

AKUT STATİK GERME EGZERSİZLERİNİN İZOKİNETİK ARALIKTAKİ PİK TORK VE İZOMETRİK DİZ EKSTANSİYON-FLEKSİYON KUVVETİNE ETKİSİ

Zübeyde ASLANKESER¹, Serkan REVAN¹, Abdurrahim KAPLAN¹

¹Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Konya

Geliş Tarihi:08.09.2016
Kabul Tarihi:28.12.2016

Öz: Bu araştırmanın amacı akut statik germe uygulamasının diz ekstansiyon-fleksiyon hareketinde hızın sabit kaldığı izokinetik aralıktaki pik tork ve izometrik pik kuvvete olan etkilerini araştırmaktır. Araştırmaya 14 sağlıklı erkek (20,4±1,2 yaş; 70,1±2,7 kg vücut ağırlığı; 176,4±3,6 cm boy uzunluğu) gönüllü olarak katıldı. Gönüllüler ısınmanın ardından izokinetik dinamometrede (Cybex NORM Computerized Sports Medicine Inc. USA) 210°/sn ve 60°/sn hızda izokinetik konsantrik diz ekstansiyon- fleksiyon; ve son olarak da izometrik maksimal ekstansiyon- fleksiyon hareketi yaptılar. Kuvvet ölçümlerinden sonra 3x30 sn süre ile quadriceps ve hamstring kas gruplarına statik germe uygulaması yapıldı. Germe uygulamasının ardından kuvvet ölçümleri tekrar edildi. Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verildi ve germe öncesi- sonrası kuvvet değerleri paired t testi ile analiz edildi. Germe egzersizi sonrasında 210°/sn ve 60°/sn hızda izokinetik aralığa ait ekstansiyon ve fleksiyon hareketlerinde pik tork değerlerinde azalma tespit edildi (p<0,05). Maksimal izometrik kasılma kuvveti de hem ekstansiyon hem de fleksiyon hareketinde anlamlı azalma gösterdi (p<0,05). Bulgular akut germe uygulamasının izometrik kasılma sırasındaki pik kuvvetin ve izokinetik aralıktaki pik torkun ekstansiyon ve fleksiyon hareketlerinde baskılandığını göstermiştir. Bu nedenle performans ölçümlerinde ve fizik tedavi uygulamalarında bu husus dikkate alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Akut statik germe, izokinetik aralık, izokinetik kuvvet, izometrik kuvvet

EFFECT OF ACUTE STATIC STRETCH EXERCISES ON ISOKINETIC PEAK TORQUE AT LOAD RANGE AND ISOMETRIC KNEE EXTENSION-FLEXION STRENGTH

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effect of acute static stretch on knee isokinetic extension-flexion peak torque at the load range and isometric strength. 14 healthy men (20,4±1,2 year, 70,1±2,7 kg, 176,4±3,6 cm) participated in the study voluntarily. After warming up, subjects were tested for isokinetic concentric (210°/sec, 60°/sec respectively) and isometric knee extension-flexion by isokinetic dynamometer (Cybex NORM Computerized Sports Medicine Inc. USA). After strength measurements, subjects stretched quadriceps and hamstring muscle groups for 3x30 sec, respectively. In the end, strength measurements were repeated using the same procedure. The results are presented ±SEM and the strength values before and after stretch were analysed by paired t test. Peak torque values at 210°/sec ve 60°/sec during knee extension-flexion at isokinetic load range decreased after stretch exercise (p<0.05). Also, maximal isometric knee extension flexion strength decreased significantly after stretch exercise (p<0.05). Findings suggest that static stretch caused decrease of the isokinetic and isometric muscle strength. This should be taken into consideration when measuring performance and implementing physical therapy exercises.

Key words: Acute static stretch, isokinetic peak torque, isokinetic load range, isometric strength

GİRİŞ

Germe (esnetme) uygulamaları kasın esnekliğini artırmak, optimal ısınmayı sağlamak, olası kas veya eklem yaralanmalarını önlemek için sporcu-

lar, antrenörler ve fizyoterapistler tarafından sıkça kullanılmaktadır (Herbert ve ark., 2002; Shellock ve Prentice, 1985; Witvrouw ve ark., 2004). Isınma rutininde vücut sıcaklığını artıran submaksimal aktivitelerin ardından sinir ileti hızını

artırmak, kasları yüklenmelere hazırlamak ve eklem hareket aralığını (ROM) artırmak amacı ile farklı süre ve şiddetlerde statik ya da dinamik germe uygulamaları yapılmaktadır. Statik germe uygulamasında ekstremiteler ROM'un sonuna kadar hareket ettirilir ve bu noktada germe süresince beklenir (Young ve Behm, 2002). Akut uygulanan statik germe sonrasında kas-tendon ünitesinde boy ve elastikiyet artışı ile ekleme ait ROM artışı görülür. Kasta kompliyans ve germeye karşı toleransın artması ile ROM'un arttığı belirtilmektedir (Magnusson ve ark., 1996).

Germe uygulamaları kas-tendon ünitesindeki mekanik ve nöral etkilerinden dolayı fizik tedavi uygulamalarında esnekliği artırmak üzere rehabilitasyon amaçlı kullanılmaktadır (Biçer ve ark., 2014). Ayrıca postüral düzgünlüğün sağlanması ve sürdürülmesinde konservatif amaçlı germe egzersiz uygulamaları kullanılmaktadır (Özer ve Baltacı, 2008).

Ancak, son yıllarda germe egzersiz uygulamalarının kuvvet (Fowles ve ark., 2000), sürat (Yıldız ve ark., 2013), denge (Behm ve ark., 2004), sıçrama performanslarını (Power ve ark., 2004) olumsuz etkilediği rapor edilmektedir. Özellikle de statik germe uygulamalarının kuvveti geçici olarak baskıladığı belirtilmektedir (Behm ve ark., 2004; Fowles ve ark., 2000; Kokkonen ve ark., 1998). Germinin performans üzerindeki baskılayıcı etkileri nöral ve mekanik faktörlerle açıklanmaktadır. Germe sonrasında tendon boyunda meydana gelen uzamanın optimal uzunlukta meydana gelen gerimi azaltarak kuvveti baskıladığı belirtilmektedir. Ayrıca, germe uygulamalarının motor ünite aktivasyonunu azalttığı, ateşleme frekansını azaltarak kuvvet düşüşüne neden olduğu da belirtilmektedir (Avela ve ark., 1999; Cramer ve ark., 2005; Fowles ve ark., 2000).

Germe- kuvvet ilişkisini çalışan araştırmacılar çoğunlukla konsantrik, eksantrik veya izometrik kasılmalara odaklanmıştır. Literatürde germe uygulamasının izokinetik hareketlere etkisi çok az çalışılmıştır (Marek ve ark., 2005). İzokinetik dinamometrelerle yapılan izokinetik kasılmalar gerek rehabilitasyon ve gerekse de performans ölçüm ve değerlendirilmesi amacı ile kullanılmaktadır. İzokinetik kasılmalarda hareket; hızlanma, izokinetik aralık ve yavaşlama olmak üzere üç fazdan oluşur. Hızlanma fazı hareketin başladığı fazdır ve bunu sabit hızdaki izokinetik aralık takip eder. Yavaşlama fazı ise hareketin

sabit hızdan sonraki durmaya kadar olan kısmını kapsar (Brown ve Whitehurst, 2000). Hızlanma ve yavaşlama fazlarındaki kuvvet değerleri izokinetik aralıkta olmadığından bu aşamalarda kaydedilen kuvvetlerin değerlendirilmeye alınması yanlış olacaktır. Özellikle de yüksek açısal hızlarda ivmelenme ve yavaşlama fazları uzarken, izokinetik aralık kısaldığından bu ayrımın iyi yapılması gerekmektedir (Brown ve Whitehurst, 2000; Brown ve Weir, 2001). Kurdak ve ark. (2005) diz ekstansiyon-fleksiyon hareketinde izokinetik dinamometrede kaydedilen pik torkun izokinetik aralıktaki pik torkla aynı olmadığını, özellikle yüksek açısal hızlarda bu farkın arttığını ve bu nedenle izokinetik kuvvet değerlendirmesinde hızın sabit olduğu aralıktaki kuvvetin hesaplanması gerektiğini belirtmektedirler. Ancak germe uygulamasının kuvvet üzerindeki etkilerini inceleyen birçok araştırmada bu husus gözardı edilmiştir. Önceki çalışmalar pik torka baktıkları halde izokinetik aralığa ait kuvvet değişimi incelenmemiştir (Egan ve ark., 2006; Sekir ve ark., 2010, Winke ve ark., 2010). Literatürde akut germe uygulamasının izokinetik aralıktaki kuvvete etkisini inceleyen araştırmaya rastlanmamıştır. Germe uygulamasının hızın sabit olduğu aralıktaki kuvvete etkisi bilinmemektedir. Bu nedenle bu araştırmanın amacı, akut germe uygulamasının izokinetik aralıktaki pik tork ve izometrik kas kuvvetine olası etkilerini incelemektir.

MATERYAL VE METOT

Katılımcılar

Araştırmaya düzenli olarak egzersiz yapmayan 14 erkek (vücut ağırlığı $70,1 \pm 2,7$; boy uzunluğu $176,4 \pm 3,6$; yaş ortalaması $20,4 \pm 1,2$ yıl) gönüllü olarak katıldı. Araştırma öncesinde Selçuk Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul kararı alınarak, katılımcılara çalışma hakkında bilgilendirilmenin yapıldığı gönüllü onam formu imzalandı. Deneklerin kardiyovasküler, metabolik, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının olmamasına ve sigara kullanmıyor olmalarına dikkat edildi.

Genel Çalışma Deseni

Ölçümlerden önce deneklerin iki gün boyunca yorucu herhangi bir fiziksel aktiviteye katılmaları istendi. Ölçümler günün aynı saatlerinde (14.00-15.00) yapıldı. Standart bir ısınma uygulamasından sonra konsantrik ve izometrik diz

ekstansiyon- fleksiyon kuvvet ölçümü yapıldı. Kuvvet ölçümlerinin tamamlanmasından sonra ekstansör ve fleksör kas gruplarına yönelik 3x30 sn süreli germe egzersizleri uygulandı. Germe egzersiz uygulamasının ardından ilk kuvvet ölçümleri aynı protokol ile tekrarlandı. Son kuvvet ölçümleri ile germe egzersizleri arasındaki sürenin 10 dakikayı geçmemesine dikkat edildi.

Kuvvet Ölçümleri

Kuvvet ölçümleri Cybex NORM (Computerized Sports Medicine Inc. USA) marka izokinetik dinamometrenin izokinetik, konsantrik ve izometrik modülleri kullanılarak değerlendirildi. Ölçümlerden önce, her bir denek 50 W iş yükündeki bir bisiklet ergometresinde (Monark 839E, Sweden) 5 dakika ısındırıldıktan sonra 5 dakika boyunca dinlendirildi. Isınma sonrası, denekler dinamometrenin koltuğunda oturtuldu ve pelvis, göğüs ve aktif olmayan diz üzerinden kemerlerle sabitleme yapıldı. Sandalye sırt açısı 90°'ye ayarlandı. Bel bölgesine destek amaçlı yastık konuldu. Dizlerin rotasyon eksenini (lateral femoral epicondyle) dinamometrenin mekanik eksenini ile aynı hizaya getirildi ve lateral malleolusun üzerinden mekanik kola bağlandı. Çalışma süresince sadece dominant ekstremite kuvvetindeki değişimler ölçüldü ve değerlendirildi. Dinamometre uzunluğu ve tüm koltuk değerleri herkes için en uygun olacak şekilde hazırlandı. Yerçekimi etkisi gözardı edilmeyip ölçüme başlamadan önce deneklerin dominant bacakları tam ekstansiyona getirildikten sonra gravity correction (yer çekimi etkisi düzeltilmesi) yapıldı. Ölçümlerin standardizasyonu için tüm ölçümler aynı kişi tarafından yapıldı.

Kuvvet ölçümlerinde katılımcılara dominant bacakta yüksek (210°/s) ve düşük (60°/s) hızda beşer tekrar diz ekstansiyon-fleksiyon hareketi yaptırıldı. İlk iki tekrar ısınma kabul edildi, son üç tekrar maksimal şiddette uygulandı. Konsantrik hareketlerin bitiminde diz eklem açısı 60°'de iken (tam ekstansiyon 0° olarak kabul edildiğinde) 10 sn süre ile maksimal izometrik diz ekstansiyon ve fleksiyon kuvvetleri ölçüldü. Ölçümler arasındaki dinlenme süresi 1 dk olarak uygulandı. Tüm ölçümler esnasında daha iyi bir sonuç alınabilmesi için katılımcılar sözlü olarak teşvik edildi. En yüksek torkun ölçüldüğü harekette izokinetik aralığa ait pik tork değerleri hesaplandı. Verinin analizinde pozisyon, tork ve hız değerleri excel dosyasına alınarak hız-ROM ve tork-ROM grafikleri çizdirildi; izokinetik aralıktaki en yüksek

tork değeri belirlendi (Kurdak ve ark.,2005). Normalize kuvvet değerleri pik torkun vücut ağırlığına bölünmesi ile hesaplandı.

Germe egzersiz protokolü

Kasılmanın gerçekleşeceği kaslar üzerinde (diz ekstansör ve fleksör kasları) 3x30 sn süre ile statik germe uygulaması yaptırıldı. Setler arasında 20 sn dinlenme verildi. Dinlenme aralarında bacak nötral pozisyona getirildi. Denekler önce quadriceps germe uygulaması için ayakta ve bir el duvardan tutarken, diğer el ile dominant bacağı ayak bileğinden tuttular, dominant dizi 90° büküldükten sonra kalçaya doğru mümkün olan en geniş açıda çektiler. Uygulama sırasında deneklerin kendilerini konforsuz hissettikleri noktada mümkün olan en geniş aralıktaki kası germeleri istendi ve denekler sözel olarak cesaretlendirildi.

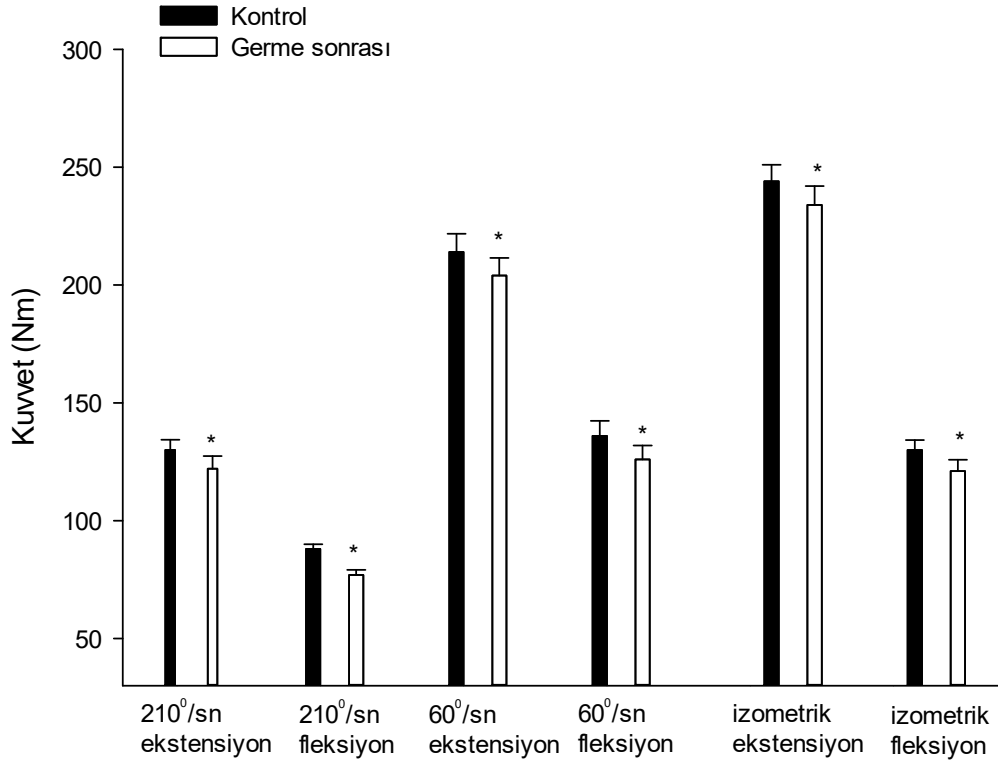
Hamstring germe uygulaması sırasında denekler mat üzerinde oturtuldu ve dominant bacak uzun; diğer bacağın ayak tabanı dominant uyluğun medial kısmına temas edecek şekilde, uzanabildikleri kadar uzanarak dominant ayaktan tuttular ve orada bekletildiler. Hareketin başlangıcında deneklerin ağrısı hissettikleri noktada olmaları ve hamstring kaslarındaki gerilmeyi hissetmeleri istendi. Her sette bir önceki setten daha ileriye esnemeleri istendi. Uygulama 3x30 sn sürdü. Setler arasında 20 sn dinlenme arası verildi.

İstatistiksel Analiz

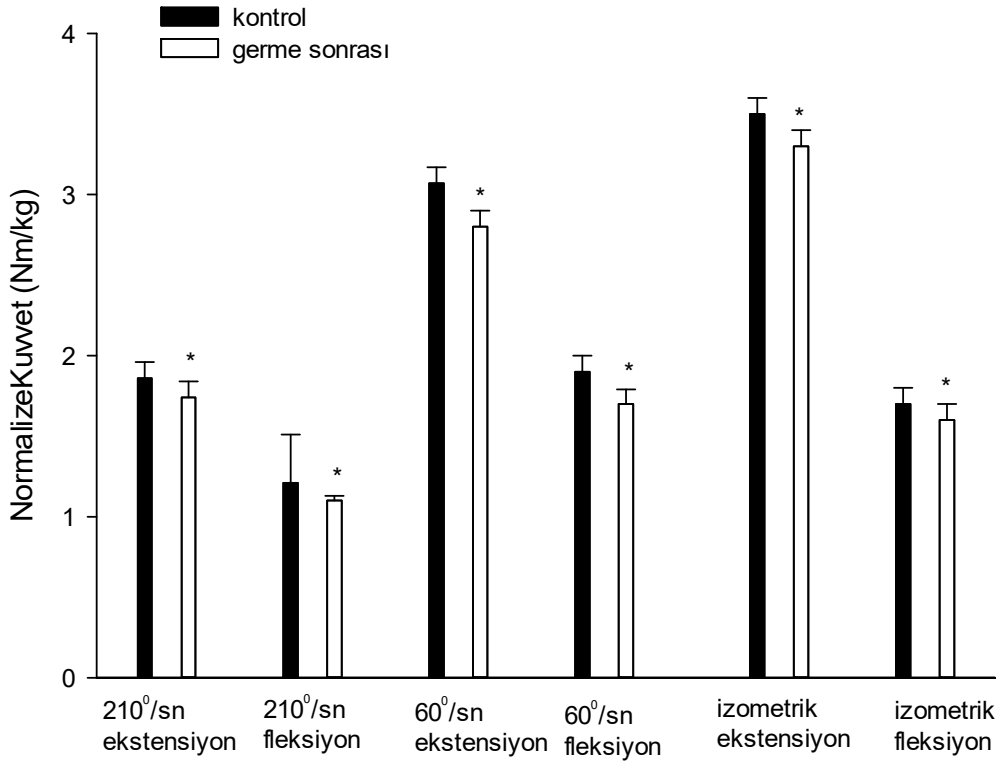
Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verildi. Germe egzersizi öncesi ve sonrası kuvvet ve normalize kuvvet değişkenlerindeki farklılıklar SPSS 16 (Chicago, IL, USA) istatistiksel analiz programında paired t testi ile analiz edildi ve anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Germe uygulaması sonunda izokinetik aralıktaki ekstansiyon- fleksiyon kuvvet değerlerinin her ikisinde de hem 60°/sn, hem de 210°/sn hızda istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı ($p<0,05$). Aynı şekilde izometrik ekstansiyon-fleksiyon pik kuvvet değerlerinin germe uygulamasından sonra azaldığı gözlemlendi ($p<0,05$). Kuvvet değerleri vücut ağırlığına normalize edilerek hesaplandığında germe uygulamasından sonra hem izokinetik aralıktaki kuvvetin ve hem de izometrik kuvvetin azaldığı görüldü ($p<0,05$).



Şekil 1. Germe öncesi-sonrası izokinetik ve izometrik kuvvet değişimleri (* $p < 0,05$ germe öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık).



Şekil 2. Germe uygulamasından sonra izokinetik izometrik normalize kuvvet değerleri değişimi (* $p < 0,05$ germe öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma sonucunda izokinetik ve izometrik ekstansiyon- fleksiyon kuvvetlerinde istatistiksel olarak anlamlı kuvvet azalması kaydedildi. Literatürde, özellikle izokinetik aralığa ait kuvvetin germe uygulamasından nasıl etkilendiğine dair herhangi bir bulgu mevcut olmadığından dolayı, bu sonuç önem taşımaktadır. Nitekim, izokinetik kasılmalar hem sporcularda performans ölçümü ve değerlendirilmesinde hem de fizyoterapi amaçlı kullanılmaktadır.

Literatürde farklı yöntemlerle kasın esnetilmesinin gerek kontrol ve gerekse sporcu bireylerde kuvvet üretme kapasitesini azalttığı gösterilmiştir. Barroso ve ark. (2012), serbest ağırlıklarla yaptıkları kuvvet ölçümlerinde statik, balistik ve PNF germe uygulamalarının tekrar sayısı ve toplam yükü azalttığını bulmuşlardır. Sekir ve ark. (2010) elit kadın sporcularda yaptıkları çalışmada, statik germenin konsantrik ve eksantrik kas kuvvetini azalttığı belirtilmiştir. Kokkonen ve ark. (1998)'nin yaptığı çalışmada ise bir tekrarlı maksimal yöntem kullanılarak ölçülen kuvvetin, statik germe uygulamasından sonra azaldığı rapor edilmiştir.

Germe egzersizlerinden sonra kuvvet değerlerinin niçin azaldığı tam olarak anlaşılmamasına rağmen, mekanik ve nöral faktörler aracılığı ile performansı baskıladığı düşünülmektedir. Germe uygulamasında tendonun boyu elastik özelliğinden dolayı uzamakta ve daha esnek olan tendon, iskelet kasının kasılması için optimal uzunluğa ulaşmadan daha kısa kalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle germe egzersizinden sonra yapılan kuvvet ölçümlerinde, kasın kasılmak üzere optimal sarkomer boyuna ulaşmadığı için kuvvetin düştüğü varsayılmaktadır (Kokkonen ve ark., 1998; Wilson ve ark., 1994). Germeye maruz kalan kasta germe süresine bağlı olarak kasın direnci azalmaya başlar (Magnusson ve ark., 1995). Kasta meydana gelen bu gerim azalması “viskoelastik elementlerdeki stres gevşeme” olarak adlandırılmakta ve germe egzersizlerinden sonra görülen kuvvet azalma mekanizmalarını açıklamakta kullanılmaktadır (Magnusson, 1998; McHugh ve ark., 1992; Taylor ve ark., 1990). Araştırmacılar germe uygulamasından sonraki 15 dk içinde görülen kuvvet azalmasının kas-tendon ünitesinde germeye bağlı olarak meydana gelen deformasyon nedeni ile oluştuğunu belirtmişlerdir (Fowles ve ark., 2000). Bu çalışmada, germe

uygulamasından sonra ek bir dinlenme süresi verilmemiştir. Katılımcılar en son yapılan germe setinden sonra yeniden izokinetik dinamometreye alındılar ve bu süre 10 dakikayı geçmedi. Bu nedenle, mekanik faktörlerin kuvvet azalmasında etkili olduğu ileri sürülebilir. Ayrıca herhangi bir germe yöntemi ile uzatılan kas-tendon ünitesinde kasın sertliği (stiffness) azalır ve kas daha esnek hale gelir. Bu durumun kasın potansiyel olarak kuvvet üretme kapasitesini azalttığı ve özellikle de izometrik kas kuvvetinin baskılanmasına neden olduğu belirtilmektedir (Wilson ve ark., 1994).

Bu çalışmada, elektromiyografi (EMG) kaydı alınmadığından dolayı, nöral faktörlerle ilgili herhangi bir bulgu mevcut değildir. Literatüre bakıldığında, germe uygulamasının motor ünite aktivasyonu ve nöral uyarıların frekansını azalttığını belirten kaynaklar mevcuttur (Behm ve ark., 2001; Cramer ve ark., 2005; Fowles ve ark., 2000). Avela ve ark. (1999), germe uygulamasından sonra motor ünite aktivasyonlarının azalmasını EMG frekans ve amplitüd azalması ile göstermişlerdir. Cramer ve ark. (2005) ise tek bacakta germe egzersizi yaptırdıkları halde, germe yapılmayan bacak EMG aktivitesinde de azalma olduğunu; bunun santral sinir sistemindeki baskılanmalardan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Germe uygulamasından sonra mekanik nedenlerden dolayı kuvvet azaldığı halde EMG değişikliklerinin olmadığını rapor eden araştırma da mevcuttur (Evetovich ve ark., 2003). Ayrıca golgi tendon organı ile kas, tendon ve eklem kapsülündeki ağrı reseptörlerinin germeye bağlı olarak uyarılmasının kas kuvvetinin azalmasında olası mekanizmalar arasında yer alabileceği belirtilmektedir (Moore, 1984). Bu çalışmada, katılımcılara rahatsızlık duyacakları noktada (ağrıyı hissettikleri nokta) 30 sn boyunca statik germe yapıldığından, ağrıya bağlı olarak kuvvetin azalması olası nedenler arasında kabul edilebilir.

Bu çalışmada, düşük ve yüksek açısal hızların her ikisinde de akut germeye karşı benzer yanıtlar elde edilmiştir. Literatürde, bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer bulgular olduğu görülmektedir (Cramer ve ark., 2004; Evetovich ve ark., 2003). Nitekim Marek ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, hem 60°/sn hem de 300°/sn hızdaki açısal kuvvetin germe uygulamasından benzer şekilde etkilendiği rapor edilmiştir. Ayrıca, form durumunun da germe egzersizlerine cevabı etkileyebileceği belirtilmektedir. Egan ve

ark. (2006), elit kadın basketbolcularda statik germe uygulamasının kuvvet ve güç performansını etkilemediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki katılımcılar profesyonel veya amatör olarak spor yapmayan; rekreatif amaçlı egzersizler yapan bireylerden oluşmaktadır. Bu nedenle düzenli olarak germe egzersizlerinin yapılıp yapılmaması, yaş ve cinsiyet gibi değişkenlerin incelendiği kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca germe egzersizinin uygulama süresinin kuvveti farklı etkileyeceği belirtilmektedir. Siatras ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada, 10 ve 20 sn süreli germe uygulamasının kuvveti baskılamadığı halde 30 ve 60 sn süreli germe uygulamasının kuvvet düşüşüne neden olduğu elde edilmiştir.

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır: Araştırmada kontrol grubunun olmaması, kuvvet azalmasının bir önceki ölçümlerden kaynaklı yorgunluk olduğunu düşündürebilir. Ancak Parcell ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, 4 tekrarlı maksimal yüklenmeleri içeren izokinetik kuvvet ölçümlerinde 60 sn dinlenme süresinin toparlanma için yeterli olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle araştırmamızda germe uygulamasından sonraki kuvvet azalmasının germe egzersizinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca germenin şiddetini standardize etmek olanaksızdır. Çalışmada standardize etmek amaçlı kendilerini konforlu hissetmedikleri, rahatsızlık duydukları aralığı yakalamaları istendi. Ayrıca standardizasyonun sağlanabilmesi amacı ile izokinetik hareketlerde eklem hareket aralığı 90° de sabit tutuldu. Bu nedenle kuvvet çıktıları bu aralığa ait olduğundan tam eklem aralığında nasıl bir değişim olduğu bilinmemektedir. Tam eklem aralığında ve daha düşük ya da daha yüksek ROM'da bu tablonun nasıl olacağına ilişkin ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca germe uygulamasından sonra azalan kuvvetin ne kadar sürede toparladığına ilişkin ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç vardır. Sonuç olarak, akut statik germe uygulaması izokinetik aralıktaki maksimal kuvveti ve izometrik maksimal kuvveti geçici olarak baskıladığından, performans, fiziksel tedavi veya konservatif amaçlı uygulamalarda bu konu dikkate alınmalıdır.

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no:14401123)

KAYNAKLAR

1. Avela J, Kyrolainen H, Komi PV (1999): Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol*, 86:1283–1291.
2. Barroso R, Tricoli V, dos Santos Gil S, et al (2012): Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res*, 26(9): 2432–2437.
3. Behm DG, Bamburg A, Cahill F, et al (2004): Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc*, 36:1397–1402.
4. Behm DG, Button DC, Butt JC (2001): Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol*, 26:261–272.
5. Biçer M, Çabalar M, Ecerkale Ö (2014): Karpal Tünel Sendromu Tedavisinde B Vitamini ile Tendon-Sinir Germe Egzersizlerinin Klinik ve Elektrofizyolojik Parametrelere Etkisi. *İstanbul Med J*, 15: 16-20.
6. Brown LE, Whitehurst M (2000): Isokinetics in Human Performance. The United States of America: Human Kinetics.
7. Brown LE, Weir JP (2001): ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiologyonline*; 4(3): 1-21.
8. Cramer, JT, Housh TJ, Johnson GO, et al (2004): The acute effects of static stretching on peak torque in women. *J. Strength Cond. Res*, 18:236–241.
9. Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, et al (2005): The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 93(5-6):530-9.
10. Egan AD, Cramer JT, Massey LL, et al (2006): Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *J Strength Cond Res*, 20:778–782.
11. Evetovich TK, Nauman NJ, Conley DS, et al (2003): Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res*, 17:484–488.
12. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD (2000): Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol*, 89:1179–1188.
13. Herbert RD, Gabriel M (2002): Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: Systematic review, *BMJ* 325: 468.

14. Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A (1998): Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Quart Exerc Sport*, 69:411–415.
15. Kurdak SS, Özgünen KT, Adaş Ü, ve ark (2005): Analysis of Isokinetic Knee Extension / Flexion in Male Elite Adolescent Wrestlers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 489-498.
16. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, et al (1996): Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med*, 24:622–627.
17. Magnusson SP (1998): Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers: a review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8:65-77.
18. Marek SM, Cramer JT, Fincher AF, et al (2005): Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. *Journal of Athletic Training*, 40(2):94–103.
19. Moore JC (1984): The Golgi Tendon Organ: A Review and Update. *American Journal of Occupational Therapy*, 38: 227-236.
20. McHugh MP, Magnusson SP, Gleim GW, et al (1992): Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. *Med Sci Sport Exerc*, 24: 1375-1382.
21. Özer D, Baltacı G (2008): İş yerinde fiziksel aktivite. Sağlık Bakanlığı Yayın no: 730, Klasmat Matbaacılık, Ankara.
22. Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, et al (2002): Chivever TD. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med. Sci. Sports Exerc*, 34(6):1018–1022.
23. Power K, Behm D, Cahill F, et al (2004): An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc*, 36:1389–1396.
24. Sekir U, Arabaci R, Akova B, et al (2010): Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 20:268–281.
25. Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, et al (2008): The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1); 40-46.
26. Shellock FG, Prentice WE (1985): Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*, 2:267–278.
27. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, et al (1990): Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med*, 18:300-309.
28. Wilson GJ, Murphy AJ, Pryor JF (1994): Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology*, 76,2714-2719.
29. Winke, MR, Jones, NB, Berger, CG, et al (2010): Moderate static stretching and torque production of the knee flexors. *J Strength Cond Res*, 24(3): 706–710.
30. Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, et al (2004): Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med*, 34: 443–9.
31. Yıldız S, Çilli M, Gelen E, ve ark (2013): Acute effects of differing duration of static stretching on speed performance. *International Journal of Human Sciences*, 10 (1):1202-1213.
32. Young W, Behm D (2002): Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *Strength Cond J*, 24:33–37.

