

İZOMETRİK KUVVET ÖLÇÜMÜNDE TOPUK YÜKSELTMENİN VASTUS LATERALİS VE GASTROCNEMIUS KASLARININ EMG AKTİVİTESİNE ETKİSİ

Yıldız YAPRAK¹ Cevdet TINAZCI² Emin ERGEN³

Geliş Tarihi: 11.03.2009

Kabul Tarihi: 11.05.2009

ÖZET

Topukları yükselterek yapılan izometrik kuvvet ölçümünün vastus lateralis (VL) ve gastrocnemius (GAST) kaslarının elektromyografik (EMG) aktivitesine olan etkisini incelemek amacıyla bu çalışmaya 10 gönüllü aktif erkek denek (Yaş: 23.6±2 yıl, Boy: 177±4 cm, Vücut Ağırlığı (VA): 72.3±4 kg) katılmıştır. Rastgele olarak teste alınma sırası belirlenen deneklerin topukları düz yere basarken ve topuklarının altında 4 cm yükseklik var iken bacak kuvvetleri elektronik dinamometre ile ölçülmüş, bu esnada alt ekstremitte kaslarından VL ve GAST kaslarının EMG (elektromyografi) aktivitesi kayıt edilmiştir.

Verilerin analizi için aritmetik ortalama, standart sapma ve parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi", ilişkilerin belirlenmesi için "Pearson korelasyon katsayısı" kullanılmış, araştırmada güven aralığı 0.05 olarak kabul edilmiştir.

Düz topukla (DT) ve yükseltilmiş topukla (YT) yapılan izometrik bacak kuvveti ölçümleri arasındaki fark ve iki farklı topuk pozisyonunda yapılan kuvvet ölçümleri esnasında kayıt edilen GAST ve VL kaslarının EMG aktiviteleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Parametreler arasındaki ilişkiler incelendiğinde düz topukla ve yükseltilmiş topukla yapılan izometrik kuvvet ölçümleri esnasında kayıt edilen VL kasının (DT VL EMG - YT VL EMG) EMG aktiviteleri arasında .86 ve GAST kasının EMG aktiviteleri (DT GAST EMG - YT GAST EMG) arasında ise .71 lik pozitif ilişki bulunmuştur.

Bu çalışma bize skuat pozisyonunda ağırlık kaldırırken genelde stabilitenin sağlanması için yapılan topuk yükseltmenin VL ve GAST kaslarındaki motor nöronlarının devreye girmesinde bir artışa veya azalmaya neden olmadığını, buna bağlı olarak da kuvvet üretiminde anlamlı bir değişikliğin meydana gelmediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İzometrik kuvveti ölçümü, Elektromyografi, Gastrocnemius, Vastus lateralis, Skuat.

EFFECTS OF ELEVATED HEELS ON EMG ACTIVITIES OF VASTUS LATERALIS AND GASTROCNEMIUS MUSCLES IN ISOMETRIC STRENGTH MEASUREMENT

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate effects of elevated heels on EMG activities of vastus lateralis (VL) and gastrocnemius (GAST) muscles in isometric strength measurement. Ten physically active men subject (Age: 23.6±2 years, height: 177±4 cm, weight: 72.3±4 kg) were voluntarily participated in this study.

The subject's legs muscle strength were measured by using electronic dynamometer while the heels positioned 4 cm above the base or not in random order. And than EMG activation of VL and GAST muscles were recorded in this time.

All data were expressed as mean and SD. The statistical significance of differences between groups was evaluated by using the Wilcoxon two-samples test. Pearson correlation was used to define the relation between variables and level of significance was set at p<0.05.

As a results, there were not significant differences between two positions at both EMG activation of VL and GAST muscles and strength of legs (p>0.05). Besides, the results showed that there were significant correlations between two positions that isometric leg strength (0.78) and EMG activities of VL and GAST muscles (0.86) (0.71) respectively (p<0.05).

Consequently, this study showed that elevated heels when performing the squat exercise were not affect motor neuron activation of VL and GAST muscles, so that there were not significant changes at strength production.

Key Words: Isometric strength measurement, Electromyography, Gastrocnemius, Vastus lateralis, Squat.

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

² Yakın Doğu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

³ Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği ABD

GİRİŞ

Kuvvet, bir dirence karşı koymak için kas grubunun maksimum olarak kasılmasıdır (1, 2, 3, 4). Kas kasılması sonucu vücut parçalarının hareketini sağlayan kas kuvvetini; motor ünite sayısı, kasın enine kesit alanı, kas fibril tipi, kas uzunluğu, eklem açısı, kasılma hızı gibi faktörler etkilemektedir (5). Kas kasılması motor nöronlardan gelen efferent impulslar sonucu olmakta (6) ve kasta meydana gelen kuvvet, aktive olan motor ünite sayısı ve kasılmanın frekansına bağlı olarak değişmektedir (7). Vücutta yaklaşık 420 bin motor nörona karşın, 250 milyon kas fibrili vardır. Bireysel farklılıklar olmakla birlikte tibialis anterior kasında bir motor nöron yaklaşık 610 fibrile uyarı götürürken, gastrocnemius kasında bir motor nöron 1720 fibrile uyarı götürmektedir (8). Motor üniteyi oluşturan kas liflerinin sayısı arttıkça kas kuvveti artmakta, fakat kasılma hızı yavaşlamaktadır (9). “Ya hep ya da hiç” kanununa göre kasılmaya neden olan motor ünitelerin devreye girmesinde aktivitenin şiddeti etkilidir (7). Düşük şiddetli bir aktivitede daha az motor nöron devredeyken, aktivite şiddeti artınca daha fazla kuvvet gerekeceğinden motor ünitelerin devreye girmesi aşamalı olarak artar (9).

Kasılan kas hücreleri, fonksiyon gören diğer hücreler gibi elektriksel potansiyeller oluştururlar ve bu potansiyellerindeki değişiklikler EMG ile kayıt edilerek, iskelet kaslarının aktiviteleri değerlendirilir (7, 10, 11, 12). EMG ölçümü bize kasılma tipi veya kas kasılması sonucu meydana gelen kuvveti vermemekle birlikte, motor ünite aksiyon potansiyellerinin analizi ile devreye giren kaslar ve motor sinirler hakkında bilgi verir. Ayrıca EMG izometrik veya dinamik egzersizler sırasında kastaki gerimin değerlendirilmesinde veya yorgunluk derecesinin saptanmasında kullanılır (13). Kasılan kas hücrelerinin ürettiği elektrik sinyalleri, kasın statik ve dinamik kasılması sırasında kullanılan motor ünite sayısı ve üretilen kuvvet ile doğru orantılıdır (6). Çalışan motor ünitelerin sayısı, ateşlenme frekansı ve senkronizasyonu EMG aktivitesinin miktarını belirlemektedir (14, 15). Kasların bu aksiyon potansiyeli iğne, tel veya yüzey elektrotu kullanılarak ölçülür ki, özellikle yüzey elektrotlar ile yapılan ölçümler spor araştırmalarında sıklıkla kullanılır (7, 16). Uzun yıllardan beri çeşitli spor dallarında ve çeşitli pozisyonlarda EMG ölçümü ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ağırlık kaldırırken antagonist ve sinerjist bacak kaslarının EMG aktivitesi (17), farklı diz açılarındaki yapılan skuat hareketinde bacak kaslarının EMG aktiviteleri (18), skuat ve bacak presi hareketinde farklı ayak açılarındaki bacak kaslarının EMG aktivitesi (19) gibi çalışmalar bunlardan bazılarıdır.

Eksentrik veya konsantrik kasılmayla meydana gelen kuvvetle eklemlerde hareket gerçekleştirilirken, izometrik kasılma ile sabit cisimlere karşı kuvvet uygulanmakta, kas aktif olmasına rağmen, kas-tendon uzunluğunda değişim olmamaktadır. Bu nedenle izometrik kasılma ile postür korunur ve eklem stabilizasyonu sağlanır (12). Hem dinamik, hem de statik kasılmalar ile meydana gelen bu kas kuvvetlerinin miktarı ise çeşitli dinamometrelerle ölçülür (9).

Kalça, diz ve ayak bileği ekleminin bükülmesiyle gerçekleştirilen skuat pozisyonu (20) birçok spor dalında ve özellikle ağırlık kaldırmada, bacak kuvveti ölçümü gibi durumlarda uygulanır. Ayrıca dinamik olarak yapılan skuat hareketi yine birçok spor dalında ve fizik tedavinin birçok programında uygulanmakta ve diz açısına göre pozisyon yarı skuat (dizde 40 ° fleksiyon), yarım skuat (70°-100° fleksiyon) ve tam skuat (100° ve üstü fleksiyon) gibi isimler almaktadır (18). Skuat hareketinde gluteal kasların ve quadriseps kaslarının harekete katılımını artırmak, dizlerin veya sırtın daha iyi pozisyon almasını sağlamak için çeşitli yüksekliklerde takozlar kullanılarak topuk yükseltilir (21)

Özellikle dinamik skuat hareketinde çeşitli topuk açılarındaki kasların EMG kayıtları veya kuvvet ölçümleri sırasında EMG kayıtları ile ilgili çalışmalar bulunmasına rağmen, farklı topuk yüksekliklerinde dinamometre ile izometrik kuvvet ölçümü yapılırken bacak kaslarının olaya katılımı ile ilgili çalışmalar bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile özellikle ağırlık kaldırırken, topukları yükseltmenin VL ve GAST kaslarının EMG aktivitesinde bir değişikliğe, buna bağlı olarak da kuvvet üretiminde bir artışa veya bir azalmaya neden olup olmayacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denekler: Bu çalışmaya Spor Bilimlerinde okuyan, 19-24 yaşları arasında gönüllü 10 erkek denek katılmıştır. Denekler profesyonel olarak bir sporla uğraşmayıp, okulun uygulamalı derslerinde düzenli olarak fiziksel aktivitelerde bulunmakta, ya da rekreasyonel olarak spor yapmaktadırlar.

Veri Toplama Araçları:

- Elektronik dinamometre (Jackson Evaluation Sys. Model 32528. Lafa Yete Ins. Company. Hassasiyet ± 1).
- Portatif EMG cihazı (Mega Elecktronic ME 3000, Finland: 20-50 Hz, 276 gr).
- Ag-AgCl elektrotları (Nikomed, Denmark)

Verilerin Toplanması:

Sağlık problemi olmayan deneklerin boy ve vücut ağırlıkları ölçüldükten sonra, sonuçların ölçüm sırasından etkilenmesini önlemek için rastgele olarak 2 gruba ayrılmıştır. İlk 5 denegin önce topukları yerde iken ve sonra topukları

YAPRAK, Y., TINAZCI, C., ERGEN, E., "İzometrik Kuvvet Ölçümünde Topuk Yükseltmenin Vastus Lateralis ve Gastrocnemius Kaslarının EMG Aktivitesine Etkisi"

yükseltilerek, 2.gruptaki deneklerin ise önce topukları yükseltilerek, daha sonra topuk yerde iken ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler aynı anda yapılan izometrik bacak kuvveti ölçümü ve EMG ölçümüdür.

İzometrik Bacak Kuvveti Ölçümü: Kuvvet ölçümü için elektronik dinamometre kullanılmış, 1 sn hazırlık ve 3 sn kuvvet uygulama süresi verilmiştir. Libre cinsinden alınan değerler daha sonra da kilograma çevrilip kayıt edilmiştir.

Denekler aletin üzerinde dik dururken kabza diz hizasında olacak şekilde zincir boyu ayarlanmıştır. Denekler sırtları düz iken, kabzayı çekmek için dizlerini 90° fleksiyona getirmişler ve çapraz bir şekilde kabzayı maksimum bir yüklenmeyle çekmişlerdir. Bir dakika dinlenme sonrası topuklar 4 cm'lik sert bir cisimle (takozla) yükseltilerek kuvvet ölçümü tekrarlanmıştır.

EMG Ölçümleri: Deneklerin dominant bacağındaki GAST kasının lateral başı ve VL kasından EMG ölçümü yapılmıştır. Kuvvet uygulama esnasında kaslarda meydana gelen elektrik potansiyelleri yüzeysel Ag-AgCl elektrotlar kullanılarak alınmıştır. Deri alkol ile temizlendikten sonra, "motor point chart" yardımı ile motor noktalar tespit edilmiştir. Elektrotlardan birisi motor nokta üzerine, diğeri ise aynı kasta motor noktadan 5 cm uzağa, toprak olarak kullanılan elektrot ise kas olmayan en yakın dokuya yerleştirilmiştir (6). Her iki topuk pozisyonunda yapılan kuvvet ölçümü ile aynı anda EMG kaydı yapılmıştır.

EMG sinyalleri, denneğin beline takılan çift kanallı elektromyografa 0.1 sn intervallerle otomatik olarak kayıt edilmiş, daha sonra optik kablo aracılığı ile bilgisayara (Uniro, 8086) aktarılarak ME 3000 programı ile pik EMG şeklinde analiz edilmiştir.

Ölçümler 2 kez yapılmış, iki ölçüm arasındaki dinlenme süresi 2-3 dk olarak verilmiştir.

Verilerin Analizi:

Verilerin analizi için SPSS 10.0 programı kullanılarak değişkenlerin aritmetik ortalaması ve standart sapması belirlenmiştir. Hipotez testleri için "Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi", kuvvet ve kasların EMG aktiviteleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için "Pearson korelasyon katsayısı" kullanılmış ve araştırmada güven aralığı 0.05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR:

Maksimal izometrik kuvvet ölçümünde topuk yükseltmenin VL ve GAST kaslarının EMG aktivitesine olan etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmaya katılan deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri (n=10).

Değişkenler	X	SD
Yaş (Yıl)	23.60 ± 2.06	
Boy (cm)	177.00 ± 4.44	
VA (kg)	72.30 ± 4.39	

İki farklı pozisyonda ölçülen kuvvet ölçümü sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. Topuk düz iken ve yükseltildikten sonra yapılan kuvvet ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

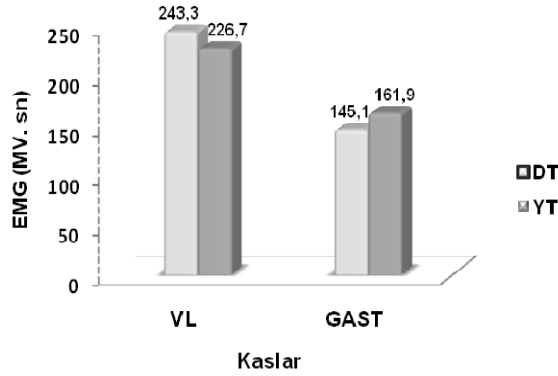
Tablo 2: Düz ve Yükseltilmiş Topukla Yapılan Bacak Kuvveti Ölçümleri (kg/f) (N=10).

Değişkenler	X	SD
DT İzometrik Kuvvet Ölçümü (kg/f)	145.10 ± 40.02	
YT İzometrik Kuvvet Ölçümü (kg/f)	144.20 ± 34.21	

Düz topuk ve yükseltilmiş topukla uygulanan kuvvet esnasında VL ve GAST kaslarının EMG pik değerleri (MV.sn) Tablo 3'de ve Şekil 1' de verilmiştir. Her iki pozisyondaki ölçümde GAST kaslarının pik EMG değerleri arasındaki fark anlamlı değildir (p>0.05), yine VL kasının pik EMG değerleri arasında ki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 3: VL ve GAST Kaslarının Pik EMG Değerleri (MV.sn).

N=10	Pik EMG (MV.sn)			
	VL		GAST	
	X	SD	X	SD
DT izometrik kuvvet ölçümü	243.30 ± 143.55		145.10 ± 71.77	
YT izometrik kuvvet ölçümü	226.70 ± 97.36		161.90 ± 88.73	
Değişim yüzdesi		-%6.9		+% 11

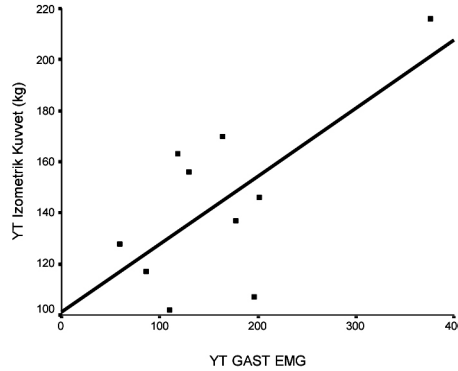


Şekil 1: VL ve GAST Kaslarının Pik EMG Değerleri (MV.sn).

İki farklı topuk pozisyonunda yapılan kuvvet ölçümü ve pik EMG aktiviteleri arasındaki ilişkiler Tablo 4' te görülmektedir.

Tablo 4: İki Farklı Topuk Pozisyonunda Yapılan Kuvvet Ölçümü ve Pik EMG Aktiviteleri Arasındaki İlişki.

Değişkenler	r	p
DT VL kası EMG - YT VL kası EMG	.860	0.010
DT GAST kası EMG - YT GAST kası EMG	.719	0.019
YT izometrik kuvvet - YT GAST kası EMG	.689	0.027
YT izometrik kuvvet - DT izometrik kuvvet	.785	0.007



Şekil 2: Yükseltilmiş Topukta Ölçülen İzometrik Kuvvet Ölçümü ve Yükseltilmiş Topukta Kaydedilen GAST Kasının Pik EMG Aktivitesi Arasındaki İlişki.

Topuklar düz iken ve yükseltildiğinde yapılan kuvvet ölçümü esnasında VL kasının pik EMG aktiviteleri arasındaki ilişki .86, GAST kasının pik EMG aktiviteleri arasındaki ilişki ise .71' dir. Yükseltilmiş topukla yapılan kuvvet ölçümü ve bu esnada kaydedilen GAST kasının pik EMG aktiviteleri arasındaki ilişki ise .68, kuvvet ölçümleri arasındaki ilişki ise .78 bulunmuştur.

Topuk düz iken ve yükseltildikten sonra yapılan ölçümlerin her ikisinde de VL ve GAST kaslarının EMG aktiviteleri arasındaki ilişkiler anlamlı değildir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada topuk yükseltılarak yapılan kuvvet ölçümü esnasında bacak kaslarından GAST ve VL' nin EMG aktivitesinde değişiklik olup olmayacağı incelenmiştir.

Tablo 2' de her iki pozisyondaki izometrik kuvvet ölçümünde bir değişikliğin olmadığı, hatta topuk yükseltildiğinde kuvvette 1 kg lık (%0,69) azalmanın meydana geldiği, fakat bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Yani skuat pozisyonunda bacak kaslarının izometrik bir şekilde kasılarak meydana getirdiği kuvvet, topuklar yükseltildiğinde de değişmemiştir. Bunun nedeni ayak bileği plantar fleksiyona getirildiğinde diz fleksiyon açısındaki değişikliğin, anlamlı kuvvet değişimine neden olacak oranda olmaması olabilir.

YAPRAK, Y., TINAZCI, C., ERGEN, E., "İzometrik Kuvvet Ölçümünde Topuk Yükseltmenin Vastus Lateralis ve Gastrocnemius Kaslarının EMG Aktivitesine Etkisi"

Bununla ilişkili olarak tablo 3' te ki bulgular bize topuk yükseltildiğinde, yani ayak bileği plantar fleksiyona getirildiğinde VL kasının izometrik olarak kasılması esnasında EMG aktivitesinde % 6.9 oranında azalma, GAST kasının EMG aktivitesinde ise % 11'lik bir artış olduğunu göstermektedir. Fakat hem VL, hem de GAST kasları için bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu pozisyonda VL kasının EMG aktivitesinin daha düşük olması bize VL kasında devreye giren motor ünite sayısında azalmanın meydana geldiğini, bundan dolayı da izometrik kuvvette yaklaşık 1 kg'lık düşüşe neden olduğunu düşündürmektedir. Topuk yükseltme hareketini (plantar fleksiyon) kineziyolojik olarak incelediğimizde ayak bileğindeki plantar fleksiyonu yaptıran agonist kasın GAST olduğu, bu nedenle topuk yükseltildiğinde ayak bileğinin bu pozisyonu koruyabilmesi için GAST kasının daha fazla devreye girdiği bilinmektedir (22, 23). Bu çalışmada da topuk yükseltildiğinde GAST kasının EMG aktivitesinde %11' lik bir artış saptanmıştır.

Sriwarno ve ark. (2008) düz topuk, 15° yükseltilmiş topuk ve parmak ucunda yükselme esnasında yapılan skuat hareketi sırasında tibialis anterior, rectus femoris ve gastrocnemius gibi bacak kaslarının kas aktivitesindeki değişime bakmışlardır. Topuk yükseltilerek yapılan skuat hareketinde bacağın önünde bulunan kasların aktivitesinde azalma tespit etmişler ve bu bulgular doğrultusunda zayıf bacak kaslarına sahip olan kişilerin skuat pozisyonundan dik pozisyona geçişte topuklarını kaldırmalarının sağlık açısından daha uygun olacağını saptamışlardır (20).

Diosinio ve ark. farklı diz açılarındaki skuat pozisyonunda bacak kaslarının EMG aktivitesini (18), Sriwarno ve ark. yine tam skuat hareketinde, topuğun üç farklı pozisyonunda, 5 farklı bacak kasının EMG aktivitesini incelemiş ve topuğun 15° lik bir destekle yükseltilmesiyle ağırlık merkezinin değiştiğini ve bu kaslara (rectus femoris, tibialis anterior, gastrocnemius, soleus ve extensor digitorum brevis) binen yükün azaldığını bulmuştur (24).

İzometrik bacak kas kuvveti ölçümünde olduğu gibi, fleksiyondaki diz ekleminin ekstensiyona getirilmesini quadriceps femoris kasları sağlamaktadır (22). Bu çalışmada da quadriceps femoris kaslarından birisi olan VL kasının EMG aktivitesinin her iki pozisyonda da GAST kasının EMG aktivitesinden yaklaşık %67 oranında daha fazla olduğu görülmektedir (243 MV.sn, 145 MV.sn). Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Coşkun ve arkadaşları farklı tabana sahip ayakkabılarla, farklı hızlarda yapılan koşu esnasında GAST kasının EMG aktivitesinin VL kasının EMG aktivitesinden yaklaşık % 13 - % 56 oranında daha fazla olduğunu saptamışlardır (25). Yapılan harekete göre devreye giren kaslar değişmekte, skuat hareketinde VL kasları daha fazla devredeyken, sıçrama ve koşu gibi aktivitelerde ise GAST kası daha fazla devreye girmektedir.

İlişkiler incelendiğinde iki farklı topuk pozisyonunda yapılan kuvvet ölçümü arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğu görülmektedir. Ayrıca her iki ölçüm sırasında VL kasının ve her iki ölçüm sırasında GAST kaslarının EMG aktiviteleri arasındaki ilişki de kuvvetli bulunmuştur. Petrofsky ve Laymon su içinde farklı kas ısılarında kuvvet ve EMG aktivitesi arasındaki ilişkiyi çalışmış, GAST kasının EMG aktivitesi ile maksimal izometrik kuvvet arasında linear bir ilişki bulmuştur (13). Değişik yıllarda yapılan çalışmalarda ise motor ünite katılımının daha az olduğu küçük kaslarda izometrik kuvvet ile EMG değeri arasında linear ilişki olduğu, daha fazla motor ünitenin devrede olduğu kol ve bacak kasları gibi geniş kaslarda ise kuvvet ile EMG değerleri arasında linear ilişki olmadığı belirtilmiştir (26).

Her iki pozisyonda ki kuvvet ölçümünde VL ve GAST kaslarının EMG aktiviteleri arasındaki ilişki zayıftır. Çünkü her iki kas farklı eklemlerde, farklı hareketlerin gerçekleşmesi için, farklı kuvvetler üreterek kasılmaktadır.

Topuk yükseltildiğinde ölçülen izometrik kuvvet ile bu esnada kaydedilen GAST kasının EMG aktivitesi arasındaki ilişkinin .68 olduğu görülmektedir. Kuvvet ölçümü sırasında dizin fleksiyonunu sağlayan kaslardan birisi olan GAST kasının topuğun yükseltilmesi ile plantar flexion hareketini yaptırmasının EMG aktivitesinde artışa neden olduğunu, bunun da bacak kuvvetini artırdığını söyleyebiliriz. Topuk yükseltildiğinde ölçülen kuvvet ile diz ekstansörlerinden birisi olan VL kasının EMG aktivitesi arasında ilişki bulunmamıştır.

Elektrodun yerleştirildiği anatomik nokta, elektrodun mesafesi, tipi, genişliği, deri altı yağ dokusunun kalınlığı gibi faktörler yüzeysel EMG sonuçlarını, dolayısıyla da güvenilirliğini etkileyebilmektedir (13). Bu çalışmada VL ve GAST kaslarının pik EMG değerlerinin standart sapması bireysel farklılıklardan dolayı yüksektir. Nedeni yukarıdaki faktörlerin bir kısmı olabileceği gibi, çalışmaya katılan deneklerin kalıtsal olarak getirdikleri fibril tipi oranlarındaki ve amatörce uğraştıkları spor dallarının özelliğinden dolayı birbirine dönüşen FT fibril tipi oranlarındaki farklılık olabilir.

Bu çalışmanın sonucu göre skuat pozisyonunda ağırlık kaldırırken, genelde stabilitenin sağlanması için yapılan topuk yükseltmenin VL ve GAST kaslarındaki motor nöronların devreye girmesinde anlamlı bir artışa neden olmadığı, buna bağlı olarak da kuvvet üretiminde anlamlı bir değişikliğin meydana gelmediği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Kuipers, H., Optimizing Sport Performance. Advances in the Evulation of Sports Training. Ed. Lamb, D. R., Murray, R. Cooper Pub. 1997.
2. Heyward, V. H. Advanced Assessment & Exercise Prescription. 2. Edith, Human Kinetics Books Champaign, Illinois. 1991.
3. Wilmore, J. H., Costil, D. L., Training for Sports and Activity. 2. Edith, Human Kinetics Pub. 1988.
4. Gamble, J. N., The Injured Athlete. Strength and Conditioning for the Competitive Athlete. Edit: Kulund D.N. 2. Edition. London. J. B.Lippincott Comp. 250-258. 1988.
5. Beachle, T. R., Earle, R. W., Essentials of Strength Training and Conditioning. 2. Edith. Human Kinetics. 2000.

6. Hannien, O., "Use of EMG in Sports Medicine". The New Method For Ambulatory EMG Recording in Sports And Occupational Medicine. Ed. I. Karvonen. Kuopio. Mega Electronics Ltd. 17-24. 1989.
7. Astrand, P. O., Rodahl, K., Textbook of Work Physiology. New York: McGraw-Hill. 341-384. 1987.
8. <http://moon.ouhsc.edu/dthomps/namics/mu.htm>
9. McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V.L., Essentials of Exercise Physiology. 2. ed. Lippincott Williams & Wilkins, London. 2000.
10. Arheim, D. O., Modern Principles of Athletic Training. 2.Edition. Illinois; Human Kinetics Pub. 153-155. 1989.
11. Eston, R., Reilly, T., Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual. Melbourne: E & FN Span. 1996.
12. Aberrethy, B., Hanrahan, S. J., Kippers, V., Pandy, M. G. The Biophysical Foundations of Human Movement. 2. Edith. Human Kinetics. 2005.
13. Petrofsky, J., Laymon, M., "The Relationship Between Muscle Temperature, MUAP Conduction Velocity and the Amplitude and Frequency Components of the Surface EMG During Isometric Contractions". Basic Appl Myol 15 (2): 61-74. 2005.
14. Vander, A. J., Sherman, J. H., Luciano, D. S., Human Physiology. Mechanic of Body Function. 3. Edith. New-York: McGraw-Hill Inc. 211-215. 1980.
15. Ebersole, K. T., Malek, D. M., "Fatigue and the Electromechanical Efficiency of the Vastus Medialis and Vastus Lateralis Muscles". J Athl Train. 43(2): 152-156. 2008.
16. Clarys, J. P., Cabri, J., "Electromyography and the Study of Sports Movements." Journal of Sports Sciences. 11. 379-448. 1993.
17. Collins, J. J. Antagonistic-Synergistic Muscle Action at the Knee During Competitive Weightlifting. Med&Biol. Eng&Compt. 32 (2). 1994.
18. Dionisio, V. C., Almeida, G. L., Duarte, M., Hirata, R. P., Kinematic, Kinetic and EMG Patterns During Downward Squatting. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2006.
19. Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Lander, J.E., Barrentine, S.W., Andrews, J.R., Bergemann, B.W., Moorman, C. T. Effect of Technique Variations on Knee Biomechanics During the Squat and Leg Press. Med. Sci. Sports Exerc. 33(9). 1552-1566. 2001.
20. Sriwarno, A.B., Shimomura, Y., Iwanaga, K., Katsuura, T. "The effects of heel elevation on postural adjustment and activity of lower-extremity muscles during deep squatting-to-standing movement in normal subjects". J. Phys. Ther. Sci. 20: 31-38, 2008.
21. <http://www.3dhumanmotion.com/pdf/HMA-Heel%20Raised%20Squats.pdf>
22. Yessis, M. Kinesiology of Exercise. Master Pres. 1992.
23. Kennedy P. M., Cresswell, A.G. The Effect of Muscle Length on Motor-Unit Recruitment During Isometric Plantar Flexion in Humans. Exp Brain Res. 137:58-64. 2001.
24. Sriwarno, A. B., Shimomura, Y., Iwanaga, K., Katsuura, T., The Relation Between the Changes of Postural Achievement, Lower Limb Muscle Activities, and Balance Stability in Three Different Deep-squatting Postures. J Physiol Anthropol 27(1): 11-17. 2008.
25. Coşkun, Y., Ergen, E., Hazır, T., Üç Farklı Ayakkabı ile Değişik Hızlarda Yürüme ve Koşu Sırasında M. Vastus Lateralis ve M. Gastrocnemius Kaslarının Elektromyografik Değerleri. Spor Bilimleri III. Ulusal Kongresi Bildiri Özetleri. Hacettepe Üniversitesi. Ankara. 34. 1994.
26. Zhou, P., Rymer W. Z., Factors Governing the Form of the Relation Between Muscle Force and the EMG: A Simulation Study. J Neurophysiol 92: 2878-2886. 2004.