

BELLİ BİR HIZDA VE FARKLI EĞİMLERDE YÜRÜME ESNASINDA SOLUNUM VE KAS UYUMLARINDA OLUŞAN DEĞİŞİMLER (*)

Şahap DEMİRBOĞAN

*İstanbul Üniversitesi, Edirne Tıp Fakültesi,
Biyolojik ve Fizyolojik Bilimler Kürsüsü*

Ö Z E T

Denek olarak, düzenli olarak spor yapmamış yaşıları 19-22 sınırları arasında değişen 18 tam sağlıklı Tıp öğrencisi ahndı. Önce denekler istirahat durumunda iken, vital kapasite, maksimal solunum kapasitesi ve ilk bir saniyelik zorlu ekspirasyon volümü (%ZEV₁) Godart pulmotest ile tayin edildi. Sonra denek bir yürüyen şeridin (Treadmill) üzerinde, %0, %10 ve %15 eğimlerde, saatte 3.6 kilometre hızla yürümeye başladı ve 5 dakika süre ile, soluk frekansı, soluk hacmi, solunum dakika hacmi, O₂ tüketimi pulmotestin özel kağıdına, nabız ve M. tibialis anterior ile M. gastrocnemius'tan alınan integre ve yahn EMG Grass Model 7 poligrafa kayıt edildi. O₂ tüketimi ve dakikadaki nabız sayısının değerlerinden, O₂ nabzı ve ayrıca O₂ vantilasyon eşdeğeri hesaplandı. Aynı kayıt işlemlerine yürüme sona erdikten sonra 10 dakika süre ile devam edildi.

Bütün parametrelerde, ayakta istirahat durumunda iken kayıt edilen değerlerle yürüme esnasındaki değerler arasında, eğim arttıkça yükselen anlamlı farklar saptandı.

Eğimin artmasıyla, egzersiz sonundaki istirahat fazında, antrene olmayan deneklerimizde saptanan çeşitli parametrelerin inisiyal değerlere dönme süresi daha uzun olarak bulundu. Örneğin, %0 eğimde dinlenmenin ilk 5 dakikasında parametrelerin çoğu normale dönmiş iken, %15 eğimde dinlenmenin ikinci 5 dakikasında dahi inisyal değerlere inmedikleri saptandı.

Eğimin %0'dan %10'a çıkarılması halinde, soluk hacmi ve EMG değerlerindeki artış oranının, eğimin %10'dan 15'e çıkarılmasında gözlenen orandan daha yüksek olduğu bulundu. Soluk frekansı, solunum dakika hacmi ve O₂ vantilasyon eşdeğeri ise, eğimin %10'dan %15'e çıkarılması daha etkin olmuştur. O₂ tüketimi, nabız ve O₂ nabzı değerlerinde bu iki durumdaki artış oranı değişmemiştir.

G İ R İ Ş

Egzersiz fizyolojisiyle ilgilenen araştırmacıların çoğu, bisiklet, kürek, yürüyen şerit standart basamak ve benzer aygıtları kullanarak deneklere eg-

(*) Bu çalışma Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji ve Biofizik Kürsüsünde yapılmıştır.

zersiz yaptırmıştır; fizik yeterliliğinin, iş veriminin, kondisyonun yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığına göre nasıl değiştiğini incelemiştirlerdir. Bu çeşit çalışmalarla, çoğu kez oksijen alımını, kalp atım hızı, dakika vantilasyon gibi solunum ve dolaşım parametrelerinin, maksimal değerlerine önem vermişlerdir.^{6,15,22}

Bu araştırmamın amacı, yukarıda belirtildiği gibi egzersizin yapana katkısı veya yapanın yeteneğini puanlama değil, günlük işlerimiz sırasında farkında olmadan yaptığımız egzersizin, yani yürümenin fizyolojik uyumlularını saptamaktır. Normal günlük işler sırasında, ayakta çalışan bir kişinin yaklaşık 19000 adım attığı¹⁹, herbir adının yaklaşık 70 cm.²ye uydugu kabul edilirse, bирgün esnasında bu kişinin 13300 metre kadar yol katettiği düşünülebilir. Buna göre günlük yaşamımızda yürümenin oldukça önemli bir ekzersiz şekli olduğunu kabul etmek gerektir.

Günlük yaşamda değişik eğimlerde yürüürüz. Ayakta hareketsiz durma ile eğimsiz yürüme arasındaki fizyolojik uyumlarda fark olduğu gibi, eğimli ve eğimsiz düzeyde yürüme arasında da farklar vardır. Bu farkları somut hale getirmek için, çalışmamızda hızın değişmez kalmasına karşın % eğimin değiştirilmesinin -solunum parametreleri, nabız, oksijen nabızı, oksijen vantilasyon eşdeğeri ve faaliyet halindeki kasların elektriksel aktiviteleri üzerindeki etkileri ile, bu etkilerle oluşan bazı fizyolojik uyumlar arasındaki bağıntılar araştırıldı.

YÖNTEM VE GEREÇLER

Araştırmamız Tablo I'de belirtilen fiziksel özelliklere sahip tam sağlıklı, sporla aktif olarak ilgilenmemiş 18 tıp öğrencisinde yapıldı. Denekler, deneylere deney öncesi ve deney günü hazırlıkları sayesinde dinç, huzurlu ve ne yapacağını bilerek başladilar.

TABLO I - Deneklerin belirtilen fiziksel özelliklerinin ortalama (Ort.), standart sapma (SS) ve standart hata (SH) değerleri

YAŞ		BOY (cm.)		AĞIRLIK (Kg.)		VÜCUT YÜZEVİ (m ²)	
Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH
19.8 ± 1.0	0.2	174.3 ± 5.3	1.2	67.1 ± 7.8	1.8	1.79 ± 0.11	0.03

Deney prosedürüne göre, denek istirahat ederken, yürüken ve dinlenirken; solunum parametreleri, elektromiyogram (EMG) ve elektrokardiyogram (EKG) değerleri kayıt edildi. Bunun için aynı anda ve sürekli kayıt yapabilecek üç ayrı aygıt ve üç ayrı işleme ihtiyaç vardı.

1. Yürüme aygıtı
 2. Solunum parametrelerini kayıt aygıtı
 3. EKG ve EMG gibi potansiyelleri kayıt aygıtı
1. Yürüme aygıtı olarak, % eğimi 0-55, hızı 2-20 Km/s. arasında değişebilen bir yürüyen şerit (Treadmill) kullanıldı. Deney fazlarında hız daima 3.6 Km/s. olarak kalmasına karşın % eğim %0, %10 ve %15 olmak üzere değiştirildi.
 2. Solunum parametreleri Godart Pulmotest aygıtı ile tayin edildi. Egzersiz sırasında kullanılırken gerekli aşağıdaki önlemler alındı,
 - a) hava akış hızı 150-250 l./dak. arasında ayarlandı;
 - b) fazla oluşan CO₂'i absorbe etmek için büyük kapasiteli absorban (cum calce) kap kullanıldı;
 - c) CO₂ ve suyun absorbe edilmesi esnasında açığa çıkan ısısı önlemek için aygit özel soğutma sistemine bağlandı. Denekle pulmotest arasındaki bağlantı bir anestezi gaz maskesiyle yapıldı.
 3. EKG ve EMG kayıtları, Grass Model 7 poligrafla yapıldı. Kayıtlarda 9 mm çapında altın kaplama yüzeyel elektrodlar kullanıldı. Direnci azaltmak için yapılan önlemlerle direnç 1-3 kiloom'a kadar indirildi. Sistemi topraklamak amacıyla 3×5 cm boyutlarında gümüş bir plâk EMG kaydedilen bacağına dışyanına yerleştirildi.
- EMG kayıtları için elektrodlar kasın en şıskin yerine ve kasın uzanımına paralel olacak şekilde 3 cm arayla yerleştirildi. EKG kaydı prekordial yapıldı. Elektrodlar 5 cm aralıklla, kalbin anatomik durumuna paralel olacak şekilde konumlandırıldı.
- Kayıt sistemindeki parazitleri önlemek için,
- a) her aygit ayrı yere topraklandı;
 - b) elektrod kablolarının sallanarak birbirine ve çevreye değmesi önledi;
 - c) topraklama elektrodu olarak kullanılan gümüş plâkanın, heriki kasın aynı uzaklıktaki olmasına dikkat edildi;

ç) yan hareketleri ve sarsıntıyi önlemek için deneklere hafif topuklu lastik ayakkabı giydirildi.

Deney prosedürü: Bütün kayıtlar denek ayakta durumdayken alındı. Esas deney kayıtlarına geçmeden önce, denekler pulmoteste bağlandı ve aygıtla tam uyum meydana gelip düzgün bir spirogram çizilinceye kadar solutuldu. Ancak bundan sonra vital kapasite (VK), bir saniyelik % zorlu ekspirasyon volümü (%ZEV₁), maksimal solunum kapasitesi (MSK) gibi bazı akciğer fonksiyon testleri yapıldı. Denek oturarak biraz dinlendikten sonra, esas amacı güden deney fazlarına geçildi.

% 0 (eğimsiz), % 10 ve %15 olmak üzere üç ayrı eğimde yapılan ve her eğimde tekrarlanan, toplam 20 dakika süren, deney fazları şöyledir.

Faz I (I) : 5 dakika ayakta durumda istirahat;

Faz II (H) : 5 dakika saatte 3.6 km hızla yürüme;

Faz III (D₁) : 5 dakikalık ilk dinlenme;

Faz IV (D₂) : 5 dakikalık ikinci dinlenme.

Kayıtlar, her eğimde ve 4 faz boyunca sürekli olarak alındı. Denek bir eğimden ötekine geçerken, yorgunluğunu giderinceye kadar (10-15 dakika veya daha fazla), oturtularak dinlendirildi.

Deney esnasında poligrafla, prekordial EKG (dolayısıyla nabız); dorsal fleksor M. tibialis anterior'dan hem yahn hem de basit integre potansiyeller (EMG₁); plântar fleksör olan M. gastrocnemius'dan da gene hem yahn, hem de kümülatif integre potansiyeller (EMG₂) kayıt edildi. Integre kayıtlardan kalibrasyonlarına göre EMG₁ ve EMG₂ değerleri milivolt (mV) olarak hesaplandı.

Pulmotestle, soluk frekansı (SF), soluk hacmi (SH), oksijen tüketimi (O₂ tüket.) kayıt edildi. Bu değerlerden solunum dakika hacmi (SDH), oksijen nabzı (O₂ nab.) ve oksijen vantilasyon eşdeğeri (O₂ van. eşde.) hesaplandı. Oksijen tüketimi ile ilgili parametreler standart şartlara (STPD) göre, diğer parametreler vücut ısısına ve solunum ortamındaki basınca (BTPS) göre düzeltildi.

Her değişkene ait ortalama, standart sapma (SS), standart hata (SH), t değerleri ve korelasyon katsayıları İ.Ü. Haydar Furgaç Elektronik Hesap ve Araştırma Merkezinde hesaplandı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaşları 19-22 arasında olan 18 tıpkı öğrencisinde bazı statik ve dinamik akciğer fonksiyon testlerinin ortalama değerleri (Tablo II) literatürde gözlenen sınırlar içindedir^{2,9,16,23,28}.

Tablo III'de belirtilen, ayakta istirahat sırasında kayıt edilmiş olan, soluk frekansı, soluk hacmi, O₂ tüketimi, nabız, O₂ nabzı ve O₂ vantilasyon eşdeğeri ortalama değerlerinde eğimin artmasıyla anlamlı bir değişiklik meydana

TABLO II - Deneklerin belirtilen statik akciğer fonksiyon testlerine ait ortalama değerler (BTPS)

V.K. (ml)		V.K./m ² (ml)		% ZEV ₁		M.S.K.	
Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH
4890 ± 731	172	2724 ± 348	82	84.3 ± 7.0	1.6	117.3 ± 135	3.2

gelmedi⁹. Bu parametrelerin % 0 eğimde istirahat esnasında saptanan ortalama değerleriyle çeşitli araştırmacılarca bildirilen değerler karşılaştırıldığında büyük farkların olmadığı gözleendi^{4-7,11,13,15,16,18,22-27}.

Ayakta istirahat durumunda, postürün korunması amacıyla, kaslarda izometrik kasılmalara neden olan düşük değerdeki elektriksel aktivite; yürüme sırasında kayıt edilen değerlere göre çok küçük olduğundan ihmal edilir^{1,21}. Biz de bu kurala uyduk ve istirahat durumunda kas tonusunu sağlayan aktiviteyi yok olarak kabul ettik.

Farklı eğimlerde yürüme sırasında oluşan solunumsal uyumlar : Egzersiz yapılırken oksijen tüketimi ile iş yükünün oldukça lineer olmasından faydalılarak, egzersizin iş değeri tüketilen oksijen ile ifade edilmektedir¹⁶. Buna göre O₂ tüketimi; çok hafif işte 500 ml/dak'ının altında, hafif iş esnasında 500-1000 ml/dak, orta derecede bir iş esnasında 1000-1500 ml/dak, ağır iş esnasında ise 1500-2000 ml/dak kadardır. Bizim deneylerimizde, ml/dak olarak ortalama oksijen tüketim değerleri; % 0 eğimde 595 ml/dak, % 10 eğimde 973 ml/dak, % 15 eğimde ise 1085 ml/dak kadardır. Bu sınıflamaya göre, % 15 eğimde yürüme orta derecede, % 0 ve % 10 eğimlerde yürüme ise hafif derecede bir iş olarak kabul edilmektedir.

TABLO III - Belli deney koşullarında, hafiflik parametrelerin ortalaması
(Ort.) standart sapma (SS) ve standart hata (SH) değerleri.

DENEY KOSULLARI	SOLUK FREKANSI (dak.)	SOLUK HACMI (ml., BTPS)		SOLUNUM DAK. HAC. (1., BTPS)		O ₂ TÜKETİMİ (ml./dak./m ² , STPD)		NABIZ (dak.)		O ₂ NABIZI (ml.)		O ₂ VAN. ESDE 1. m ² /100 ml			
		Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH	Ort. ± SS	SH		
I	17.1 ± 3.2	0.8	579.7 ± 118.7	28.0	9.6 ± 1.3	0.3	152.1 ± 36.0	8.5	81.1 ± 7.1	1.7	3.5 ± 1.0	0.2	6.5 ± 1.6	0.4	
	H	21.9 ± 4.3	1.0	902.9 ± 236.5	55.7	18.7 ± 2.3	0.5	330.6 ± 51.6	12.2	94.7 ± 8.2	1.9	6.3 ± 1.2	0.3	5.8 ± 1.1	0.3
0	D ₁	17.2 ± 3.7	0.9	620.4 ± 126.2	29.8	10.3 ± 1.3	0.3	196.1 ± 39.3	9.3	81.0 ± 7.4	1.7	4.4 ± 1.0	0.2	5.5 ± 1.5	0.4
	D ₂	17.1 ± 3.2	0.8	572.1 ± 109.9	26.7	9.5 ± 1.0	0.2	155.6 ± 26.3	6.4	81.9 ± 6.7	1.6	3.4 ± 0.7	0.2	6.1 ± 1.2	0.3
1	I	16.7 ± 2.7	0.6	566.1 ± 85.9	20.3	9.3 ± 1.3	0.3	169.6 ± 58.7	13.8	79.2 ± 5.6	1.3	3.9 ± 1.4	0.3	5.8 ± 1.3	0.3
	H	22.2 ± 6.1	1.4	1283.5 ± 455.9	102.8	26.4 ± 3.0	0.7	540.6 ± 72.1	17.0	111.2 ± 10.3	2.4	8.7 ± 1.1	0.3	4.9 ± 0.7	0.2
10	D ₁	18.5 ± 3.1	0.7	691.4 ± 132.1	31.1	12.5 ± 1.2	0.3	270.2 ± 52.5	12.4	85.2 ± 8.7	2.0	5.8 ± 1.3	0.3	4.8 ± 0.9	0.2
	D ₂	17.9 ± 2.5	0.6	563.1 ± 77.7	18.8	9.9 ± 1.1	0.3	171.1 ± 32.4	7.9	88.8 ± 6.7	1.6	3.7 ± 0.8	0.2	5.9 ± 1.1	0.3
15	I	17.3 ± 2.7	0.6	545.7 ± 75.3	17.7	9.3 ± 0.9	0.2	160.0 ± 25.4	6.0	80.7 ± 6.8	1.6	3.6 ± 0.8	0.2	6.0 ± 1.2	0.3
	H	25.2 ± 6.9	1.6	1415.5 ± 431.0	101.6	33.4 ± 6.7	1.6	602.7 ± 89.4	21.1	120.8 ± 11.4	2.7	9.0 ± 1.3	0.3	5.6 ± 1.0	0.2
D ₁	I	19.7 ± 3.3	0.8	803.8 ± 136.8	32.2	15.8 ± 3.0	0.7	349.8 ± 82.2	19.4	89.8 ± 9.1	2.1	7.1 ± 1.8	0.4	4.7 ± 0.9	0.2
	D ₂	18.3 ± 2.0	0.5	580.6 ± 72.8	17.6	10.5 ± 1.2	0.3	176.1 ± 38.7	9.4	85.2 ± 6.3	1.5	3.7 ± 0.9	0.2	6.2 ± 1.5	0.4

% 0, % 10 ve % 15 eğimlerde saatte 3.6 km hızla yürüme sırasındaki değerlerle, her deneyin başındaki ilk 5 dakikalık istirahat değerleri karşılaştırıldığında; orta derecede iş yükü olan % 15 eğimde kayıt edilen tüm parametrelerin, istirahat değerlerine göre yüzde artış oranları, % 0 ve % 10 eğimlerde saptananlardan daha büyütür. Eğim arttıkça oranların büyümesi, doğrudan doğruya iş yükünün artmasına bağlıdır.

Her üç eğimde de, istirahat değerlerine göre oksijen tüketiminde en fazla oranda artış, % 0 eğimde 2.2 kat, % 10 eğimde 3.2 kat, % 15 eğimde 3.8 kat olarak hesaplandı (Tablo : V). % 0 eğim dışındaki eğimlerde 10 dakikalık dinlenmenin sonunda bile istirahat değerlerine erişmeyen O₂ tüketimi, artan iş yükünün antrene olmayan deneklerimiz tarafından zorla karşılanabilmekte olduğunu gösteriyor (Tablo III).

Oksijen tüketimindeki artış oranından sonra en fazla yüzde artış her üç eğimde de solunum dakika hacminde gözlendi. % 0 ve % 10 eğimde soluk hacminin artması etkinken, % 15 eğimde soluk frekansının artması daha etkin rol oynamaktadır (Tablo III ve Şekil : 1). Bu bulgularla soluk frekansı ile soluk hacminin birbirinden ayrı mekanizmalarla düzenlendiği bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Bilindiği gibi fizik uygunluğu iyi olmayan kişilerde, gereksinilen aynı miktardaki oksijenin alınması, ancak daha fazla vantilasyonla mümkün olmaktadır. Gene orta derecede bir egzersiz sırasında, antrene kişilerde gereksinilen vantilasyon daha çok soluk hacminin artması ile karşılaşırken, antrene olmayanlarda soluk frekansının artması daha etkin rol oynamaktadır. Antrene olmayan deneklerimizde bu nedenlerle, eğimin % 10'dan % 15'e çıkarılması durumunda soluk frekansı, O₂ vantilasyon eşdeğeri ve solunum dakika hacmi değerlerinde gözlenen artış oranları, eğimin % 0'dan % 10'a çıkarılması sırasındaki artış oranlarından daha yüksek bulunmuştur (Tablo V; Şekil: 1).

% 0 eğimde yürüme, hafif derecede bir egzersiz olmasına karşın, nabız ve soluk frekansı, ancak 5 dakikalık dinlenme ile, diğer parametreler ise 10 dakikalık dinlenmeden sonra inisiyal değerlerine erişmişlerdir. % 10 eğimde ilk 5 dakikalık dinlenme süresince, % 15 eğimde ise, 10 dakikalık dinlenme ile dahi hiçbir parametre normal istirahat değerlerine dönmemiştir. % 10 eğimde 10 dakikalık dinlenme sonunda, nabız ve solunum dakika hacmi dışında kalan parametreler istirahat değerlerine ulaşmışlardır (Tablo III ve V). Bütün parametrelerde gözlenen istirahat değerlerine erişmenin uzun zaman alması, deneklerimizin antrene olmamalarıyla bağıntılıdır.

TABLO - IV Yürüyen seriden belirtilen eğimlerinde, M. gastrocnemius (plantar fleksör) ve M. tibialis anterior'dan (dorsal fleksör), hareket esnasında saptanan elektromiyogram potansiyellerinin ortalaması (Ort.), standart sapma (SS) ve standart hata (SH) değerleri.

% Eğim	ADIM SAYISI	EMG ₁ (mv)				EMG ₂ (mv)			
		dak.	Ort. ± SS SH	Ort. ± SS SH	adım	dak.	adım	Ort. ± SS SH	Ort. ± SS SH
0	47.7 ± 2.8	0.7	196.6 ± 57.3	13.5	4.1 ± 1.1	1.1	138.4 ± 39.5	9.6	2.9 ± 0.9
10	47.9 ± 3.6	0.8	295 ± 70.4	16.6	6.2 ± 1.3	0.3	195.2 ± 48.3	11.4	4.4 ± 1.6
15	48.0 ± 3.6	0.9	361.4 ± 102.1	24.1	7.5 ± 2.1	0.5	226.2 ± 45	10.7	5.0 ± 1.4

Farklı eğimlerde yürüme sırasında oluşan kassal uyumlar : % eğimin artması, oksijen tüketimindeki artışla izlendiği gibi, yapılan egzersizin yükünü artırmakta ve buna bağlı olarak da enerji tüketimini yükseltmektedir. Egzersiz sırasında enerjinin büyük bir kısmının çalışan kaslar tarafından harcanması¹⁶, egzersiz çalışmalarında kas faaliyetinin incelenmesi gerektiğini ortaya çıkmıştır.

Kasların çalışmasını somut hale getiren en iyi yöntem, elektromiyografi tekniğidir. Elektriksel potansiyellerin büyülüklüğü ve frekansının kasta meydana gelen gerimle direkt ilgili olması^{1,4,5}, kuvvet artırma egzersizlerinin¹² EMG üzerindeki etkilerinin araştırılmasına neden olmuş; fakat anlamlı sayılabilecek bulgular elde edilememiştir. Bundan egzersizle kas kuvveti artmasının, kas lifinin histolojik yapısıyla ilgili olduğu, elektrofiziolojik önemi olmadığı kanısına varılmıştır¹². Bu nedenle, kasılma sırasında faaliyete geçen kas lifi sayısı veya kasılma frekansı artmadıkça, bir kastan kayıt edilen elektriksel aktivite değerinde bir değişme olmamaktadır.

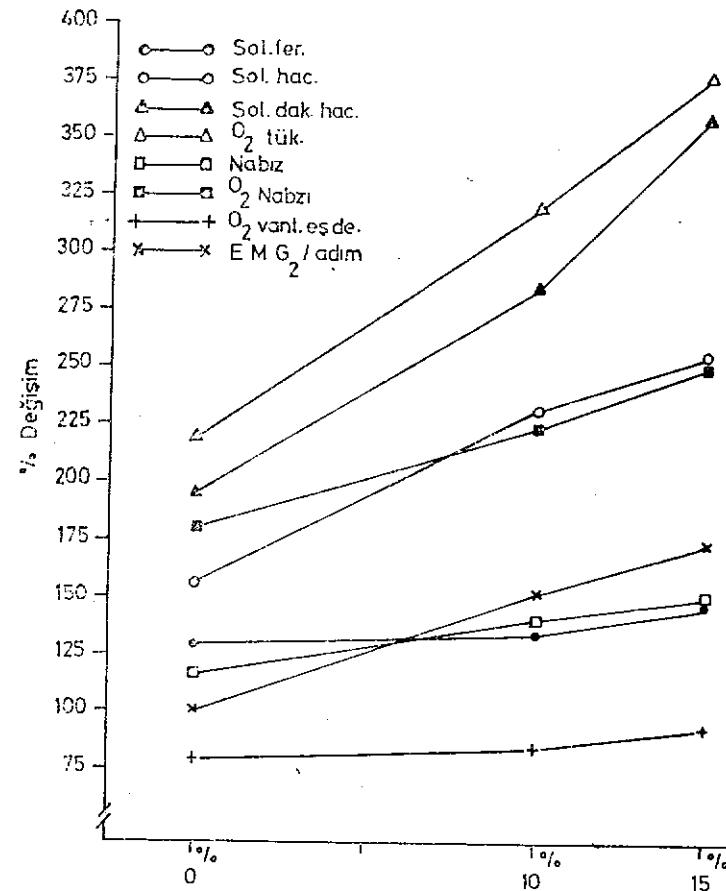
EMG bugün daha çok, klinik teşhislerde²⁰ ve hareket analizlerinde^{1,3,8,21} kullanılmaktadır. Kas çalışması esnasında kayıt edilen elektriksel aktivitenin artması, yapılan iş için gereksinilen gücün de arttığını gösterdiğinden^{4,6,14} güç artmasını, elektriksel aktivitedeki artma ile tanımlamak mümkündür.

Eğimsiz yürüme esnasında, bacakların hareketiyle, vücut ileri doğru taşınır; gereksinilen enerji sadece vücudun ileri götürülmesi ile ilgilidir^{10,15}, 17,19,28. Oysa, eğim arttıkça vücut gene ileri doğru taşınırken, yukarı doğru da yükseltilicektir. Bu, çalışan kasların daha fazla kuvvet harcamasını gerektirecek ve bunun sağlanması için kayıt edilen total elektriksel aktivite artacaktır⁴. Nitekim, bu araştırmada da olduğu gibi, eğimin yükseltilmesiyle kayıt edilen integre EMG potansiyellerinde, ileri derecede anlamlı artmalar gözlenmiştir (Tablo IV; Şekil : 1).

Bütün hareketlerde olduğu gibi, yürümenin de mekanik analizinin aydınlığa kavuşmasında EMG büyük rol oynamıştır. EMG sayesinde, aynı anda birden çok kas incelenebildiği gibi, aynı zamanda kayıt yapıldığı takdirde, birbirlerine göre zamansal ilişkileride göstermek mümkün olmaktadır^{1,3,8,19}. M. tibialis anterior ile M. gastrocnemius, yürümenin değişik fazlarında elektriksel aktivite açısından farklılıklar gösterirler²¹. Bizim araştırmamızda aynı anda kayıt edilen yalnız EMG ile, bu durum açıkça gözetlenebilmektedir. M. tibialis anterior ile M. gastrocnemius'un aktif olma zamanları birbirlerini izler görünümündedir.

TABLO V - Belli dency koşullarında, belirtilen parametrelerin başlangıç değerlerine göre %_o değişimleri.

DENYEY KOŞULLARI	SOLUK FREKANSI	SOLUK HACMI	SOLUNUM DAKİKA HACMI	O ₂ TÜK.	NABIZ	O ₂ NABIZ ESDE.	ADIM SAYISI	E M G ₁		E M G ₂	
								dak.	dak.	dak.	dak.
0	I	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	H	129	156	195	218	116	180	78	100	100	100
	D ₁	101	107	107	129	100	126	74			
	D ₂	101	99	99	108	100	97	82			
	I	100	100	100	100	100	100	100			
	H	133	231	284	319	140	223	84	101	150	141
10	D ₁	111	124	134	159	108	149	83			
	D ₂	107	101	106	101	106	95	102			
	I	100	100	100	100	100	100	100			
	H	146	255	359	377	150	250	93	101	184	163
15	D ₁	114	145	170	219	111	197	78			
	D ₂	106	105	113	110	106	103	103			
	I	100	100	100	100	100	100	100			

Şekil : 1 Belirtilen eğimlerde belirtilen parametrelerin hareket sırasında, başlangıç değerlerine göre %_o değişimi.

Sonuç olarak; bu çalışma egzersiz fizyolojisine değişik yaklaşımlar yapılmasını sağladığı kadar kliniğede faydalı olabilir. Değişik eğimlerde yürekleme ile, egzersisin şiddeti azaltılıp çoğaltılsa, akciğer ve dolaşımla ilgili hastalıklarda fonksiyon kayıplarının saptanmasında, hemde akciğer ve dolaşım hastalıklarında uygulanan rehabilitasyon çalışmaları kazanılan fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılabilir. Gene, belirli derecedeki bir egzersiz sırasında, çalışan kaslardan alınan EMG'ler, fonksiyon ve kuvvet kayiplarının saptanmasında faydalı olabilir. Benzer fonksiyonların, kişisel özel-

liklere bağlı olarak, farklı kas grupları ile yapılabilmesi olasılığı göz önünde bulundurulursa, hareket sırasında kayıtların önemini azımsamamak gereklidir.

SUMMARY

THE VARIATIONS IN RESPIRATORY AND MUSCULAR ADAPTABILITY ON WALKING AT A GIVEN VELOCITY AND AT DIFFERENT SLOPES.

18 healthy medical students of various ages between 10 and 22 were included in our study. Vital capacity, maximal respiration capacity and forced expirium volume were measured by Godart Pulmotest while they were in rest. Afterwards the cases were made to walk of 5 minutes duration on the treadmill with the inclination of %0, %10 and %15 and following this procedure, the values of respiratory frequency, respiratory volume, ventilation volume per minute and O₂ uptake were recorded on a specific test paper of pulmetest. Single and integrated EMG findings of tibialis anterior, gastrocnemius muscles and the values of radial pulse were recorded with Grass Model 7 Polygraph O₂ pulse and ventilation equivalent of O₂ values were measured using the values of O₂ uptake and pulse rate per minute.

The same recording procedure were repeated after walking for 10 minutes.

The differences between the recorded values for the resting and walking position were found to be increasingly significant in relation to the increased angle of inclination.

With the increase of the angles of inclination, the time of recovery to the initial values was found to be longer in our non-trained cases at the end of the rest period (following exercise). For example, in the first 5 minutes of resting at the inclination of %10 most of the parameters return to their normal values whereas even at the end of 5 minutes of resting at the inclination of %15 they do not return to their normal values.

When the angle of inclination is increased from %0 to %10, the percentage of increase of respiratory volume and EMG values are found to be higher than when it is increased from %10 to %15. On the other hand the values of respiratory frequency, ventilation volume per minute and ventilation equivalent of O₂ are found to be more effected when the angle of inclination is increased from %10 to %15. Values of O₂ uptake, pulse showed no changes in the rate of increase in both situations.

It is confirmed that there is no statistical correlation between the integrated EMG volumes and the values of O₂ uptake ventilation volume per minute and ventilation equivalent of O₂ while the cases are walking.

KAYNAKLAR

- 1 — BASMAJIAN, J. V.: *Muscle alive, their functions revealed by electromyography*, 2. baskı, The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1967, s.421.

- 2 — BASS, B. H.: *Lung Function Tests*. 4. baskı, H.K. Lewis Co. Ltd., London, 1974, s. 90.
- 3 — BATTYE, C. K. and JOSEPH, J.: *An investigation by telemetering of the activity of some muscle in walking*. Med. Biol. Engng., 4:125-135, 1966.
- 4 — BIGLAND-RITCHIE, B., WOODS, J. J.: *Integrated EMG and oxygen uptake during dynamic contractions of human muscles*. J. Appl. Physiol., 36:475-479, 1974.
- 5 — BIGLAND-RITCHIE, B., WOODS, J. J.: *Integrated EMG and oxygen uptake during positive and negative work*. J. Physiol., 260:267-277, 1976.
- 6 — CAREY, P. et al.: *Comprasion of oxygen uptake during maximal work on the treadmill and rowing ergometer*. Med. Sci. Sport, 6(2):101-103, 1974.
- 7 — ÇAKAR, L., DERMİN, S.: *Balıkadamlarda antrenmanın solunum ve dolaşım parameteleri üzerine etkisi*. Spor Hekimliği Dergisi, 10:39-44, 1974.
- 8 — GRAY, E. G., BASMAJIAN, J. V.: *Electromyography and cinematography of leg and foot («Normal» and Flat) during walking*. Anat. Rec., 161:1-16, 1968.
- 9 — HANSON, J. S. et al.: *Response of lung volumes and vantilation to posture change and upright exercise*. J. Appl. Physiol., 17(5):783-786, 1962.
- 10 — ISMAIL, A. H.: *Analysis of normal gaits utilizing a special force platform*. Biomechanics I, 1. Int. Seminar Zurich 1967, s. 90-95, Karger, Basel/New York, 1968.
- 11 — KAO, F. F.: *An Introduction to Respiratory Physiology*, Excerpta Medica, Amsterdam, 1972, s. 331.
- 12 — KARAKAYA, M.: *Resistif egzersizlerin adalede husule getireceği fizyolojik ve elektrofizyolojik tesirleri*. İ. Ü. Cerrahpaşa Tip Fakültesi Doçentlik takdim tezi, 1971.
- 13 — KAY, D. S. et al.: *Breathing in man during steady-state exercise on the bicycle at two pedallin frequencies and during treadmill walking*. J. Physiol., 251:646-656, 1975.
- 14 — LIPPOLD, O. C. J.: *The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension*. J. Physiol., 117: 492-499, 1952.
- 15 — MENIER, D. R.: *The relation of oxygen intake and velocity of walking and running in competition walkers*. J. Physiol., 197:717-721, 1968.
- 16 — MOREHOUSE, E. L., AUGUSTUS, T. M.: *Physiology of Exercise*, C. V. Mosby Co., Saint Louis, 1971, s. 328.
- 17 — MURRAY, P. M. et al: *Walking patterns of normal men*. J. Bone J. Surg., 46-A: 335-360, 1964.
- 18 — ÖZGÖNÜL, H.: *Futbolcularda solunumsal karakteristikler ve fiziksel uygunluğun solunumsal kriterlerinin araştırılması*. Ege Tip Fak. Mec., 4:303-314, 1965.
- 19 — RASCH, P. J., ROGER, K. B.: *Kinesiology and Applied Anatomy*, The Science of Human Movement, Lea and Febiger, Philadelphia, 1967, s.XV+488.
- 20 — RICHARDSON, A. T. and BARWICK, D. D.: *Clinical electromyography*, 813-842, Walton, J. N., Derleyen, *Clinical Electromyography, In Voluntary Muscles's Disorders*, 2. baskı, J. A. Churchill Ltd., London, 1969, s.941.

- 21 -- SHEFFIELD, F. J. et al.: *Electromyographic study of the muscles of the foot in normal walking.* Am. J. Physiol. Med., **35**:223-236, 1956.
- 22 -- TAGUCHI, S. R. et al.: *Comparative physiological responses to a bicycle ergometer and a treadmill walking maximum capacity test.* J. Hum. Ergology, **3**/1:67-74, 1974.
- 23 -- TERZİOĞLU, M. ve CİNEMRE, B.: *Türklerde normal vital kapasite değerleri.* İst. Tıp Fak. Mec., **27**:89-91, 1964.
- 24 -- TERZİOĞLU, M. et al.: *Respiratory and cardiovascular responses to moderate exercise at mid-altitude.* Schweiz. Ztschr. Sportmedizin, **14**:35-48, 1966.
- 25 -- WALT, W. H. et al.: *An equation for prediction of energy expenditure of walking and running.* J. Appl. Physiol., **34**:559-563, 1973.
- 26 -- WORKMAN, J. M. and ARMSTRONG, B. W.: *Oxygen cost of treadmill walking.* J. Appl. Physiol., **18**:798-803, 1963.
- 27 -- YENEL, F.: *Klinikte Akciğer Fonksiyon Testleri*, Nurettin Uycan Kitap ve Cilt Fabrikası, İstanbul, 1970, s.94.
- 28 -- ZARRUGH, M. Y. et al.: *Optimization of energy expenditure during level walking.* Eur. J. Appl. Physiol., **33**/4:293-306, 1974.