ekonomisinin V_o max'ın yüzdesi cinsinden ifadesiyle (% V_o max 3.90 m/san ve 4.14 m/san) V 5 km ve 5 km arasındaysa anlamlı bir ilişki ($p<0.001$) tespit edildi. (Tablo VI.) V 5 km ile anaerobik eşığe ulaştıracak hız (v 4mM) ve bu eşikte tüketilen oksijenin V_o max'ın yüzdesi cinsinden ifadesi (% VO 4mM) arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken ($p>0.05$) anaerobik eşikle tüketilen oksijen (VO 4m M) ve VO max'la arasında anlamlı (sırasıyla, $p<0.05$ ve $p<0.01$) bir ilişki bulundu (Tablo VI.) 5 km koşu performansı ile % VO 4mM arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken ($p>0.05$), VO max, V 4 mM, V_o 4mM arasında anlamlı ilişkiler (sırasıyla $p<0.01$, $p<0.05$, $p<0.05$) tespit edildi (Tablo VI).

4. TARTIŞMA

Günümüzde kişilere ve sporculara çeşitli testler yaygın bir şekilde uygulanmakta ve bu testlerin sonuçlarına göre onların fizyolojik kapasiteleri konusunda karar verilmekte, ayrıca bu sonuçlarla gösterebilecekleri performanslar için varsayımlarda bulunmaktadır. Egzersize fizyolojik cevapları araştırmada maksimal ve submaksimal testler yapmak için araştırmacılar sıklıkla, kontrol edilebilir ve tekrarlanabilir ölçümlerin rahat bir şekilde yapıldığı koşubandını kullanmaktadır (14). Koşu pistinde yapılan koşunun enerji maliyeti ve oksijen tüketiminin, laboratuvarda koşubandında yapılan koşununkinden farklılıklar gösterdiği de ifade edilmektedir (14). Fakat, her ne kadar laboratuvar şartlarında bisiklet ergometri, koşubandı gibi test aletleriyle elde edilen sonuçlar deneklerin kendi aktivitelerini gerçekleştirdikleri doğal ortamlarında elde edilen sonuçları direkt yansıtmazsa da, yapılan çalışmalarla doğal ortamla laboratuvar sonuçları arasındaki ilişkiler tespit edilerek laboratuvar sonuçlarının daha sağlıklı değerlendirmesine kolaylıklar kazandırmıştır (10,14).

Maksimal oksijen kullanımı sporcuların aerobik kapasitelerini tespit edebilmek için sporcu performans testlerinde sıklıkla kullanılan bir değerdir. Maksimal oksijen kullanımı genetik olarak şekillenmesine rağmen '24) özellikle

şiddeti düşük fakat süresi uzun egzersizlerle geliştirilebilir (1). Bu çalışmaya katılan deneklerin yaptıkları antrenman tipi ve düzeylerindeki farklılıkları göz önüne aldığımızda VO max değerleri arasındaki farklılıklar doğaldır. Uzun mesafe koşuları yapan deneklerden bir tanesi (Denek 1) seçkin ve iyi antrenmanlı mesafe atletleri için ifade edilen değerlere sahipken diğer denekdeyse (denek 2) bu değer düşüktür (36). Hernekadar aksi görüşler olsa da (4,5) VO max ile uzun mesafe koşularının performansı arasında sıkı ilişki olduğu (5,9,11,14,12,29) gerçeğinden hareketle bu sporcuya uzun mesafeci olduğu göz önüne alınarak aerob düzeyini artırıcı antrenmanlar önermek gerekmektedir. Önerilebileceklerden biri deneğin haftada 80 km civarı bir koşu programı uyguladığını düşündüğümüzde, haftalık koştuğu mesafeyi artırması yanında koşularında kullandığı tempoyu artırması gerektiği de önerilebilir. Çünkü çok kesin olmamakla birlikte iyi antrenmanlı bir kişide aerobik kapasitede olumlu gelişmeler elde edebilmek için bu kişinin uzun süreli aktiviteleri içinde maksimaline çok yakın bir şiddet uygulaması gerekmektedir. (17). Aynı tip aktiviteleri yapanbu iki deneğin koşu ekonomisi değerlerine baktığımızda 3.58 m/san hızda VO max değeri olarak % 12.2'lik farka rağmen denek 2 yaklaşık % 4, 4.14 m/sn hızdaysa yaklaşık % 9 daha az oksijen tüketmektedir. Bu Mayhew'in (28) dahabüyük Vo max değerine sahip koşucularda daha az verimlilik (ekonomi) olabileceği görüşünü de desteklemektedir. Böylece koşunun başarısı üzerinde etkili olan VO max gibi bir değerdeki düşüklük koşu ekonomisi değerindeki olumlu farklılıkla telafii edilmiş olmaktadır. (36). Fakat koşu ekonomisi değerlerini VO max'ın yüzdesi (% VO max) cinsinden değerlendirdiğimizdeyse diğer deneklerin sonuçlarında da görülebileceği gibi VO max değeri yüksek olanlardabu yüzdeler daha düşüktür. Çünkü % VO max değeri koşu ekonomisi ve VO max'ın her ikisinde etkisini yansıtır. (36). Bu iki deneğin % VO max (3.58 ve 4.14 m/san) değerleri arasında gözlemlediğimiz benzerlik Pollack'ın (29) çalışmasında da tespit edilmiştir. Koşu ekonomisi değerlerini etkileyen faktörler arasında yaş ve antrenman farklılıklarında sayılmaktadır (36) Çalışmamızdaki iki deneğin yaşlarının aynı olduğunu düşündüğümüzde antrenman farklılığının bu iki deneğin koşu ekonomisindeki farklılığı ortaya çıkardığını söyleyebiliriz. Koşu ekonomisi üzerinde etkili olan en önemli faktörün koşu tekniği olduğunu düşündüğümüzde (36) denek 1'e vücut üst bölümü salınımlarının az olduğu ve küçük adımlarla koşulan uzun mesafe koşu tekniğini geliştirmesi önerilebilir (36). Çünkü aynı hızda daha fazla oksijen tüketmek daha fazla enerji sarf etmek demektir. Denek 1 ve 2'nin yaptığı bir saati aşan maraton gibi spor branşlarındaysa enerjii ekonomik kullanmak daha sonraki metreler için avantajdır. Çalışmaların sonuçlarına göre de submaksimal bir hızda daha az oksijen tüketmek yani iyi bir koşu ekonomisi elit uzun mesafe

koşucularının önemli özelliğidir (36). Son yıllarda yapılan çalışmalarla anaerobik eşik, anaerobik eşiğe ulaştırılacak hız, anaerobik eşiğe ulaştırılacak hızda tüketilen oksijenin VO_{max} 'ın yüzdesi cinsinden ifadesiyle (% VO_{4mM}) uzun mesafe koşusunun başarısı arasında sıkı ilişkiler tespit edilmiştir (36). Bu iki deneğin sonuçlarını anaerobik eşiğe ulaştırılacak hız açısından değerlendirdiğimizdeyse denek 1 için 5.2 m/sn'lik hız elit uzun mesafe atletleriyle benzerken, denek 2 için tespit edilen 6.57 m/sn'lik hız elit mesafe atletlerinin değerlerinin üstünde seyretmektedir (36). % VO_{4mM} değeri olarak da denek 2 elit uzun mesafe koşucularının değerlerine sahipken denek 1 iyi mesafe atletleri düzeyine sahiptir (36). Submaksimal bir aktivitede kan laktik asit birikimi kas kapiller yoğunluğu (34), kas hücrelerinin solunum kapasitesi (21) ve değişik enzim sistemlerinin (32,34) kapasiteleriyle yakın ilişkilidir. Bu da benzer tip aktivite yapan iki denekten denek 2'in a laktik asit oluşumu açısından veya uzaklaştırılması açısından denek 1'den daha iyi bir durumda olduğunu düşündürmektedir. Bundan dolayı da denek 1'e anaerobik sistemlerini geliştirecek süresi nispeten kısa fakat şiddeti yüksek interval tipi koşular önerebilir (1). Bu tip koşularda hız olarak bu deneğin anaerobik eşiğine ulaştırılacak 5.2 m/sn'lik hızı kullanması idealdir (25). Eşik antrenmanı olarak da ifade edebileceğimiz bu antrenman tipi atletlerin koşu ekonomisini ve VO_{max} 'ını geliştirmesinde de etkili bir yöntemdir (35). Aerobik enerji sisteminin kasa enerji sağlamadaki yetersizliğinde anaerobik enerji sistemlerinin devreye girdiğini düşündüğümüzde belkide denek 2'in koşu ekonomisi değerlerinde tespit ettiğimiz olumlu sonucun buraya yansıdığını söyleyebiliriz. Yani bu sonuçlar denek 2'in denek 1'e oranla enerjisini submaksimal şiddetteki hızda yapılan egzersizde daha verimli kullanmasının da bir yansımasının sonucuda olabilir. Böylece denek 1'e daha öncede vurguladığımız koşu tekniğini geliştirmesi yönündeki öneri onun enerji depolarını anaerobik sistem açısından da daha verimli kullanmasıyla sonuçlanabilir. Ayrıca submaksimal test sırasında aynı hızlarda koşmalarına rağmen dört değişik hızdan son ikisinde denek 1'in denek 2'den anaerobik süreçlerin bir yansıması olan ekspirasyon hacmi değerlerinin de daha yüksek olması, denek 1'in anaerobik kapasite olarak denek 2'den daha kötü olduğunu bir kez daha vurgulamaktadır. Başarılı mesafe koşucuları fizik yapılarındaki değişikliklere aldırılmaksızın düşük vücut yağ yüzdelerine sahiptir (7). Dolayısıyla yaklaşık % 15 civarı vücut yağ yüzdelerine sahip iki deneğede kilo vermeleri gerektiğide önerilebilir.

Yüzme-sutopu aktivitelerinde vücut kas kütlesinin tamamı aktiviteye katılmaktadır. Dolayısıyla bu spor branşına katılan sporcularda yüksek VO_{max} değerleri gözlenmektedir. (2,19). Çalışmalardan bir kısmında yarışlar sırasında yüzücülerin tükettiği oksijenle bisiklet ergometresinde tespit edilen

VO max arasında sıkı bir ilişki (2) olduğu söylenirken karşı görüşte olanlarda vardır (15,16). Fakat karşı görüşteki çalışma sonuçları içerisinde submaksimal bir hızdaki yüzmede daha iyi antrenmanlı yüzücülerin antrenmansızlardan daha az oksijen tükettikleri de vurgulanmakta ve yüzmenin başarısında antrenmanın kalitesi, yüzme tekniği, vücut büyüklüğü gibi faktörlerin etkili olduğu bildirilmektedir. (15,16). Ayrıca elit yüzücülerde yüzme sırasındaki Vo max'ın koşu sırasında elde edilenden % 6-7, antrenmansızlardaysa % 20 daha düşük olduğu tespit edilmiştir (1). Yüzme-Sutopu branşıyla uğraşan deneklerimizden denek 5 VO max değeri olarak elit yüzücüler için önerilen değerlere, denek 4 ise ideal değerlere yakın bir sonuçta sahipken denek 3'ün değerleri diğer ikisinden daha düşüktür (1). Yüzücülerde fonksiyonel kapasiteleri geliştirmek için atletizm de kullanılan interval, fartlek vb. antrenman teknikleri aynı amaçlarla ve aynı prensiplerle kullanılmaktadır. (10). Sonuçta bu üç denekten sadece denek 3'e yukarıdaki bilgilerin ışığında yüksek aerobik kapasiteye ihtiyaç gösteren aktivitesi için aerobik sistemlerini geliştirebileceği uzun süreli yüzme veya koşular içeren fartlek antrenmanı önerilebilir (10). Bu deneklerin koşu ekonomisi değerlerini incelediğimizde yine denek 3'ün 3.58 ve 4.14 m/sn hızlarda diğer iki denekten daha fazla oksijen tükettiğini görmekteyiz. Tabiki bu değeri yüzme branşına uygun bir şekilde değerlendirebilmek veya yüzme branşıyla bağlantılı yorumlamak zordur. Fakat bu üç deneğin koşu ekonomisiyle VO max değerlerini karşılaştırdığımızda yukarıda da vurguladığımız gibi yüksek VO max değeriyle koşu ekonomisi değerlerinin paralelik göstermediğini bir kez daha görmekteyiz. Denek 5 denek 4'den yaklaşık % 7 daha iyi VO max değerine sahipken bu fark koşu ekonomisinde 3.58 m/sn hız için % 3 daha az. 4.15 m/sn hızdaysa tersine % 2'lik daha fazla oksijen tüketmek şekline dönüşmektedir. Denekleri (denek 3,4,5) koşu ekonomisi (3.58 ve 4.14 m/sn), V4 mMol ve bu hızda tükettikleri oksijen açısından değerlendirdiğimizde VO max değerleri açısından denek 4 ve 5 arasında sırasıyla % -3, +2 ve 7 gibi çok büyük farklılıklar olmamasına rağmen V4mMol ve anaerobik eşikteki oksijen tüketimi açısından denek 5 lehine sırasıyla % 10 ve 13'lük büyük bir farklılık görmekteyiz. Bu da aerobik fonksiyonları açısından öneride bulunma ihtiyacı duymadığımız denek 5'in anaerobik kapasite olarak kendisinden yaklaşık % 9.5 daha düşük bir VO max ve koşu ekonomisi için aynı hızda yaklaşık % 6 daha fazla oksijen tüketen denekle benzer fonksiyonel kapasiteye sahip olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla her iki deneğede anaerobik kapasitelerini geliştirebilmeleri için şiddeti maksimalin yüksek yüzdelerinde olacak interval antrenmanı yapmaları önerilebilir (10). Submaksimal koşuda kullanılan hızlar aynı olmasına rağmen anaerobik proseslerin bir görüntüsü olan ekspire edilen hava hacmi değerleride böyle bir öneride bulunmamızı des-

tekler niteliktedir. Vücut yağ yüzdesi sonuçlarını elit yüzücülerin sonuçlarıyla karşılaştırdığımızdaysa özellikle denek 3 ve 2'ye kilo vermeleri önerilebilir (18).

Futbol ve voleybol branşıyla uğraşan denek 6 ve 7 spor branşı olarak farklı aktiviteler yapıyor olmalarına rağmen yaptıkları aktiviteleri toplam süre olarak değerlendirdiğimizde benzer şekilde uzun olduğunu görmekteyiz. Böyle bir saat veya bir saati aşan aktivitelerde de yüksek bir aerobik kapasiteye ihtiyaç vardır (1). Fakat bu aerobik güç ihtiyacı bir uzun mesafe koşucusu veya kayakçısı düzeyinde değildir. Ayrıca süresi uzun olan bu aktiviteler kısa süreli ve şiddeti yüksek çok sayıda patlayıcı aktiviteyi de içerdiğinden dolayı iyi bir anaerob kapasiteye sahip olmayıda gerektirmektedir. Her ne kadar bu tip topla yapılan aktivitelerde top tekniği gibi faktörler başarı üzerinde büyük bir etkiye sahip olsa da bu teknik yetenekleri oyun süresi boyunca aynı düzeyde ortaya koyabilmek için gelişmiş bir fiziksel kapasiteye de ihtiyaç olduğu bir gerçektir. Bundan dolayı da bu tip aktivitelere katılan sporcuların fiziksel kapasitelerini ortaya koyacak testler yapmak ve sonuçlarına göre önerilerde bulunmak bu aktivitelerin başarısında önemli bir yer işgal edecektir. Denek 6 ve 7 kendi branşlarının elit sporcuları düzeyinde VO max düzeyine sahiptir (1). Hatta yaptıkları aktivitelerin düzeyi göz önüne alındığında iyi değerlere sahiptirler bile diyebiliriz. Koşu ekonomisi değerlerini incelediğimizde daha yüksek VO max değerine sahip denek 7'nin her iki submaksimal hızda da denek 6'dan daha fazla oksijen tükettiğini görmekteyiz. Bu da yukarıda da vurguladığımız "koşu ekonomisiyle VO max arasında çok sıkı ilişki olmadığı" bulgumuzu desteklemektedir. Tabi bu parametreyi bu spor branşlarına uygun bir şekilde değerlendirmek ve önerilerde bulunmak mümkün değildir. Bu iki deneğin anaerobik kapasitelerini yansıtacak V4mMol, anaerobik eşikte tükettikleri oksijen ve VO (1) değerlerini incelediğimizdeyse özellikle voleybol branşıyla uğraşan denek 6'nın bu konuda gelişmeye ihtiyaç duyduğunu söyleyebiliriz. Futbol branşında anaerobik enerji sisteminin hakim olduğu kısa süreli hızlı koşular 90 dakikalık oyun süresince sıklıkla yapılmaktadır. Dolayısıyla denek 7'nin de anaerobik enerji sistemini geliştirmesi başarısını olumlu yönde etkileyecektir. Sonuçta bu deneklere şiddeti yüksek fakat süresi kısa koşular veya kısaca interval antrenmanlar yapması önerilebilir (1).

Aktiviteler sırasında 3 enerji sistemi görev yapar. Bunlardan anaerobik glikoliz ve fosfajen depoları ağırlık çalışmalarında öncelikle başvuru enerji kaynaklarıdır ve oksijene ihtiyaç duymaz (33). Vücut geliştirme branşı da ağırlık antrenmanlarının yoğun olarak yapıldığı patlayıcı güç isteyen, dolayısıyla anaerobik kapasitesi yüksek aktiviteler içeren ve kas hücreesindeki oksidatif sistemi yeteri kadar aktive etmeyen bir spor branşıdır (40). Bu bilgiler

işığında bu branşla uğraşan denek 8'in VO max değeri aerobik kapasite olarak yeterli gözükmemektedir. Zaten vücut geliştirme veya ağırlık antrenmanları yapanlar aerobik kapasite olarak sedanterlerden çok farklı değerlere sahip değillerdir (16). Dolayısıyla denek 8 ve VO max değeri göz önüne alınarak bir öneride bulunmaya gerek yoktur. Anaerobik cevabı açıklayabileceğimiz dört değişik hızdaki laktik asit, V4mMol, VE (L), RQ parametreleri açısından değerlendirdiğimizdeyse sonuçlarının bir denek dışında (denek 3) daha yetersiz olduğu gözükmemektedir. Halbuki ağırlık antrenmanı ile kuvvet artışı yanında laktik asit üretiminde de azalma olmaktadır (37). Denek 8'in antrenmanlarında kullandığı yüklerin maksimalinin düşük yüzdelerinde olması bu sonucu doğurabilir. Çünkü ancak maksimal veya maksimale yakın kasılmalar sırasında hızlı bir şekilde ATP'ye ihtiyaç duyulduğundan dolayı anaerobik glikoliz işlemi ve enzimlerinin aktivitesi artar (8,16). Yapılan bu performans testleriyle bu deneğe yaptığı aktivite tipi göz önüne alınarak egzersizlerinde maksimalinin daha yüksek düzeylerinde çalışmalar yapması önerilebilir.

Performans test sonuçlarının 5 km koşu performansı ile (dakika ve V5km) ilişkilerini değerlendirdiğimizde koşu ekonomisi (3.58 m/sn), VO max, anaerobik eşik (V4mM), bu eşikte tüketilen oksijen ve koşu ekonomisinin VO max'ın yüzdesi cinsinden ifadesi arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmediği diğer bir kısım çalışmalarla benzerlik göstermektedir. (5,11,12,14,30,31,36). 4.14 m/san'lik hızdaki koşu ekonomisi değerindeki anlamsızlık ise deneklerden dördünün 5 km'yi ortalama olarak 4 m/san'in altında koşmaları ve 8 denek için ortalama 5 km koşu hızının yaklaşık 4.00 m/sn olmasının bir sonucu da olabilir. Ayrıca çalışmamızda kullandığımız iki denek dışındaki (denek 1 ve 2) deneklerin yüzücü, futbolcu voleybolcu ve vücutcu olmalarından dolayı koşu ekonomisi değeri üzerinde etkili olan mesafe koşu tekniğine sahip olmaları veya en azından atlet olmamaları böyle bir ilişkiyi engellemiş olabilir.

Sonuçta; laboratuvar şartlarında yapılan submaksimal ve maksimal testlerle değişik spor branşlarındaki sporcuların fonksiyonel kapasiteleri hakkında fikir sahibi olmak ve eksikliklerini tamamlayabilmeleri için antrenman programları önermek mümkündür. Ayrıca bu testler sonucunda elde edilen VO max, koşu ekonomisi, % VO max, anaerobik eşik gibi değerlerle sporcuların 5 km koşu performansları hakkında varsayımda bulunma olanağı da vardır. Dolayısıyla koşubandında yapılan submaksimal ve maksimal performans testleri sporcuların gelişimi ve başarıları için iyi bir yol göstericidir diyebiliriz.

Tablo 1. Deneklerin fizyolojik özellikleri

	Yaş	Boy (cm)	Kilo (/kg)	Vücut Yağ %	Haftalık Koşu Mesafesi (km)
Denek 1	40	169.0	70.3	13.4	80
Denek 2	40	167.3	63.9	16.4	80
Denek 3	19	180.0	83.4	15.6	25 +*
Denek 4	19	193.0	91.0	13.0	25 +*
Denek 5	21	177.3	75.5	10.1	40 +*
Denek 6	28	183.0	76.4	11.6	50 +**
Denek 7	25	175.7	63.0	10.9	25 +***
Denek 8	25	183.0	83.8	9.7	20 +****

* Yüzme ve suttupu

** Voleybol

*** Futbol

**** Ağırlık Antrenmanı

Tablo II. Deneklerin submaksimal 4 değişik hızda ve maksimal koşudaki oksijen tüketimleri sırasıyla ml/kg. dak. ve l/dk.

	7 mph	8 mph	9 mph	10 mph	Maksimal
Denek 1	34.7 2.437	40.1 2.820	47.8 3.359	53.7 3.773	71.2 5.003
Denek 2	33.6 2.148	38.8 2.478	44.1 2.822	48.4 3.096	62.6 4.000
Denek 3	40.4 3.366	44.6 3.713	49.4 4.117	55.5 4.623	56.7 4.728
Denek 4	36.3 3.300	42.9 3.904	44.2 4.020	50.0 4.553	64.0 5.825
Denek 5	36.7 2.767	40.4 3.047	44.8 3.382	52.1 3.933	68.9 5.205
Denek 6*	32.7 2.501	37.7 2.884	41.1 3.138	47.3 3.612	56.7 4.335
Denek 7	40.5 2.513	47.8 2.961	53.5 3.315	56.3 3.489	60.8 3.827
Denek 8	38.2 3.205	46.0 3.858	50.4 4.225	55.2 4.626	60.6 5.075

*Bu denek için hız olarak 6, 7, 8, 9 mph kullanıldı.

Tablo III. Deneklerin submaksimal 4 değişik hız ve maksimalde sırasıyla ekspire ettikleri havanın hacmi ve (1/dak) ve solunum bölümü (RQ) değerleri.

	7 mph	8 mph	9 mph	10 mph	Maksimal
Denek 1	40.00	49.31	62.60	75.10	124.25
	0.755	0.843	0.880	0.909	1.123
Denek 2	43.43	50.32	59.00	69.30	104.72
	0.887	0.908	0.944	0.960	1.013
Denek 3	62.43	75.59	94.45	121.46	121.30
	0.857	0.920	0.968	1.030	1.039
Denek 4	64.69	82.84	94.68	115.93	176.91
	0.839	0.917	0.982	0.003	1.054
Denek 5	47.88	53.29	60.91	81.38	140.67
	0.794	0.854	0.895	0.997	1.168
Denek 6*	60.15	65.96	76.17	92.15	125.81
	0.968	0.954	1.012	1.013	0.978
Denek 7	55.96	69.85	85.60	106.63	119.87
	0.828	0.764	0.824	0.938	1.055
Denek 8	55.01	69.66	88.62	104.63	126.04
	0.922	0.906	0.963	1.011	1.123

* Bu denek için hız olarak 6, 7, 8, 9 mph kullanıldı.

Tablo IV: Deneklerin submaksimal 4 değişik hızda ve maksimaldeki sırasıyla laktik asit (mMol/l), nabız (dak) ve koşunun zorluğunu subjektif oranlama değerleri.

	7 mph	8 mph	9 mph	10 mph	Maksimal
Denek 1	1.8	2	2	3.2	-
	147	132	148	156	175
	7	9	11	11	-
Denek 2	2.	1.8	1.8	2.1	-
	122	134	143	154	175
	8	10	11	12	-
Denek 3	2.8	2.9	4.8	9.6	-
	156	168	179	189	185
	11	13	16	18	-
Denek 4	2.8	3.3	3.2	5.4	-
	144	160	173	174	195
	8	9	9	11	-
Denek 5	2.9	2.5	2.7	4.0	-
	134	157	166	176	206
	10	11	12	13	-
Denek 6*	3.5	3.4	3.4	5.8	-
	142	154	168	178	193
	7	9	13	15	-
Denek 7	1.5	2.0	3.7	7.8	-
	156	161	167	170	193
	10	12	13	14	-
Denek 8	2.9	3.9	4.8	9.5	-
	150	157	164	162	186
	10	11	12	13	-

* Bu denek için hız olarak 6, 7, 8, 9 mph kullanıldı.

Tablo V.

Deneklerin 5 km koşusunda kullandıkları ortalama hız [V5 km (m/sn)], 5 km koşu dereceleri (dk), koşu ekonomisi (ml/kg.dk), koşu ekonomisinin VO max'ın yüzdesi cinsinden (% VD max) ve anaerobik eşiğe ulaştıracak koşu hızları (V4mM) değerleri.

	V5 km (m/sn)	5 km koşu (dk.)	Koşu Ekonomisi	% VO max	V4 mM (m/sn.)
Denek 1	4.56	18:17	44.48	62.5	5.61
Denek 2	4.44	18:45	41.02	65.6	6.94
Denek 3	3.56	23:28	47.49	83.8	3.73
Denek 4	4.42	18:50	44.55	71.2	3.89
Denek 5	4.61	18:05	45.09	64.4	5.25
Denek 6	3.52	23:38	45.70	80.5	3.33
Denek 7	3.80	21:57	48.34	79.6	3.85
Denek 8	3.65	22:50	51.55	85.1	3.64

Tablo VI.

5 km. ortalama koşu hızı (V5 km) ve 5 km koşu zamanıyla koşu ekonomisi, koşu ekonomisinin VO max 'ın yüzdesi cinsinden ifadesi (% VO max), VO max, anaerobik eşik (V4mM) arasındaki ilişki.

	V5 km (m/sn)	5 km koşu zamanı (dk)
Koşu Ekonomisi	p< 0.65 N.S	p> 0.05 N.S
% VO max	p< 0.001 r= 0.93	P< 0.001 r= 0.93
VO max	p< 0.05 r= 0.75	p< 0.008 r= 0.71
V4 mM	p> 0.04 r= 0.54	p< 0.04 r= 0.52

N.S. İstatiksel olarak anlamsız.

KAYNAKLAR

- 1- Astrand, P-O., Rodahl, K. "**Textbook of work physiology; physiological bases of exercise**", McGraw-Hill (3rd Ed), New Yor., 1988
- 2- Astrand, P-O., Hallback, Hedman, R. and Saltin B. "Blood lactates after prolonged severe exercise", **J Appl Hphysiol**, 18, (1963), 619.
- 3- Borg, GAV. "Perceived exertion: Quote on history and methods", **Med Sci Sports** 5,2 (1973), 90-93
- 4- Briggs, CA. " Maximum aerobic power and endurance as predictors of middle distance running success", **Austr J Sports Med** 9, (1977) 28-31.
- 5- Conley, DL. and Krahenbuhl, GS. "Running economy and distance running performance of highly trained athletes", **Med Sci Sports** 12, 5, (1980), 357-360.
- 6- Costill, DL. "Physiology of marathon running" **JAMA** 221, 9, (1972), 1024-1029.
- 7- Costill, DL. "The relationship between selected physiological variables and distance running performance", **J Sports Med Phys Fit**, 7, (1967), 61-66.
- 8- Costill, DL., Coyle, EF., Fink, WF, "Adaptation in skeletal muscle following strength training", **J Appl Physiol**, 46, (1979) 96-99.
- 9- Costill, DL. and Fox. EL. "Energetics of marathon running" **Med Sci Sports** 1,2, (1986) 81-86.
- 10- Counsilman, E.J., "**The sciences of swimming**", Pelham Books, London. (1985) 199-205.
- 11- Daniels, JT., Yarbrough, A., Foster, C. "Changes in VO max and running performance with training", **Eur J Appl Physiol** 39, (1978) 249-254.
- 12- WDavies. CTM. and Thompson. MW. "Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes", **Eur J Appl Physiol**, 41, (1979) 233-245.
- 13- Farrell, PA., Wilmore. JH., Coyle, EF., Billing, JE., Costill, DL. "Plasma lactate accumulation and distance running performance", **Med Sci Sports** 11, (1979) 338-344.
- 14- Gur, H., "Uzun mesafe koşucularının başarısının belirlenmesinde etkili olan fizyolojik parametreler. **Spor Bil Bult** 1, 3-4 (1990) 10-15
- 15- Gur WH., "İskelet kasının yüksekyük ve uyarılarla yapılan antrenmanlara cevapsal uyumu" **Romatol Tıp Rehab**. (1992) baskıda.
- 16- Gur, H., Williams, C., Zanker, C. "Koşu tempo stratejisinin uzun mesafe koşusu başarısına etkisi", **Spor Bil Der** 2, 3, (1991), 11-26.
- 17- Grimby, G., Saltin, B. "Physiological effects of physical training" **Scand J Rehab Med** 3, (1971), 6-14
- 18- Hirata, K., "Hphysique and age of Tokyo Olympic Champions", **J Sport Med Phys Fit** 6, 4, (1966), 207-205.
- 19- Holmer, 1., "Physiology of swimming man", **Acta Physiol Scand** (Suppl. 407), 1974.
- 20- Holmer, 1., Astrand, P-O. "Swimming training and maximal oxygen uptake" **J Appl Physiol** 33, (1972) 510.
- 21- Ivy, JL., Withers, RT., Van Handel, P.J., Elger, DH., Costill, DL. "Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold", **J Appl Physiol Res: Env and Ex Physiol** 48, (1980) 523-527
- 22- Jakeman, P. and Davies, B. "The characteristics of a low resistance breathing valve designed for the measurement of high aerobic capacity", **Brit J Sports Med**, 13, (1979), 81-83.
- 23- Katch, V., Weltman, A., Sadry, S., Freedson, P. "Validity of the relative percent concept for

- equating training intensity", *Eur J Appl Physiol* 39, (1978), 219-227.
- 24- Klissouras, V., Wpiranay, F. and Petit, JM. "Adaptation to maximal effort: Genetics and age", *J Appl Physiol* 35, (1973), 288.
- 25- Lenzi, G. "The women's marathonW: Preparing for an important event in the season; in Alford (ed) *Running (The IAAF Symposium on Middle and Long Distance Events)*" International Amateur Athletic Federation, London (1983), 59-66
- 26- Londeree, BR., Ames, SA. "Maksimal steady state versus state of conditioning", *Eur J Appl Physiol* 34, (1975), 269-278.
- 27- Maughan, RJ. "A simple, rapid method for determination of glucose, lactate, pyruvate, alanine, 3-hydroxybutyrate and acetoacetate on single 20 ul blood sample" *Clinica Chimica Acta* 122, (1982), 231-240.
- 28- Mayhew, JL, Piper, FC. and Etheridge, GL. "Oxygen cost and energy requirement of running in trained and untrained males and females", *J Sports Med* 19, (1979), 39-44.
- 29- Pollock, ML. "Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part I. Cardiorespiratory aspects", *Ann N Y Acc Sci.* 301, (1977), 310-322..
- 30- Ramsbottom, R., Williams, C., Boobis, L., Freeman, W. "Aerobic fitness and running performance of male and female recreational runners", *J Sports Sice.* 7, (1989), 9-20.
- 31- Ramsbottom. R., Williams., C., Fleming, N., Nute, LE. "Training induced physiological and metabolic changes associated with improvements in running performance", *Br J Sports Med.* 23, 3 (1989), 171-176.
- 32- Rusko, H., Havu, H., Karviniemi, E., "Aerobic performance capacity in athletes", *Eur J Appl Physiol.* 38, (1978) 151-159.
- 33- Saltin, B. "Metabolic fundamentals in exercise", *Med Sci Sports.* 5, (1973), 137-146
- 34- Sjödin, B., Jacobs, I., Karlsson, J. "Onset of blood lactate accumulation and enzyme activities in m. vastus lateralis in man", *int J Sports Med.* 2, (1981), 166-170
- 35- Sjödin, J. I. and Svedenhag, J. "Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA", *Eur J. Appl Physiol.* 49, (1982) 45-57
- 36- Sjödin, B., Svedenhag, J. "Applied Physiology of marathon running", *Sports Mde.* 2, (1985). 83-99
- 37- Stone, MH, Pierce, K., Godsen, R., Wilson, DG., Blessing, D., Rozenek, R. and Chromiak, J." Heart rate and lactate levels during Weicht-training exercise in trained and untrained men", *Physec and Sports Med.* 15,5. (1987), 97-105
- 38- Svedenhag, J. and Sjödin, B. "Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle- and long- distance runners", *int J Sports Med.* 5, (1984), 255-261.
- 39- Taylor, HL., Buskirk, E., Henschel, A. "Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance", *J Appl Physiol.* 8, 5(1955) 73-80.
- 40- Tesch, Pa., Komi, PV., Hakkinen, K. "Enzymatic adaptations consequent to long term strength training", *int J Sports Med (Suppl).* 8, (1987), 66-69
- 41- Williams, C., Nute, MLG . "Some physiological demands of a half marathon race on recreational runners", *Brit J Sports Med.* 17, 3, (1983), 152-161
- 42- Womersly, J., Dumin, IUGA. "Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years" *Brit J Nutr.* 32, (1974), 77-97