


Vastus Lateralis Kasının Tahmin Edilen Hızlı Kasılan Fibril Yüzdesi ve Performans Skorları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

The Examination of Relationship Between Performance Scores and Estimated Percentage of Fast Twitch Muscle Fibers for the Vastus Lateralis

 Fahri Safa ÇINARLI^a,

 M. Emin KAFKAS^a

^aHareket ve Antrenman Bilimleri Bölümü, İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Malatya, TÜRKİYE

Received: 04.04.2019

Received in revised form: 08.05.2019

Accepted: 13.06.2019

Available online: 24.06.2019

Correspondence:

Fahri Safa ÇINARLI

İnönü Üniversitesi

Spor Bilimleri Fakültesi,

Hareket ve Antrenman Bilimleri Bölümü,

Malatya,

TÜRKİYE/TURKEY

safa.cinarli@gmail.com

Bu çalışma, 8. Uluslararası Kinesiyoloji Bilim Kongresi (10-14 Mayıs, 2017, Opatija, Hırvatistan)'de poster olarak sunulmuştur.

ÖZET Amaç: Kas fibril tipinin belirlenmesinde biyopsi tekniği altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak, uygulanabilirlik ve ulaşılabilirlik açısından bazı sınırlılıklar olabilmektedir. Bu yüzden noninvaziv bir yöntemle kas fibril oranının belirlenebilmesi büyük bir kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada; saha performans testleri ve vastus lateralis kasına ait tahmin edilen hızlı kasılan fibril yüzdesi arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırmaya, spor bilimleri fakültesi öğrencisi olan 20 (ortalama yaş=21,5±2,68 yıl) erkek katılımcı dâhil edildi. Saha performans testleri; 30 m sprint, aktif sıçrama ve aerobik dayanıklılık testlerinden oluşturuldu. Katılımcıların hızlı kasılan fibril yüzdesinin tahmin edilmesinde uyluk ekstansör kasları için 50 tekrarlı ve 180°/sn hızda maksimal konsantrik izokinetik yorgunluk testi uygulandı. Tahmin edilen fibril yüzdesi ve performans testleri arasındaki ilişki Pearson veya Spearman korelasyon analizi ile incelendi. **Bulgular:** Katılımcıların hızlı kasılan fibril yüzdesi ve 30 m performans skorlarının negatif ($r=-0,664$), aktif sıçrama performans skorlarının ise pozitif ($r=0,754$) yönde anlamlı ilişkiye sahip olduğu saptandı. Maksimal aerobik kapasite ve hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında negatif yönde istatistiksel olarak anlamsız ilişki belirlendi ($r=-0,285$). **Sonuç:** Noninvaziv yöntem uygulanarak tahmin edilen fibril yüzdesi ve araştırmaya dâhil edilen patlayıcı kuvvet performans skorları arasında orta ve yüksek düzeyde korelasyon bulundu.

Anahtar Kelimeler: Kas fibrili; izokinetik; noninvaziv; performans; vastus lateralis

ABSTRACT Objective: Biopsy technique is accepted as the gold standard for the determination of muscle fiber type. However, there may be some limitations in terms of applicability and accessibility. Therefore, it would be a great convenience to determine muscle fiber ratio by noninvasive method. The aim of the current study was to examine relationship between estimated percentage of fast twitch fiber for the vastus lateralis and field performance tests. **Material and Methods:** Twenty male students from faculty of sport science (age: 21.5±2.68 years) were included in this research. Field performance tests consisted of 30-m sprint, active jump and aerobic endurance tests. For the determination of fast-twitch fiber percentage, maximal concentric isokinetic fatigue test was applied to the thigh extensor muscles with 50 repetitions and 180 degrees/sec. The relationship between the estimated percentage of fiber and performance tests was analyzed by Pearson or Spearman correlation analysis. **Results:** The 30 m performance was negatively correlated ($r=0.664$) and countermovement jump performance was positively correlated ($r=0.754$) with the percentage of fast-twitch muscle fiber. There was a negative correlation between maximal aerobic capacity and percentage of fast-twitch muscle fiber but was not significant ($r=-0.285$). **Conclusion:** A significant moderate and high correlation was found between explosive force performance scores and the percentage of vastus lateralis fast-twitch fiber detected by using non-invasive.

Keywords: Muscle fiber; isokinetic; noninvasive; performance; vastus lateralis

İnsan iskelet kas profilinin belirlenmesi pek çok sebeple önemsenen bir araştırma konusudur. Özellikle hızlı kasılan fibril özelliğinin bazı metabolik hastalıklarla ilişkili olması ve kronik kalp rahatsızlıklarının değişen fibril yoğunlukları tarafından şekillenmesi gibi yaşamsal açıdan önemli faktörler, bu çalışmaların öncellenmesine sebebiyet vermektedir.^{1,2} Diğer taraftan, sportif performans pek çok unsur tarafından etkilenmekte ve spor bi-

limciler sürekli olarak bedeni oluşturan yapıları hücrel boyuttan bütünsel organizmaya kadar incelemektedir. İskelet kasının yapısı da güncel olarak araştırılan ve performansla ilişkilendirilen konulardandır. Araştırma sonuçları, en az altı fibril tipinin olduğunu ifade etmektedir ve yavaştan hızlıya doğru "I, IC, IIC, IIA, IIX, IIX" olarak sınıflandırılmaktadır.³ Ancak; kas dokunun kasılma hızı, kapiller ve miyoglobulin yoğunluğu gibi özellikleri incelendiğinde, yorgunluğa dirençli yavaş kasılan (Tip-I) ve yorgunluğa hassas hızlı kasılan (Tip-II) olarak kategorize edilebilmektedir.⁴ Tip-I kas fibrilleri, yorgunluğa direnç gösterebilecek aerobik enerji kaynağına sahip olmalarına rağmen, daha düşük adenozin trifosfat (ATPaz) aktivitesinden dolayı çabuk kuvvet ve tork gelişimi üretme becerisinde sınırlı potansiyele sahiptir. Tip-II kas fibrilleri ise yüksek miyozin ATPaz aktivitesinden dolayı kısa zamanda maksimum güç üretme kapasitesine sahiptir.⁵ Bununla birlikte, Tip-II kas fibrilleri de kendi içerisinde Tip-IIa (Yorgunluğa dirençli) ve Tip-IIx (Yorgunluğa hassas) olarak alt gruplara ayrılabilir.⁶

İskelet kası; fizyolojik, morfolojik, histokimyasal veya immünohistokimyasal özelliklerindeki farklılıklara göre tanımlanabilen ve çeşitli lif türlerinden oluşan bir dokudur.³ Fibril yüzdesi belirleme süreçleri çeşitli metotlarla uygulanmaktadır. İnvaziv yöntem olarak adlandırılan ve incelenen kas dokudan biyopsi örneği alınarak yönetilen metot, maliyet ve kullanılabilirlik açısından problemlere sebep olabilmektedir.¹ Bu nedenle, fibril yüzdesinin noninvaziv olarak belirlenebilmesi pek çok araştırma olanağının önünü açarak analiz imkânlarını ulaşılabılır hâle getirecektir.² Thorsensson ve Karlsson tarafından geliştirilen ve noninvaziv bir yöntem olan yorgunluk test protokolünde, izokinetik dinamometrenin kullanılması ile vastus lateralis (VL) kasına ait hızlı kasılan (FT) fibril yüzdelik dağılımı tespit edilebilmektedir.⁷ Bu yöntem, doğrudan VL'den alınan biyopsi örneği ve test sırasında elde edilen yorgunluk skorları arasında linear regresyon denklemi uygulanarak karşılaştırılmış ve yöntemin kullanılabilir olduğu ifade edilmiştir. Yöntemin geçerli olduğu kabul edilerek pek çok araştırmaya dâhil edilmesine rağmen, geçerli formülün doğruluğu çeşitli unsurlarla sınınmaya devam etmektedir.⁸⁻¹⁰

Performans analizi çalışmaları, spesifik kas gruplarının incelenmesiyle daha detaylı olarak anlaşılabilir. Özellikle hareketin kas dokuda meydana getirdiği sürecin değerlendirilmesinde kullanılan elektromiyografi uygulamalarıyla, aktivite sırasında meydana gelen aksiyon potansiyeli ölçülebilmekte ve harekete dâhil olan kasların oranı yorumlanabilmektedir.^{11,12} Patlayıcı kuvvet gerektiren motor performans araştırmalarında da VL kasının önemi vurgulanmıştır.¹³ Akima ve ark., sprint bisiklet egzersizi sırasında 11 uyluk kasının manyetik rezonans görüntülemesini incelemişler ve aktivasyonun en çok VL kasında olduğunu tespit etmişlerdir.¹⁴ Bununla birlikte, aerobik özellikleri açısından VL kasına ait miyoglobulin-hemoglobin konsantrasyonunun incelendiği araştırmalar da yapılmıştır.¹⁵

Noninvaziv olarak VL kasına ait tahmin edilen hızlı kasılan fibril yüzdesi ve yine VL kasının dâhil olduğu performans testleri arasındaki ilişkinin incelenmesinin, formülün kullanılabilirliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu nedenle, çalışmada; izokinetik yorgunluk test protokolü uygulanarak tahmin edilen VL kasına ait hızlı kasılan fibril yüzdelik değerinin ve saha performans test skorları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın hipotezi ise "VL kasına ait tahmin edilen hızlı kasılan fibril yüzdesi ile performans test skorları arasında anlamlı korelasyon tespit edilecek" şeklinde belirlenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

KATILIMCILAR

Araştırmaya 20 erkek spor bilimleri fakültesi öğrencisi dâhil edildi. Katılımcılar son üç yıldır haftada en az dört gün direnç egzersizleri uygulayan ve herhangi bir sağlık problemi olmayan erkeklerden oluşturuldu. Katılımcılara, performans ölçümlerinden 24 saat öncesinde kafein ve alkol tüketiminden kaçınmaları söylendi. Araştırma Helsinki Deklarasyonu 2008 Prensipleri'ne uygundu ve İnönü Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (2017/31). Test ve ölçüm protokolleri öncesi katılımcılardan bilgilendirilmiş gönüllü olur formları alındı.

VERİLERİN TOPLANMASI

Antropometrik değerlendirme 8 saatlik açlık sonrası sabah dinlenme durumunda "International Society for the Advancement of Kinanthropometry" tarafından tavsiye edilen ölçüm teknikleri ve standartları doğrultusunda vücut yağ oranı, vücut kütlesi ve uzunluk ölçümleri olarak gerçekleştirildi. Tüm saha testleri üniversite spor salonunda aynı gün içerisinde tamamlandı. Test sıralaması, yorgunluğun meydana gelmemesi için uyararı en yüksek olan aktif sıçrama, 30 m sprint ve en son aerobik dayanıklılık testi olarak belirlendi. Tahmin edilen fibril yüzdesi belirleme seansı, saha testlerinden en az 72 saat sonra ve izokinetik dinamometre için uygulanan aşinalık fazı tamamlandıktan sonra yapıldı.

SAHA PERFORMANS TESTLERİ

Aktif Sıçrama

Test protokolüne göre, katılımcılar, elleri belde dizler gergin olarak zemin platformun üzerinde, dik bir pozisyondan yaklaşık 90° diz fleksiyonuna kadar çöktükten sonra durmaksızın dizler bükülmeden, bacaklar gergin olacak şekilde ulaşabilecekleri en yüksek mesafeye sıçradılar. Test öncesinde 5 dk genel ısınma (jogging), sonrasında özellikle sıçrama performansı açısından önemli olan hamstring ve kuadriseps kas gruplarına yönelik dinamik germe uygulamaları (30 sn) yapıldı. Anaerobik güç ve sıçrama yüksekliğinin elde edilmesinde sıçrama matı (Smart Jump; Fusion Sport, Avustralya) kullanıldı ve skor cm cinsinden kaydedildi. Test, her bir katılımcı için üç kez tekrar edildi. Denemeler arasında 3-5 dk pasif dinlenme uygulandı ve en yüksek performans skoru kaydedildi.¹⁶

30 m Sprint

Katılımcılar, 5 dk genel ısınma sonrasında alt ekstremité dinamik germe ve 8-10 tekrarlık kısa sprintlerle (5-10 m) teste hazırlandı. Sprint sürelerinin tespit edilmesinde elektronik fotosel (Smart Speed; Fusion Sport, Avustralya) kullanıldı ve skor sn cinsinden kaydedildi. Test, her bir katılımcı için üç kez tekrar edildi. Denemeler arasında adenozin-

trifosfat-fosfokreatin depolarının yenilenmesi ve maksimal performansın gösterilmesi için 3-5 dk pasif dinlenme uygulandı ve en yüksek performans skoru kaydedildi.¹⁶

Aerobik Dayanıklılık

Katılımcıların maksimal oksijen tüketim kapasiteleri (VO_{2maks}) YoYo aralıklı toparlanma seviye 1 testi (YoYo IR1) ile değerlendirildi. VO_{2maks} değerleri test sırasında kat edilen mesafeye göre aşağıdaki formül kullanılarak saptandı.

"VO_{2maks} = koşulan mesafe (metre)×0,0084 + 36,4" formülünden mL/kg/dk cinsinden kaydedildi.¹⁷

Fibril Yüzdesi Tahmin Edilme Süreci

Katılımcılar, veri toplama seansından önce detaylı bilgilendirme denemelerine dâhil edildi. Testten yaklaşık 48 saat önce katılımcı gruba izokinetik dinamometre hakkında bilgi verildi ve aşinalık fazı gerçekleştirildi. Katılımcılar, üretici firmanın (Biodex 4 Pro, Shirley, NY, ABD) alt ekstremité kuvvet testine yönelik talimatlarına uygun olarak izokinetik dinamometreye oturdu. Üst gövdenin hareketini minimize etmek için, kontrol bandı göğüs ve abdominal bölge üzerinden sıkıca bağlandı. Katılımcılar, rahat bir pozisyonda oturur iken, maksimumlarının yaklaşık %50'si çabayla 10 tekrar submaksimal 180°/sn hızda bacak ekstansör ve fleksörlerine yönelik konsantrik izokinetik kas aktivasyonu yaptı. Isınma sonrası katılımcılar, 90° diz eklem hareket açıklığında (90° diz fleksiyonu ve 0° diz ekstansiyonu aralığında) 180°/sn hızda 50 tekrarlı maksimal konsantrik izokinetik bacak ekstansör ve fleksör testini uyguladı.¹⁰ Aşinalık fazından yaklaşık 48 saat sonra günün aynı zaman diliminde (±1 saat) Thorstensson ve Karlsson tarafından kullanılan metot tekrar edildi ve bu kez veriler kaydedildi.⁷ Tahmin edilen VL fibril yüzdesi, test sırasında ilk 1-3 ve son 48-50 tekrarların ortalamaları ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

"%Düşüş=[(ortalama tork (1-3) – ortalama tork (48-50)]/ortalama tork (1-3)×100

Tahmini Hızlı Kasılan Kas Fibril Yüzdesi= % Düşüş-5,2) / 0,9"⁷

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin normal dağılımları “Skewness-Kurtosis” ve “Shapiro Wilk” testleri ile sınıandı. Tahmin edilen fibril yüzdesi ve saha performans test skorları arasındaki ilişkinin analiz edilmesinde, normallik sonuçlarına göre normallik varsayımının sağlandığı durumlarda “Pearson korelasyon” veya normallik varsayımının sağlanmadığı durumlarda “Spearman korelasyon” analizi kullanıldı. Sonuçlar ortalama ve standart sapma (SS) değerleri olarak sunuldu. Çalışmada anlamlılık derecesi “ $p<0,05$ ” olarak belirlendi. Tüm istatistiksel analiz GraphPad Prism 7 (GraphPad Software Inc, California, ABD) kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Araştırmada; katılımcıların demografik bilgileri, performans skorları ve fibril yüzdesine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de görülmektedir. Katılımcıların tahmin edilen VL kasına ait hızlı kasılan fibril yüzdesinin $54,61 \pm 9,44$ olduğu görüldü.

VL kasına ait hızlı kasılan fibril yüzdesi ve saha performans skorları arasındaki korelasyon, saçılım grafiği olarak sunuldu (Şekil 1A-C). Elde edilen bulgular incelendiğinde, tahmin edilen fibril yüzdesi ve 30 m performans skoru arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyon ($r=-0,669$, $p=0,001$), tahmin edilen fibril yüzdesi ve aktif sıçrama (AS) performans skoru arasında pozitif yönde yüksek düzeyde anlamlı korelasyon ($r= 0,754$, $p=0,000$) saptandı (Şekil 1A-B). Ancak, tahmin edilen fibril yüzdesi ve VO_{2maks} skoru arasında negatif yönde anlamsız korelasyon ($r=-0,285$, $p= 0,222$) görüldü (Şekil 1C).

TARTIŞMA

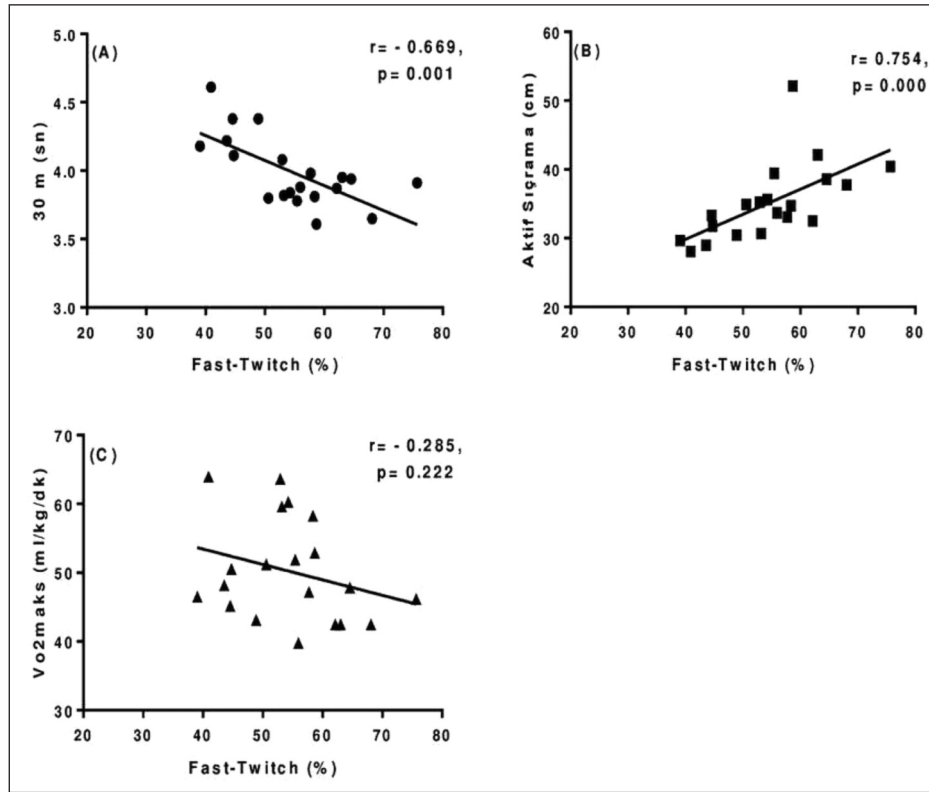
Bu çalışmada, VL kasına ait tahmin edilen hızlı kasılan fibril yüzdesi ve performans skorları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgularda 30 m sprint süresi ve AS yüksekliği ile hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında anlamlı korelasyon saptanmıştır ($r= -0,669$; $r=0,754$, $p<0,05$, sırasıyla). Patlayıcı kuvvet test skorları ve hızlı kasılan fibril yüzdesinin açıklanan varyansının %43-56 aralığında olduğu belirlenmiştir. Araştırmada oluşturulan hipotezle uyumlu olan bu sonuçlar, aerobik dayanıklılık açısından doğrulanmamıştır. YoYo testinde saptanan VO_{2maks} ve hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında negatif yönde korelasyon görülmüş, ancak istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır ($r= -0,285$, $p>0,05$).

Pek çok invaziv kas lifi tipi belirleme araştırmasında VL kası tercih edilmektedir. Bunun sebepleri ise genel olarak, VL kasının hızlı ve yavaş kasılan fibril özelliklerini barındırması, antrenman uygulamalarıyla fibril yüzdesinin değiştirilebilmesi ve kolay ulaşılabilir olmasından kaynaklanmaktadır.¹⁸ Sportif performans değerleri ve VL kasına ait hızlı kasılan fibril dağılımına ilişkin pek çok araştırma yapılmıştır.^{19,20} Dikey sıçrama performansının da VL kasının hızlı kasılan fibril özelliği ile pozitif yönde doğrusal ilişki gösterdiği ifade edilmektedir.^{21,22} Fry ve ark., VL kasına ait biyopsi örneğini inceledikleri araştırmada, katılımcıların ağırlık kaldırma performansları ve aktif sıçrama güç skorlarının Tip II ile yüksek düzeyde korelasyon gösterdiğini saptamışlardır ($p<0,05$).²³ Bununla birlikte, reaktif dikey sıçrama performansında da hızlı kasılan fibril yüzdesi fazla olanların daha yük-

TABLO 1: Demografik, vastus lateralis hızlı kasılan yüzdesi ve saha performans test değerleri.

Antropometrik bilgiler				
	Yaş (yıl)	VK (kg)	Boy (cm)	VYO (%)
Ortalama	21,5	73,83	175,15	14,21
±SS	2,68	10,87	4,97	7,14
Fibril yüzdesi ve saha performans test değerleri				
	Hızlı Kasılan Fibril (%)	30 m (sn)	AS (cm)	VO_{2maks} (ml/kg(dk))
Ortalama	54,61	3,99	35,15	50,16
±SS	9,44	0,25	5,58	7,42

VK: Vücut kütlesi; VYO: Vücut yağ oranı; AS: Aktif sıçrama; VO_{2maks} : Maksimal oksijen kapasitesi.



ŞEKİL 1: 30 m sprint süresi A) Aktif sıçrama yüksekliği B) VO_{2maks} değeri C) ve tahmin edilen vastus lateralis FT fibril yüzdesi arasındaki ilişki.

sek performansa sahip oldukları bulunmuştur. Bunun sebebi ise hızlı kasılan grubunun eksantrik fazda daha yüksek miktarda mekanik enerji depolayabilmesi olarak açıklanmıştır.²⁴ Araştırmada, AS ve hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında pozitif yönde tespit edilen yüksek düzeyde anlamlı korelasyon ($r = 0,754$, $p = 0,001$) biyopsi uygulamalarını içeren çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Sprinterlerin diğer atletlere göre daha yüksek Tip II fibril yüzdesine sahip oldukları bilinmektedir.²⁵ Mero, 100 m sprint koşu zamanı ve VL kasına ait hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında negatif yönde doğrusal ilişki olduğunu ifade etmiştir.²⁶ Denis ve ark., 100 m ve 800 m koşucularının VL kaslarının biyokimyasal yapısını inceledikleri araştırmada, 100 m sprinterlerin daha yüksek hızlı kasılan yüzdesi, tampon titrasyon seviyesi ve daha düşük oksidatif potansiyele sahip olduklarını saptamışlardır.²⁷ Pek çok araştırmada, histokimyasal uygulamalar sonrası elde edilen Tip II fibril yüzdesi ile sprint performansı arasında yüksek düzeyde ilişki belirlenmiş ve sprinterlerin uzun mesafe

koşucularına göre daha yüksek kasılma ve gevşeme potansiyeline sahip oldukları görülmüştür.²⁸ Araştırmada, 30 m sprint süresi ve noninvaziv olarak tespit edilen hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyon saptanmıştır ($r = -0,669$, $p = 0,001$). Elde edilen bulgular, biyokimyasal yöntemlerle tespit edilen VL kasına ait hızlı kasılan fibril oranı ve sprint performansı arasındaki ilişkilerle benzerlik göstermektedir.

Maksimal oksijen tüketimi ve Tip I fibril özelliğinin pozitif yönde anlamlı ilişkiye sahip olduğu ifade edilmektedir.²⁹ Uzun dönemli dayanıklılık antrenmanı yapan sporcular, yüksek VO_{2maks} ve büyük oranda Tip I kas fibril yüzdesine sahiptir.³⁰ Inbar ve ark., 29 sağlıklı erkekten VL kasına ait biyopsi numunesi olarak aerobik ve anerobik performans skorları arasındaki ilişkiyi incelemişler ve hızlı kasılan fibril yüzdesi ile 40 m sprint hızı arasında pozitif yönde, hızlı kasılan fibril yüzdesi ile 3.000 m koşu hızı arasında negatif yönde anlamlı ilişki saptamışlardır.³¹ Russell ve ark., iğne biyopsi yöntemiyle VL kasından aldıkları numunedan, ae-

robik ATP üretimini düşüren bir kas mitokondri proteini olan UCP3'ü incelemişlerdir.⁶ Araştırma sonucunda, VO_{2maks} ve UCP3 arasında negatif yönde anlamlı ilişki görülmüş ve proteinin en yüksek Tip IIx, en düşük Tip I kas fibril özelliği gösteren kaslarda bulunduğu ifade edilmiştir. Başka bir araştırmada, Mero ve ark., antrenmanlı erkek sporcularda VL kasına ait biyopsi numunesinden elde edilen kas fibril özellikleri ile maksimum oksijen tüketim değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmuşlardır.³² Araştırmada, VO_{2maks} skorları ve hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamsız negatif korelasyon saptanmıştır ($r=-0,285$, $p=0,222$). Kullanılan metot ve yavaş kasılan fibril özellikli testler arasındaki anlamsız ilişkinin sebebinin, mevcut noninvaziv yöntemin hızlı kasılan fibril yüzdesinin tahmin edilmesi için dizayn edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yöntemin 50 tekrardan sonraki değerlerinin yavaş kasılan fibril yüzdesinin tahmin edilmesinde daha yüksek güven aralığına sahip olduğu ifade edilmiştir.¹⁰ Yavaş kasılan fibrilin tespitinde, toplam fibrilden hızlı kasılan fibril yüzdesinin çıkartılmasının fizyolojik sebeplerden kaynaklı bir takım hatalara sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu noktada, Thorstenson ve Karlsson, hızlı kasılan motor nöronların mevcut teste daha hassas olduklarını ve yavaş kasılan fibril yüzdesinin ise ancak 50 tekrardan sonra güvenilir veriler sağladığını ifade etmişlerdir.⁷ Bununla birlikte, yorgunluk ve hızlı kasılan fibril yüzdesi arasındaki açıklanan varyansın %73 ($r=0,86$) olduğu düşünüldüğünde, geriye kalan ve formül tarafından açıklanamayan yüzdeliklerin basit bir çıkarma işlemi sonrası tahmin edilmesinin yanlış varsayımlara sebep olabileceği düşünülmektedir.

Noninvaziv olarak, kas fibril yüzdesinin belirlenebilmesi için farklı yöntemler geliştirilmektedir. Karp, 1 maksimal tekrarın %80'i ile uygulanan ağırlık denemesinde yedi tekrardan az yapıldığında %50'den daha fazla hızlı kasılan, 12 ve üstünde yapıldığında %50'den daha fazla Tip I, 7-12 arasında tekrar yapıldığında ise fibril yüzdesinin kas grubunda eşit dağıldığını varsaymıştır.³³ Douris ve ark., 22 antrenmansız kadının dâhil olduğu araştırmada, 1 maksimal tekrarın %70'ini daha az tek-

rarda yapanlar ve Tip II fibril yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde negatif korelasyon saptamışlardır ($r=-0,48$, $p=0,02$).³⁴ Baguet ve ark., gastrocnemius kasından alınan biyopsi örneği sonucu elde edilen Tip II fibril yüzdelik alanı ve manyetik rezonans spektroskopisi kullanılarak belirlenen kas karnosin yoğunluğu arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuşlardır.² Suter ve ark., VL kasından alınan biyopsi örneği sonucu elde edilen fibril yüzdesi ile farklı açılarda uygulanan izokinetik dinamometre zirve güç çıktıları ve yorgunluk skorları arasında anlamlı korelasyon saptamışlardır ($p<0,05$).¹ Bu araştırmada, noninvaziv yöntem olarak izokinetik test zirve güç skorlarında meydana gelen düşüş yüzdesi kullanılmıştır. Kullanılan yöntemde, Thorssen ve Karlsson, 10 erkek katılımcının sol bacak ekstansörlerinin maksimal konsantrik izokinetik kas aktivasyonu düşüş yüzdesi ile VL kasına ait biyopsi ve miyozin ATPaz aktivitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, düşüş yüzdesi ve hızlı kasılan fibril yüzdesi arasında pozitif yönde anlamlı korelasyon görülmüştür ($r=0,86$, $p<0,01$).⁷ Literatürde, fibril yüzdesinin kabul edilebilir düzeyde tahmin edilmesinde izokinetik dinamometrenin kullanımını öneren araştırmalar yer almaktadır.^{1,9,10}

Literatürde, VL fibril yüzdelik dağılımının yaş, cinsiyet ve morfoloji kaynaklı değiştiği ifade edilmektedir. Malenfant ve ark., 14 obez ve 7 zayıf katılımcının dâhil olduğu araştırmada, VL kasından iğne biyopsi tekniği kullanarak kas numunesi almışlar ve Tip IIB fibril özelliğinin obez katılımcılarda daha fazla olduğunu saptamışlardır.³⁵ Kriketos ve ark., yenidoğanlar, çocuklar ve erişkinlerin fibril yüzdesini incelemişler ve yaşla birlikte Tip IIB yoğunluğunda pozitif yönde anlamlı korelasyon bulmuşlardır ($r=0,45$, $p=0,01$).³⁶ Miller ve ark., cinsiyet farkının VL kas fibril dağılımı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, erkeklerin kadınlara göre daha büyük Tip II fibril alanına sahip olduklarını belirlemişlerdir.³⁷ Tüm bu sonuçlar, performans araştırmalarına dâhil edilen grupların homojenitesinin önemini ortaya koymaktadır. Karşılaştırılan araştırma gruplarının antropometrik ve demografik özelliklerinin benzerlik göstermesi, performans so-

nuçlarının değerlendirilmesinde objektif yorumlanmanın yapılabilmesini sağlamaktadır.

SONUÇ

Nonivaziv bir yöntem kullanılarak tahmin edilen VL kasının Tip II fibril yüzdesi ve patlayıcı kuvvet performans skorları arasında anlamlı ilişki saptanmıştır. Biyopsi tekniğindeki uygulama zorluğundan dolayı, spor bilimlerinde ulaşılabilirlik açısından büyük bir kolaylığa sahip olan nonivaziv metodların çeşitli sportif performans test skorları ile birlikte incelenebileceği ve elde edilen bulgular doğrultusunda da bir takım saptamalar yapılabileceği düşünülmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya her-

hangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Fahri Safa Çınarlı, M. Emin Kafkas; **Tasarım:** Fahri Safa Çınarlı, M. Emin Kafkas; **Denetleme/Danışmanlık:** Fahri Safa Çınarlı, M. Emin Kafkas; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Fahri Safa Çınarlı; **Analiz ve/veya Yorum:** Fahri Safa Çınarlı; **Kaynak Taraması:** Fahri Safa Çınarlı; **Makalenin Yazımı:** Fahri Safa Çınarlı; **Eleştirel İnceleme:** Fahri Safa Çınarlı, M. Emin Kafkas; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Fahri Safa Çınarlı, M. Emin Kafkas; **Malzemeler:** Fahri Safa Çınarlı, M. Emin Kafkas.

KAYNAKLAR

- Suter E, Herzog W, Sokolosky J, Wiley JP, Macintosh BR. Muscle fiber type distribution as estimated by Cybex testing and by muscle biopsy. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(3):363-70. [Crossref] [PubMed]
- Baguet A, Everaert I, Hespel P, Petrovic M, Achten E, Derave W. A new method for non-invasive estimation of human muscle fiber type composition. *PLoS One.* 2011;6(7):e21956. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Staron RS, Herman JR, Schuenke MD. Misclassification of hybrid fast fibers in resistance-trained human skeletal muscle using histochemical and immunohistochemical methods. *J Strength Cond Res.* 2012;26(10):2616-22. [Crossref] [PubMed]
- Zierath JR, Hawley JA. Skeletal muscle fiber type: influence on contractile and metabolic properties. *PLoS Biol.* 2004;2(10):e348. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Baechele TR, Earle RW. Essentials of Strength Training and Conditioning. 3rd ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2008. p.641.
- Russell AP, Wadley G, Hesselink MK, Schaart G, Lo S, Léger B, et al. UCP3 protein expression is lower in type I, IIa and IIx muscle fiber types of endurance-trained compared to untrained subjects. *Pflugers Arch.* 2003;445(5):563-9. [Crossref] [PubMed]
- Thorstensson A, Karlsson J. Fatiguability and fibre composition of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand.* 1976;98(3):318-22. [Crossref] [PubMed]
- Stock MS, Beck TW, DeFreitas JM, Ye X. Sex comparisons for relative peak torque and electromyographic mean frequency during fatigue. *Res Q Exerc Sport.* 2013;84(3):345-52. [Crossref] [PubMed]
- Cooper MA, Herda TJ, Vardiman JP, Gallagher PM, Fry AC. Relationships between the mechanomyographic amplitude patterns of response and concentric isokinetic fatiguing tasks of the leg extensors. *Physiol Meas.* 2013;34(10):1293-301. [Crossref] [PubMed]
- Mota JA, Stock MS, Carrillo EC, Olinghouse KD, Drusch AS, Thompson BJ. Influence of hamstring fatigue on the estimated percentage of fast-twitch muscle fibers for the vastus lateralis. *J Strength Cond Res.* 2015;29(12):3509-16. [Crossref] [PubMed]
- Blackburn JT, Padua DA. Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. *J Athl Train.* 2009;44(2):174-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Pamukoff DN, Pietrosimone BG, Ryan ED, Lee DR, Blackburn JT. Quadriceps function and hamstrings co-activation after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2017;52(5):422-8. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Finni T, Ikegawa S, Lepola V, Komi PV. Comparison of force-velocity relationships of vastus lateralis muscle in isokinetic and in stretch-shortening cycle exercises. *Acta Physiol Scand.* 2003;177(4):483-91. [Crossref] [PubMed]
- Akima H, Kinugasa R, Kuno S. Recruitment of the thigh muscles during sprint cycling by muscle functional magnetic resonance imaging. *Int J Sports Med.* 2005;26(04):245-52. [Crossref] [PubMed]
- Miura H, Araki H, Matoba H, Kitagawa K. Relationship among oxygenation, myoelectric activity, and lactic acid accumulation in vastus lateralis muscle during exercise with constant work rate. *Int J Sports Med.* 2000;21(03):180-4. [Crossref] [PubMed]
- Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 2000;30(1):1-15. [Crossref] [PubMed]
- Bangsbo J, Iain FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 2008;38(1):37-51. [Crossref] [PubMed]
- Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT, et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem.* 2000;48(5):623-9. [Crossref] [PubMed]
- Bar-Or O, Dotan R, Inbar O, Rothstein A, Karlsson J, Tesch P. Anaerobic capacity and muscle fiber type distribution in man. *Int J Sports Med.* 1980;1(2):82-5. [Crossref]

20. Esbjörnsson M, Sylvén C, Holm I, Jansson E. Fast twitch fibres may predict anaerobic performance in both females and males. *Int J Sports Med.* 1993;14(05):257-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Zemková E, Hamar D. Jump ergometer in sport performance testing. *Acta Gymn.* 2005;35(1):7-16.
22. Bosco C, Komi PV. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1979;41(4):275-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Fry AC, Schilling BK, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Thrush JT. Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympic-style weightlifters. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):746-54. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Bosco C, Tihanyi J, Komi PV, Fekete G, Apor P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand.* 1982;116(4):343-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Costill DL, Daniels J, Evans W, Fink W, Krahenbuhl G, Saltin B. Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol.* 1976;40(2):149-54. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Mero A, Luhtanen P, Viitasalo JT, Komi PV. Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scand J Sports Sci.* 1981;3:16-22.
27. Denis C, Linossier MT, Dormols D, Padilla S, Geyssant A, Lacour JR, et al. Power and metabolic responses during supramaximal exercise in 100-m and 800-m runners. *Scand J Med Sci Sports.* 1992;2(2):62-9. [[Crossref](#)]
28. Maffiuletti NA, Martin A, Babault N, Pensini M, Lucas B, Schieppati M. Electrical and mechanical H(max)-to-M(max) ratio in power-and endurance-trained athletes. *J Appl Physiol (1985).* 2001;90(1):3-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Bergh U, Thorstensson A, Sjödin B, Hulten B, Piehl K, Karlsson J. Maximal oxygen uptake and muscle fiber types in trained and untrained humans. *Med Sci Sports.* 1978;10(3):151-4.
30. Skinner JS. *Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases: Theoretical Basis and Clinical Application.* 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p.418.
31. Inbar O, Kaiser P, Tesch P. Relationships between leg muscle fiber type distribution and leg exercise performance. *Int J Sports Med.* 1981;2(03):154-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Mero A, Jaakkola L, Komi PV. Relationships between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys. *J Sports Sci.* 1991;9(2):161-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Karp JR. Muscle fiber types and training. *Strength Cond J.* 2001;23(5):21-6. [[Crossref](#)]
34. Douris PC, White BP, Cullen RR, Keltz WE, Meli J, Mondiello DM, et al. The relationship between maximal repetition performance and muscle fiber type as estimated by noninvasive technique in the quadriceps of untrained women. *J Strength Cond Res.* 2006;20(3):699-703. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Malenfant P, Joannis DR, Thériault R, Goodpaster BH, Kelley DE, Simoneau JA. Fat content in individual muscle fibers of lean and obese subjects. *Int J Obes.* 2001;25(9):1316-21. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
36. Kriketos AD, Baur LA, O'Connor J, Carey D, King S, Caterson ID, et al. Muscle fibre type composition in infant and adult populations and relationships with obesity. *Int J Obes.* 1997;21(9):796-801. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Miller AE, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Sale DG. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;66(3):254-62. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]