

İSKELET KASININ ANTRENMAN GEÇMİŞİ İLE İLİŞKİLİ KONTRAKTİL ÖZELLİĞİNİ BELİRLEMEDE AĞIR ZİNCİR MYOZİN KOMPOZİSYONUNUN DEĞERİ

Hakan GÜR*, Lars LARSSON**

ÖZET

İskelet kasının antrenman geçmişi ile ilişkili kontraktıl özelliğini belirlemede kullanılan enzimohistokimyasal ve elektroforez yöntemlerinin karşılaştırıldığı bu çalışmaya 26'sı erkek, 8'i bayan olmak üzere 34 elit atlet gönüllü olarak katıldı. Deneklerin perkutan iğne biyopsisi tekniği ile vastus lateralis kaslarından alınan örnekleri miyofibriller ATPase (mATPase) boyaması ve sodyum duodecyl sulfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) yöntemi değerlendirilip kas lifi kompozisyonları hesaplandı. Ayrıca deneklerin diz extansör kaslarının 30°/san ve 240°/sn'lik açısal hızlardaki kuvvetleri ölçüldü. Sonuçlar; 1) antrenman geçmişindeki farklılıkların mATPase boyaması ile tespit edilen kas lifi dağılımı ve ağır zincir myozin kompozisyonunun her ikisine de belirgin bir şekilde yansıdığını, 2) antrenman geçmişi ile ilişkili kan kontraktıl özelliklerini ifade etmek için bu iki yöntemin tip I kas lifleri açısından farklı bir boyut getirmezken tip II kas liflerinin alt grupları için farklı yorumlar ortaya koyabildiğini gösterdi. Bu bilgiler ışığında iskelet kasının antrenman geçmişi ile ilişkili kontraktıl özelliklerini ifade etmede enzimohistokimyasal olarak kas lifi kompozisyonunu belirlemenin tek başına yeterli bir parametre olmayacağı sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Atlet, ağır zincir myozin, miyofibriller, ATPase, kas kuvveti.

* Uludağ Üniv. Tıp Fak., Spor Hekimliği BD., Bursa

** Karolinska Hastanesi, Kl. Nörofizyoloji Bölümü, Sthokolm, İsveç.

VALIDITY OF MYOSIN HEAVY CHAIN COMPOSITION TO DETERMINE THE CONTRACTILE PROPERTIES OF SKELETAL MUSCLE RELATED TO TRAINING BACKGROUND.

SUMMARY

To compare the enzymo-histochemical and electrophoretic methods to determine the contractile properties of skeletal muscle related to training background, 26 male and 8 female, totaly 34 runners volunteered for the study. Muscle samples obtained from vastus lateralis muscles of subjects by the percutaneous needle biopsy technique were analysed by myofibrillar ATPase staining (mATPase) and sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) methods and fibre composition of the samples were calculated. In addition, muscle strength of the knee extensor muscles of the subjects were measured at 30°/sec and 240°/sec of angular velocities. The results showed that; 1) muscle fibre composition determined by both mATPase staining and myosin heavy chain composition reflects the differences in training background, 2) both methods do not bring out any differences to state muscle contractile properties related to training background for type I fibre whereas they bring out different comments for the subgroups of type II fibers. In the light of these findings, it may be concluded that to state the muscle contractile properties related to training background, it is not adequate to determine the fibre type composition of the muscle by only enzymo-histochemical method.

Key Word: *Runners, myosin heavy chain, myofibrillar ATPase, muscle strength.*

GİRİŞ

İskelet kasının kontraktıl özelliklerini ifade etmek için sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri miyofibriller ATPase (mATPase) boyamaları ile tespit edilen kas lifi dağılımıdır ki bu yöntem ile tip II, IIA, IIB ve IIC olmak üzere 4 ana kas lifi sınıflaması yapılmaktadır (4). Böyle bir sınıflama ile büyük oranda tip I kas lifine sahip olan soleus kası yavaş kasılan, büyük oranda tip II liflerine sahip olan ekstansör digitorum longus kası ise hızlı kasılan kas grubu içinde değerlendirilmekte ve sıklıkla çalışmalarda bu özellikleri ile kullanılmaktadır. Her ne kadar bir kısım araştırmacılar (20,26) kas lif kompozisyonunun genetik olarak

belirlendiği görüşüne sahip ise de farklı görüşe sahip araştırmacılar da vardır (5,21,25). mATPase boyamaları ile dayanıklılık antrenmanı yapan sporcuların bacak kaslarında yavaş kasılma özelliğine sahip olan tip I, sprint antrenmanı yapan sporcuların ise hızlı kasılma özelliğine sahip tip II liflerine daha fazla oranda sahip oldukları değişik çalışmaların sonuçları ile tespit edilmiştir (6,7,8,12).

İskelet kasının antrenmanla ilişkili kontraktıl özelliklerini belirlemede kullanılan diğer bir yöntem de iskelet kası Ağır Zincir Myozin kompozisyonudur (AZMk) ve tip I, tip IIA, tip IIB olmak üzere 3 ana tip AZM izoformu olduğu ifade edilmektedir (18). Yapılan antrenmanın özellikleri ile ilişkili olarak iskelet kası AZMk'nın ve kasın kontraktıl özelliğinin değiştiği araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (1,2,14,17,24). Histokimyasal olarak belirlenen kas lif dağılımının kastaki miyozin yapısını yansıttığı görüşüne (3,28,29) karşın Pette ve Vrbova (22), iskelet kası AZMk'nın kasın kontraktıl özelliklerini ifade etmek için mATPase boyamaları ile ortaya konan kompozisyonundan daha iyi bir yöntem olduğu görüşünü ifade etmiştir.

Bu çalışma ile: 1) Farklı antrenman geçmişi sahip olan elit kısa -(KMA), orta- (OMA) ve uzunmesafe atletlerinin (UMA) vastus lateralis kaslarındaki kas lifi dağılımını araştırmalarda sıklıkla kullanılan mATPase boyaması ve AZMk ile belirlemeyi, 2) Bu iki yöntemle elde edilen sonuçları ve bunların kas kuvveti ile olan ilişkilerini karşılaştırmayı amaçladık.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Çalışmamıza herhangi bir lokomotor ve kas-sinir sistemi hastalığı hikayesi olmayan 26'sı erkek, 8'i bayan toplam 34 sağlıklı elit atlet gönüllü olarak katıldı. Tamamı İsveç Atletizm Milli Takımının sporcuları olan atletlerin bazı fiziksel özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Atletlerin yaptıkları sprint ve dayanıklılık antrenmanlarının yüzdesel olarak oranı atletlerin verdiği bilgiler ışığında hesaplandı. Çalışma Karolinska Hastanesi Etik Komitesi tarafından onaylandı.

Enzimo-histokimyasal, AZM ve morfometrik ölçüm teknikleri: Kas bi-

yopsileri perkutan iğne biyopsisi tekniği ile lokal anestezi altında vastus lateralis kasından alındı. Örnekler tartılıp, freon gazı ve likit nitrojen ile dondurulup ileri işlemler için - 80°C'de saklandı. İleri işlemler için örneklerden - 20°C'de kriyotom ile (2800 Frigocut E, Reichert-Jung GmbH, Heidelberg, Almanya) en geniş alanlarından 10 µm kalınlığında kesitler alındı. Kesitler alkali ve asit pre inkubasyondan sonra miyofibriller ATPase ile boyanıp kas liflerinin tip, I, IIA, IIB ve IIC sınıflamaları yapıldı (ayrıntı için kaynak 9'a bakınız). Kas liflerinin kesitsel (cross-sectional) alanları bilgisayara bağlı yarı otomatik bir sistemle (Videoplan, Kontron Bildanalyse GmbH, Münih, Almanya) hesaplandı. Kas biyopsi örneklerinin AZMk ise Reiser ve ark.ları (23) tarafından tarif edilen sodyum duodecyl sulfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) yöntemi ile hesaplandı. SDS buffer solusyonu içine konan kas kesitleri eğer jelin yürümesi için 1 hafta beklenecekse -20°C daha uzun süre beklenecek ise -80°C bekletildi. (10). Jeller kas liflerinin relatif AZM oranlarının hesaplanabilmesi için gümüşle boyandı (13) ve tarama (scanning) yöntemi ile dansitometrik (Molecular Dynamics, Sunnyvale, CA, Amerika) olarak belirlenen bantların alanları hesaplandı.

Kas Kuvvet Ölçümleri: Kas örneklerinin alındığı bacak diz ekstansör kaslarının konsantrik kas kuvvet değerleri izokinetik dinamometre (Cybex II, Lumex Inc., ABD) ile ölçüldü. Denekler kalça ve diz açıları 90° olarak şekilde alete oturtuldu. Kuvvet kolu ayak bileğinin 10 cm üstünden bir bantla bacağa sıkıca tespit edildi. Ayrıca denekler göğüs ve bacaklarından bant yardımı ile alete tespit edildi. 3'er denemeyi takiben denekler 30° ve 240°/sn'lik hızlarda diz ekstansör kasları için 4'er maksimal kasılma yaptı. İki ölçüm hızı arasında 20 sn. istirahat verildi.

İstatistik: Aritmetik ortalama ve standart sapmaların hesaplanmasında bilinen yöntemler kullanıldı. Erkek ve bayanların değerlerinin karşılaştırmasında t-testi, kısa-orta ve uzun-mesafe atletlerinin değerlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarında ise Tek Yollu Varyans Analizi (ANOVA) ve Scheffes testi kullanıldı. Elde edilen değerlerin birbirleri ile olan ilişkilerini belirlemek amacı ile de Pearson Product Movement Correlation testi kullanıldı p<0.05 değeri istatistiksel anlamlılık olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Deneklerin antrenman geçmişleri değerlendirildiğinde KMA deneklerinin OMA ve UMA deneklerinden daha büyük bir oranda ($p<0.001$) sprint antrenmanı yaptıkları buna karşın OMA ve UMA deneklerinin antrenman tipleri arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar olmadığı gözlemlendi. (Tablo 1). Erkek ve bayanların değerlerinin karşılaştırılmasında ise KMA bayan deneklerin erkeklerden daha genç oldukları yine KMA ve OMA bayanların erkeklerden kilo olarak daha zayıf ve kısa oldukları tespit edildi (Tablo 1).

Üç grup atlet düşük hızda ölçülen kas kuvvet değerleri olarak benzerlik gösterirken yüksek hızdaki ölçüm değerleri büyükten küçüğe KMA, OMA ve UMA sırası göstermekteydi (Tablo 1). Yüksek açısız hızdaki bu farklı değerler sadece erkek denekler için KMA ve UMA arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) farklı bir düzeydeydi. Ayrıca KMA erkek denekler düşük ve yüksek hızdaki ölçüm sonuçları olarak KMA bayan sporculardan daha büyük (sırası ile $p<0.01$ ve $p<<0.01$) bir aritmetik ortalama değere sahipti (Tablo 1). Buna karşın OMA erkek denekler sadece yüksek hızda ölçülen pik tork değeri olarak OMA bayarlardan daha büyük ($p<0.05$) bir ortalama değere sahipti (Tablo 1). Yüksek açısız hızdaki pik tork değerinin düşük açısız hızdaki ne olan oranı da büyükten küçüğe KMA, OMA ve UMA sırası izlemekteydi (Tablo 1).

Enzimo-histokimyasal değerlendirmede KMA deneklerin OMA ve UMA deneklerden daha büyük bir oranda ($p<0.001$) tip IIB ve daha düşük oranda ($p<0.001$) tip I kas liflerine sahip oldukları gözlemlendi (Tablo 2). OMA ve UMA deneklerin ortalama kas lif dağılımları (%) incelendiğinde ise OMA deneklerin UMA deneklerden daha düşük tip I ve daha büyük oranda tip IIB liflerine sahip olduğu fakat bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde olmadığı tespit edildi (Tablo 2). Kas liflerinin işgal ettikleri ortalama kesit alanlarının yüzdesel dağılımı da üç grup atlet arasında kas lifi dağılımındaki benzer bir seyir göstermekteydi (Tablo 2).

Deneklerin kas örneklerindeki AZM kompozisyonu tip I, tip II kas lifi olarak iki ana grupta değerlendirildiğinde mATPase boyaması ile tespit edilen kompozisyona benzerken tip II lifleri tip IIA ve IIB olarak değerlendirildiğinde

tip IIA AZM oranları mATPase boyaması ile belirlenen oranlardan üç grupta da biraz daha büyük, tip IIB oranlarının ise düşük olduğu gözlemlendi. Tip II kas liflerinin alt gruplarında AZM kompozisyonu olarak mATPase boyamaları ile elde edilen sonuçlardan farklı olarak tespit edilen görüntü daha yüksek oranda tip II lifine sahip olan KMA deneklerde daha belirgindi. Kas liflerinin % AZM kompozisyonları üç grup atlet arasında karşılaştırıldığında ise tip I lifleri için histokimyasal değerler ve görüntüye çok benzer bir seyir gösterirken tip IIB lifleri için aritmetik ortalama değerler olarak histokimyasal değerlerden düşük, tip IIA kas lifleri için aritmetik ortalama değerler olarak histokimyasal değerlerden düşük, tip IIA kas lifleri için ise daha yüksek değerler göze çarpmakta idi (Tablo 2). AZM için tip II liflerinde gözlenen bu farklı değerler özellikle erkek deneklerin sonuçlarında daha belirgindi. Erkek ve bayanların kas liflerinin histokimyasal ve AZM kompozisyonları arasında ise anlamlı farklılıklar yoktu (Tablo 2). KMA ve OMA erkek deneklerde tespit edilen 3 kas lifi ile ilgili değerler aynı grup bayanların değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılıklar yoktu (Tablo 2).

Kas liflerinin mATPase ve AZM ile belirlenen kas içi yüzdesel dağılımları karşılaştırıldığında tip I lifleri ile benzerlik göstermekteydi. Bu ilişki % tip I alan ve % tip AZM arasında $r=0.98$ ($p<0.05$, Şekil 1.) % tip I ve % tip I AZM arasında $r=0.97$ idi. Bu ilişki tip II liflerinin alt gruplardan tip IIA için % tip IIA alan ve % tip IIA AZM arasında $r=0.86$ ($p<0.05$, Şekil 1.), % tip IIA ve % tip IIA AZM arasında $r=0.80$ ($p<0.05$) idi. Tip IIB için ise % tip IIB alan ve % tip IIB AZM arasında $r=0.88$ ($p<0.05$, Şekil 1.) % tip IIB ve % tip IIB AZM arasında $r=0.90$ ($p<0.05$) gibi bir ilişki vardı. Düşük hızda ölçülen kuvveti ile kas lifi kompozisyonu belirlemede kullanılan parametreler arasında anlamlı ilişkiler gözlenemezken yüksek hızda ölçülen kuvvet ile düşük düzeyde ilişkiler gözlenmekteydi (Tablo 3). Yüksek hızda ölçülen kuvvetin düşük hızda ölçülene oranı ile kas lifi kompozisyonu belirlemede kullanılan parametreler arasında ise düşük ve orta şiddetli ilişkiler vardı (Tablo 3). Sprint/dayanıklılık antrenmanı ile ölçülen değerler arasında da benzer şekilde düşük ve orta düzeyde ilişkiler gözlemlendi (Tablo 3).

TARTIŞMA

İskelet kasının kontraktıl özelliklerini ifade etmek için kullanılan enzimohistokimyasal ve SDS-PAGE yöntemleri ile belirlenen kas lifi dağılımının kuvvet ve antrenman geçmişı ile olan ilişkisinin araştırıldığı bu çalışmanın sonuçları genel anlamda değerlendirildiğinde, tip I kas lifleri için iki yöntemin de benzer düzeyde anlamlılık taşıdığı, tip II kas liflerinin alt grupları için ise farklı boyutlarda anlamlılık gösterdiği izlenimi vermektedir.

Bizim farklı antrenman geçmişine sahip olan KMA, OMA ve UMA deneklerin vastus lateralis kaslarında mATPase boyaması ile tespit ettiğimiz kas lifi dağılımı değişik çalışmalarda (6,7,8,12) bu grup atletler için belirlenen bulgularla benzeşmektedir ki, bu da deneklerimizin antrenman geçmişlerindeki farklılıkların kas lifi kompozisyonuna yansıdığına işaret etmektedir. OMA ve UMA deneklerin tip I kas lifi AZM kompozisyonunda sprinterlerden daha büyük olarak tespit ettiğimiz değerleri dayanıklılık antrenmanı ile tip I ve IIA kas lifi AZM oranının geliştiğini tespit eden çalışmaların bulguları ile uyum içerisindedir (14,24). Tip I kas liflerinin mATPase boyaması ile tespit edilen oranları ile AZM oranlarının benzer olması bu iki farklı sınıflamanın kasın kontraktıl özelliğini ifade etmede tip I kas lifleri açısından farklı boyut getirmediği izlenimi vermektedir. Adams ve ark.larının (1) 19 haftalık yüksek direnç antrenmanını takiben enzimohistokimyasal (mATPase) ve SDS-PAGE yöntemi ile belirledikleri tip I kas liflerinin oranları arasında farklılıklar bulamamış olmaları bu izlenimimizi desteklemektedir. Tip I kas lifleri için sprint/dayanıklılık antrenman oranı ile kullandığımız iki yöntemin sonuçları arasında benzer düzeydeki ilişkiler de bunu doğrular niteliktedir. Buna karşın KMA deneklerde tip IIA kas lifi AZM oranının mATPase boyaması ile tespit edilen orandan yüksek olan değeri, AZM ile tip IIA olarak belirlenen liflerin bir kısmının mATPase boyaması ile tip IIB olarak belirlendiği izlenimi vermektedir. Yaşlılığın iskelet kası AZM kompozisyonu üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında Klitgaard ve ark.'ları (18) da benzer bir görüntü tespit etmişlerdir. Goldspink ve ark.'ları (11) ise tip IIB AZM kompozisyonunun mATPase boyaması ile tespit edilen kas lif tipi dağılımından bağımsız bir şekilde değişen aktivite düzeyi ile bağlantılı olarak tip IIA'ya değişebileceği görüşünü ifade etmişlerdir. Benzer bir ifade ağırlık antrenmanın AZM kompozisyonuna etkisini araştı-

ran Adams ve ark.'larının (1) çalışmasının sonuçlarında da yer almaktadır. Bu da histokimyasal olarak tip IIB olarak sınıflandırılan kas liflerinin bir kısmının SDS-PAGE yöntemi ile tip IIA AZM bandı içinde yer aldığı anlamına gelmektedir (1,27). Bu bulgular ışığında aktivite tipine bağlı olarak tip II kas lifi alt grupları AZM kompozisyonunda oluşabilecek değişikliklerin (transformasyonun) histo-kimyasal değerlendirme ile tam anlamı ile açıklanamayacağı izlenimi vermektedir. Deneklerin sprint/dayanıklılık antrenman oranı ile tip IIA ve IB kas liflerinin iki yöntemle belirlenen oranları arasında tespit edilen ilişkilerin farklı düzeyleri de ilişkilerde bu izlenimimizi doğrular niteliktedir. Düşük hızda ölçülen kuvvetle kas lif kompozisyonu belirleyen değerler arasında anlamlı ilişkiler gözlenmezken yüksek hızdaki kuvvetler her iki yöntemle belirlenen tip IIB ve tip I kas lifi kompozisyonu arasında gözlenen orta düzeyli ilişkiler antrenman geçmişi ile kasın kontraktıl özelliği arasındaki ilişkiyi belirlemede tip I ve IIB kas liflerinin (özellikle tip IIB) kompozisyonunun önemli olduğu izlenimi yaratmaktadır. Bu izlenimimiz Adams ve ark.'larının (1) bulguları ve önerileri ile de benzeşmektedir. Sprinter ve maraton koşucularının diz ekstansör kaslarında ortaya koydukları en ekonomik ve optimal gücün sırası ile 450°C/san ve 270°/san'lik açısal hızlarda olması yüksek açısal hızda tespit edilen ilişkileri bir ölçüde desteklemektedir (16). Ayrıca kas lifinin kas örneği içinde işgal ettiği relatif alan ile antrenman geçmişi arasında gözlemlenen ilişkinin yüksek değerleri bu parametrenin antrenman geçmişi ve kasın kontraktıl özelliğinin irdelemede de kasın AZM kompozisyonu ve kas liflerinin relatif oranından daha değerli olduğu izlenimi vermektedir. Diz ekstansör kaslarının kuvveti ile tip II kas lif alanı arasında ilişki tespit eden çalışma sonuçları da bu izlenimimizi destekler niteliktedir (15,16).

Sonuçlar, antrenman geçmişindeki farklılıkların mATPase boyaması ile tespit edilen kas lif dağılımı ve AZM kompozisyonunun her ikisine de belirgin bir şekilde yansıdığını göstermektedir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları antrenman geçmişi ile ilişkili kasın kontraktıl özelliklerini ifade etmek için bu iki yöntemin tip I kas lifleri açısından farklı bir boyut getirmediği, tip II kas lifleri alt grupları için ise farklı yorumlar ortaya koyabildiğini göstermektedir. Bu bilgiler ışığında iskelet kasının antrenman geçmişi ile ilişkili kontraktıl özelliğini ifade etmek için enzimo-histokimyasal yöntemle belirlenen kas lifi kompozisyonunun tek başına yeterli bir parametre olamayacağı yorumu yapılabilir.

Tablo 1. Atletlerin (n=34) bazı fiziksel özellikleri. Değerler aritmetik ortalama ± standart sapmadır.

Grup	Mesafe	Cinsiyet	n	Yaş (yıl)	Boy (cm)	V. Ağırlığı (kg)	Sprint/Dayanıklılık Antrenmanı (%)	Pik Tork (30°.san ⁻¹) Nm	Pik Tork (240°.san ⁻¹) Nm	Pik Tork Oranı (240°.san ⁻¹ :30°.san ⁻¹)
1	Kısa	Erkek	10	21±5	184±6	74±7 ³	67±19 ^{2,3}	264±42	186±20 ³	69±10
		Bayan	5	17±1	172±7	59±5	50±10	199±42	136±25	63±13
		Toplam	15	20±5	179±8	69±10	61±17 ^{2,3}	241±52	168±32	67±11
2	Orta	Erkek	9	20±4	186±4 ³	70±3 ³	32±13 ¹	227±217	161±23	63±12
		Bayan	3	17±1	171±8	56±4	40±10	217±90	100±13	50±19
		Toplam	12	19±3	182±9	66±7	34±11 ¹	233±54	144±36	59±13
3	Uzun	Erkek	7	23±5	178±3 ²	61±3 ^{1,2}	22±4 ¹	232±58	141±28 ¹	56±7
		Bayan	0	-	-	-	-	-	-	-
		Toplam	7	23±5	178±3	61±3	22±4 ¹	232±58	145±28	56±7
p	Ş	a.y.	<0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	a.y.	<0.05	a.y.

Ş p değeri ANOVA test sonuçlarına göre anlamlılık düzeyini, satır üstü küçük rakamlar ise üç değişlik grup arasındaki farklılığı ifade etmektedir.

*, ** ve *** erkek ve bayanların değerlerinin t-testi analiz sonuçlarına göre karşılaştırmasında sırası ile p<0.05, 0.01 ve 0.001 anlamlılık düzeyindeki farklılığı göstermektedir.

Tablo 1. Atletlerin (n=34) vastus lateralis kaslarındaki kas lifi kompozisyonu. Değerler aritmetik ortalamaya ± standart sapmadır.

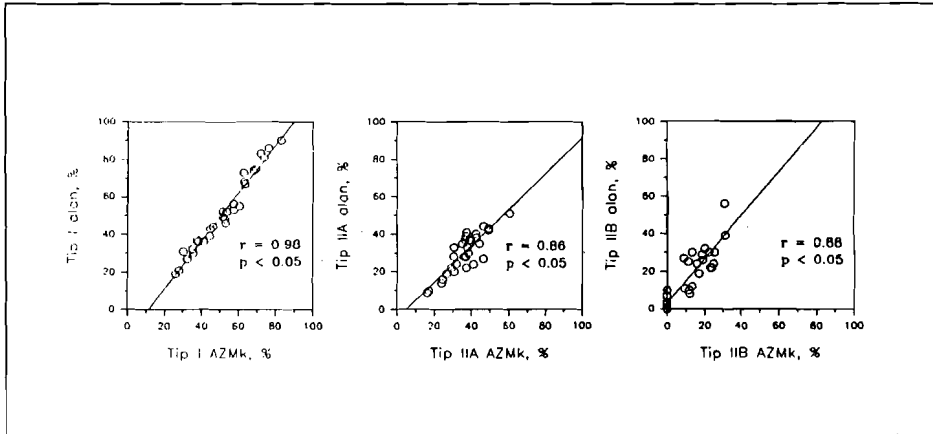
Grup	Mesafe	Cinsiyet	n	Tip I				Tip II A				Tip II B													
				mATPase (%)	AZMk (%)	mATPase Alan (%)	mATPase (%)	AZMk (%)	mATPase Alan (%)	mATPase (%)	AZMk (%)	mATPase Alan (%)	mATPase (%)	AZMk (%)	mATPase Alan (%)										
				1	Kısa	Erkek	10	39±12 ^{2,3}	40±10	35±11 ³	32±7	44±7	36±8	27±12 ^{2,3}	17±9 ³	28±13 ³	Bayan	5	44±8	43±12	44±11	31±7	36±5	32±8	25±9
		Toplam	15	41±11 ^{2,3}	40±10	38±12 ³	32±7	41±7	35±8	26±11 ^{2,3}	18±9 ³	26±13 ³	2	Orta	Erkek	9	60±12 ¹	56±11	56±15	27±8	37±10	30±8	11±10 ¹	9±10	12±11
		Bayan	3	55±16	54±14	56±14	30±14	33±13	27±16	16±10	14±11	18±7	Toplam	12	59±13 ¹	56±11 ¹	56±16	28±9	36±11	29±10	12±10 ¹	10±10	13±10		
3	Uzun	Erkek	7	72±11 ¹	67±10	76±12 ¹	25±9	33±10	22±10	2±4 ¹	0±0 ¹	1±2 ¹	Bayan	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Toplam	7	72±11 ¹	67±10	76±12 ¹	25±9	33±10	22±10	2±4 ¹	0±0 ¹	1±2 ¹	p	§	<0.001	<0.001	<0.01	a.y.	a.y.	a.y.	<0.001	<0.001	<0.001		

§ p değeri ANOVA test sonuçlarına göre anlamlılık düzeyini, satır üstü küçük rakamlar ise üç değişik grup arasındaki farklılığı ifade etmektedir. AZMk; ağır zincir myozin kompozisyonu.

Tablo 3: Deneklerin sprint/dayanıklılık (S/D) antrenman oranı, diz ekstansör kaslarının pik tork değerleri (PT, Nm) ile kas lifi kompozisyonunu belirleyen parametreler arasındaki ilişkiler (korelasyon katsayıları, r).

	S/D	PT 30°.san ⁻¹	PT 240°.san ⁻¹	240°C.san ⁻¹ :30°.san ⁻¹
Tip I (%)	-0.73	-0.06	-0.33	-0.52
Alan (%)	-0.73	-0.07	-0.37	-0.56
AZM (%)	-0.71	-0.05	-0.30	-0.52
Tip IIA (%)	0.28	-0.10	0.06	0.13
Alan (%)	0.41	0.03	0.18	0.20
AZM (%)	0.44	0.15	0.32	0.28
Tip IIB (%)	0.71	0.09	0.32	0.56
Alan (%)	0.71	0.05	0.34	0.61
AZM (%)	0.61	-0.06	0.14	0.49
PT 30°.san ⁻¹	0.27	-	0.74	0.12
240°.san ⁻¹	0.42	0.74	-	0.50
240°:30°.san ⁻¹	0.44	0.13	0.50	-

* p<0.05 için kritik değer +, -r=0.30 (1-tail), r=0.35 (2-tail).



Şekil 1: Deneklerin (n=34) vastus lateralis kaslarındaki kas lif tiplerinin alanı ile ağır zincir myozin kompozisyonu (AZMk) arasındaki ilişkiler.

KAYNAKLAR

- 1- Adams GR, Baldwin KM and Dudley GA. (1983). Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *J Appl Physiol* 74: 2: 911-915.
- 2- Anderson JL, Klitgaard H, Bangsbo J and Saltin B. (1994). Myosin heavy chain isoforms in single fibres from m. vastus lateralis of soccer players: effects of strength-training. *Acta Physiol Scand* 150: 21-26.
- 3- Billeter R, Heizmann CW, Howald H and Jenny E. (1981). Analysis of myosin light and heavy chain types in single human skeletal muscle fibres. *Eur J Biochem* 116: 389-395.
- 4- Brooke MH and Kaiser KK. (1970). Three myosin ATPase systems: the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *J Histochem Cytochem* 18: 670-672.
- 5- Clarkson PM, Kroll W and McBride TC. (1980). Maximal isometric strength and fiber type composition in power and endurance athletes. *Eur J Appl Physiol* 44: 35-42.
- 6- Costill DI, Daniels J, Ewans W, Fink W, Krahenbuhl G and Saltin B. (1976). Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol* 40: 2: 149-154.
- 7- Costill DI, Fink WJ and Pollock ML. (1976). Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 8: 2: 96-100.
- 8- Costill DI, Fink WJ, Flynn M and Kirwan J. (1987). Muscle fiber composition and enzyme activities in elite female distance runners. *Int J Sports Med* 8: 103-106.
- 9- Edström L and Larsson L. (1987). Effects of age on contractile and enzyme-histochemical properties of fast and slow-twitch single motor units in the rat. *J Physiol Lond* 392: 129-145.
- 10- Giulian GG, Moss RL and Greaser ML. (1983). Improved methodology for analysis and quantitation of proteins on one-dimensional silver-stained slab gels. *Analytical Biochem* 129: 277-287.
- 11- Goldspink GA, Scutt A, Martindale J, Jaenicke T, Turay L and Gerlach GF. (1991). Stretch and force generation induce rapid hypertrophy and myosin isoforms gene switching in adult skeletal muscle. *Biochem Soc Trans* 19: 368-373.

-
- 12- Gollnick PD, Armstrong RB, Saubert CW IV, Piehl K. (1972). Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained muscle. *J Appl Physiol* 33: 312-319.
 - 13- Greaser ML, Moss RL and Reiser PJ. (1988). Variations in contractile properties of rabbit single muscle fibres in relation to troponin T isoforms and myosin light chains. *J Physiol* 406: 85-98.
 - 14- Green HJ. (1992). Myofibrillar composition and mechanical function in mammalian skeletal muscle. *Sciences Reviews* 1: 43-64.
 - 15- Johansson C. (1992). Knee extensor performance in runners. Differences between specific athletes and implications for injury prevention. *Sports Med* 14: 2: 75-81.
 - 16- Johansson C, Lorentzon R, Sjöström M, Fagerlund M and Fugl-Meyer A. (1987). Sprinters and marathon runners. Does isokinetic knee extensor performance reflect muscle size and structure? *Acta Physiol Scand* 130: 663-669.
 - 17- Klitgaard H, Bergman O, Betto R, Salviati G, Schiaffino S, Clausen T and Saltin B. (1990). Co-existence of myosin heavy chain I and IIA isoforms in human skeletal muscle fibres with endurance training. *Pflügers Arch* 416: 470-472.
 - 18- Klitgaard H, Zhou M, Schiaffino S, Betto R, Salviati G and Saltin B. (1990). Ageing alters the myosin heavy chain composition of single fibres from human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 140: 55-62.
 - 19- Klitgaard H, Zhou M and Richter EA. (1990). Myosin heavy chain composition of single fibres from m. biceps brachii of male body builders. *Acta Physiol Scand* 140: 175-180.
 - 20- Komi PV, Viitasalo JHT, Havu M, Thorstensson SA, Sjödin B. (1977). Skeletal muscle fibers and muscle enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes. *Acta Physiol Scand* 100: 385-392.
 - 21- Nygaard E, Houston M, Suzuki Y, Jorgensen K and Saltin B. (1983) Morphology of the brachial biceps muscle and elbow flexion in men. *Acta Physiol Scand* 117: 287-292.
 - 22- Pette D and Vrbova G. (1985). Neural control of phenotypic expression in mammalian muscle fibers. *Muscle Nerve* 8: 676-689.
 - 23- Reiser PJ, Kasper CE and Moss RL. (1987). Myosin subunits and contractile properties of single fibers from hypokinetic rat muscles. *J Appl Physiol*

63: 2293-2300.

- 24- Schantz PG and Dhott GK. (1987). Coexistence of slow and fast isoforms of contractile and regulatory proteins in human skeletal muscle fibres induced by endurance training. *Acta Physiol Scand* 131: 147-154.
- 25- Schantz P, Randall-Fox E, Hutchinson W, Tyden A and Astrand PO. (1983). Muscle fibre type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans. *Acta Physiol Scand* 117: 219-226.
- 26- Shenkman BS and Saraeva LA. (1989). Relationship of various types of fibres in skeletal muscle as a factor affecting the efficacy of endurance training sports. *Training, Medicine and Rehabilitation* 1: 101-105.
- 27- Staron RS (1991). Correlation between myofibrillar ATPase activity and myosin heavy chain composition in single human muscle fibres. *Histochemistry* 96: 21-24.
- 28- Staron RS, Hikida RS and Hagerman FC. (1983) Myofibrillar ATPase activity in human muscle fast-twitch subtypes. *Histochemistry* 78: 405-408.
- 29- Staron RS, Hikida RS and Hagerman FC. (1983). Re-evaluation of human muscle fast-twitch subtypes: evidence for a continuum. *Histochemistry* 78: 33-39.

KONGRELER TKVİMİ

7-8 Temmuz 1995

1. Çocuk ve Spor Hekimliği Kongresi
Bath, İngiltere

16-22 Eylül 1995

3. Dünya Spor Bilimleri Kongresi
Atlanta, A.B.D.

22-24 Eylül 1995

5. Milli Spor Hekimliği Kongresi
İzmir

3-6 Ekim 1995

- Egzersiz ve Spor Hekimliği Uluslararası
Kongresi Telford-İngiltere

12-16 Ekim 1995

5. Uluslararası Egzersiz ve Antrenmanın
Fizyolojik Kimyası ve Beslenme Kurs ve
Konferansı, Pekin-Çin

19-20 Ekim 1995

2. Spor Felsefesi Sempozyumu
İstanbul
Not: İkinci bir duyuruya kadar yapılamayacağı bildirilmiştir.

23-27 Ekim 1995

- Spor Hekimliği 8. Avrupa Kongresi
Granada, İspanya

2-5 Kasım 1995

- İngiltere Spor Hekimliği Yıllık Kongresi
Nottingham-İngiltere

6-10 Kasım 1995

- İskelet Kası Araştırmaları III. Bölüm
Hücrel ve Moleküler Uyumlar
Jyväskylä-Finlandiya

7-8 Kasım 1995

- Egzersiz ve İmmunoloji
Brüksel - Belçika

18-20 Kasım 1995

- Avrupa Spor Hekimliği Birliği
I. Kongresi Brüksel-Belçika

26 Kasım - 15 Aralık 1995

- Spor Kardiyolojisi Kursu
Roma-İtalya

28-30 Aralık 1996

- II. Olimpiyatlar Sonrası Uluslararası
Sempozyum
Wingate Enstitüsü
Netanya-İsrail