

ORIGINAL ARTICLE

Omuzda anterior ve posterior kapsül propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon germe egzersizlerinin top fırlatma hızına akut etkisi

Demet TEKİN¹

Amaç: Bu çalışmada, propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) tut-gevşe yöntemiyle omuzda anterior ve posterior kapsül germe egzersizlerinin top fırlatma hızı, omuz eklem hareket açıklığı (EHA) ve kas kuvveti üzerine olan akut etkisi araştırıldı.

Yöntem: Yaş ortalaması 22,39±1,49 yıl olan 28 sağlıklı erkek gönüllü olarak çalışmaya dahil edildi. Ön-son test yönteminin uygulandığı çalışmada bireyler randomize olarak anterior (n_a=15) ve posterior tut-gevşe PNF germe grubu (n_p=13) olarak iki gruba ayrıldı. Demografik bilgileri alındıktan sonra, standart gonyometre ile omuz EHA'sı, el dinamometresi ile omuz kas kuvveti ve Sports Radar Gun 3500 cihazı ile top fırlatma hızı ölçüldü. Tut-gevşe PNF anterior ve posterior kapsül germe egzersizleri [3 tekrarlı, 3 saniye (sn) tut-izometrik, 3 sn gevşe] yapıldıktan sonra tüm testler tekrar edildi.

Bulgular: Anterior kapsül germe grubunda grup içi analizlerde top fırlatma hızında ve omuz fleksiyon, abduksiyon ve dış rotasyon EHA'sında artış, omuz dış rotasyon kas kuvvetinde ise anlamlı bir azalma görüldü (p<0,05). Posterior kapsül germe grubunda ise, omuz fleksiyon, abduksiyon ve iç rotasyon EHA'sında anlamlı bir artış görüldü (p<0,05). İki grup arasında hiçbir parametrede anlamlı fark olmadığı bulundu (p>0,05).

Sonuç: Bu çalışmada, PNF tut-gevşe yöntemi ile yapılan anterior kapsül germe egzersizlerinin fırlatma hızını olumlu yönde etkilediği bulundu. Fırlatma hızının önemli olduğu spor branşlarında antrenman ya da maç öncesi PNF yöntemi ile yapılan omuz anterior kapsül gemesi performansı olumlu yönde etkileyebilir.

Anahtar kelimeler: Kapsül, Performans, Propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) Germe

Acute effect of shoulder anterior and posterior capsule Proprioceptive Neuromuscular Facilitation stretching exercises on ball-throwing speed

Purpose: In this study, the acute effect of hold-relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching method performed at shoulder anterior and posterior capsule on ball throw speed, shoulder range of motion (ROM), and muscle strength was investigated.

Methods: Twenty-eight healthy males with an average age of 22.39±1.49 years were included voluntarily to the study. The participants were randomly assigned to two groups, namely anterior hold-relax PNF (n_a=15) and posterior hold-relax PNF stretching group (n_p=13). After obtaining demographic information, shoulder range of motion (ROM), shoulder muscle strength, and ball-throwing speed were tested using a standard goniometer, a hand dynamometer, and Sports Radar Gun 3500 device, respectively. All tests were repeated after hold-relax PNF anterior and posterior capsule stretching exercises (3 repetitions, 3 seconds isometric-holds/relaxing) were performed.

Results: In anterior capsule stretching group, an increase in ball-throwing speed, shoulder flexion, abduction and external rotation ROM was observed through within-group analyses with a significant decrease in muscular strength of external rotation (p<0.05). In posterior capsule stretching group, a significant increase was observed only at shoulder flexion, abduction, and internal rotation ROM (p<0.05), while no significant difference in parameters was observed between the two groups (p>0.05).

Conclusion: In this study, it has been found that anterior capsule stretching exercises performed through hold-relax PNF method has a positive effect on throwing-speed. Stretching of the anterior capsule of the shoulder before training or games may positively affect the performance.

Keywords: Capsule, Performance, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretching.

1: Fenerbahçe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İstanbul, Turkey

Corresponding Author: Demet Tekin: tekidemett@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-7508-104X

Received: December 29, 2020. Accepted: March 10, 2021.



Statik, dinamik, balistik ve propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) olmak üzere 4 farklı yöntemde uygulanan germe egzersizlerinin tarihine baktığımızda, 19 ve 20. yüzyıl süresince birçok amaçla kullanıldığını görmekteyiz. Özellikle askerlerin, dinamik germe hareketleriyle kan dolaşımını arttırıp kaslarda gevşeme sağlamak ve performanslarını geliştirmek amacıyla bu egzersizleri tercih ettikleri bildirilmektedir.¹ O zamanlarda hangi tekniğin tercih edildiği bilinmemekle birlikte, günümüzde bu dört tekniğin de performans artışı ve rehabilitasyon amaçlı sıkça kullanıldığı ifade edilmektedir.² Literatürde germe egzersizlerinin etkilerine dair çok sayıda çalışma yer almaktadır: Normal eklem hareket açıklığını artırdığı,³ kas gerginliğini azalttığı⁴ ya da artırdığı,⁵ kuvveti^{2,6,7} ve hızı^{8,9} olumlu yönde etkilediği, yaralanma riskini önlediği¹⁰ ve yaralanma sonrası rehabilitasyon amacıyla² kullanıldığı kanıtlandı. Günümüzde, yarış ya da antrenman öncesi yapılan ısınma hareketleri içinde germe egzersizleri oldukça sık kullanılmaktadır. Birçok sporcu farklı tekniklerde germeler uygulayarak kas kuvvetini dolayısıyla performansı arttırmayı¹¹ ve yaralanmalardan korunmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle germe egzersizleri, özellikle sporcular olmak üzere birçok kişinin her gün kullandığı ve vazgeçemeyeceği egzersiz tipi haline geldi. Antrenmanların ya da müsabakaların öncesinde ısınma sürecinde kullanılan bu egzersizlerin tekrar sayısı, yoğunluğu, türü ve zamanı gibi parametreler, performansı artırabileceği gibi azaltabilmektedir. Bu parametrelerin farklı kullanımları ile birlikte birçok popülasyonda çalışmalar yapılmasına rağmen^{10,12-15} henüz fikir birliğinin oluşmadığı görülmektedir.

Performanslarını artırmak için kuvvet ve esneklik çalışmaları yapan sporcular germe egzersizleri içinde en çok PNF yöntemini tercih etmektedirler. Günümüzde PNF tekniği, statik esnekliği artırmanın en hızlı ve en aktif yoludur.¹² Eklem stabilitesinde, kas kuvvetinde ve kuvvet dengesinde sağladığı artışlar bu yöntemin tercih edilirliliğini gün geçtikçe artırmaktadır. Kuvvet uygulanmadan sadece germenin yapıldığı durumlar eklemde yaralanmaya neden olabilir.¹⁶ Bu nedenle uygulanan PNF tekniğinin kuvveti ve germeyi

birlikte içeren kombinasyonlarının seçilmesi önemlidir.¹⁷ Bu egzersiz yöntemlerinin performansı nasıl etkilediğine dair çalışmalar yapılarak nöromüsküler etkileri ortaya konuldu.¹⁸ Golgi tendon organında gerçekleşen refleks inhibisyon ile kas-tendon bileşkesinde uzama gerçekleşeceği ve performansın artabileceği açıklanmaktadır.¹⁹ Özellikle dikey sıçrama gibi patlayıcı hareketlerin kullanıldığı spor branşlarında kas-tendon ünitelerinin gerginliğini azaltıp uyumu artırdığı için parametrelerde (örneğin güç) istatistiksel olarak anlamlı artışların saptandığı bildirilmektedir.²⁰ Ancak özellikle alt ekstremitede yapılan çalışmalarda sıçrama gibi ani güç gerektiren hareketlerde PNF germe yöntemi sonrası olumsuz sonuçların da olduğu bilinmektedir.^{12,21,22} Literatürde sıklıkla alt ekstremiteye uygulanan farklı germe yöntemlerinin, kuvvet bileşenleri ve eklem hareket açıklığı üzerine olan akut etkilerinin araştırıldığı görülmektedir.¹² Buna karşılık üst ekstremiteye yönelik yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Williams vd., beyzbol oyuncularında üst ekstremitede iç rotatörlere PNF ve statik germe uygulayarak her iki yöntemin fırlatma hızına akut etkisini araştırdıkları çalışmalarında, her iki germe yönteminin de fırlatma hızına akut etkisinin olmadığını ortaya koydular.¹⁸

Fırlatma hareketinin fazları yazarlar tarafından²³ farklı sayılarda ifade edilmiş olmasına rağmen genel olarak üç aşamada²⁴ değerlendirilmektedir: Hazırlık, hızlanma ve takip fazı. Hazırlık fazında anterior kapsül gerilmekte, hızlanmanın ardından takip fazında ise posterior kapsül gerilmektedir. Her iki kapsüldeki gerginlik bu fazlara etki edecektir ve dolaylı olarak performans etkilenebilecektir. Literatürde anterior ve posterior kapsül germe egzersizlerinin karşılaştırıldığı çok az çalışma bulunmaktadır.²⁵ Turgut vd.'nin donuk omuz hastalarında her iki kapsül germesini birlikte uyguladığı ve bu uygulamaların ağrıda azalma, eklem hareket açıklığında artış ile ilişkili olduğunu görmekteyiz. Ancak sağlıklı bireylerde her iki kapsül germe egzersizinin kassal performansla olan etkisinin araştırılmaması dikkat çekicidir. Kuvvet üretebilme yetisiyle çok yakından ilişkili olan ancak geliştirilmesi için yeni bilgilere ihtiyaç duyulan bu parametrenin incelenmesi, bu

alandaki çalışan profesyonellere uygulama protokollerinin güncellenmesi açısından önemli bir kaynak oluşturabilir.

Tüm bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı, omuz anterior ve posterior kapsül PNF germelerinin topla baş üstünde oynanan spor branşlarında performans göstergelerinden biri olarak bilinen top fırlatma hızına, omuz eklem hareket açıklığına ve omuz kas kuvveti üzerine olan akut etkisini araştırmaktır. Bu doğrultuda çalışmanın birincil hipotezi, anterior ve posterior kapsül PNF germe egzersizlerinin top fırlatma hızını, ikinci hipotezi ise bu egzersizlerin omuz eklem hareket açıklığı ve omuz kas kuvvetini iyileştireceği yönündedir.

YÖNTEM

Bireyler

Araştırmaya, özel bir üniversitenin Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde eğitim alan yaş ortalaması; 22,39±1,49 yıl, ortalama vücut ağırlığı; 70,28±14,47 kilogram (kg) ve boy ortalaması; 171,85±7,72 santimetre (cm) olan 28 sağlıklı erkek üniversite öğrencileri gönüllü olarak katıldı. Çalışmaya dahil edilme kriterleri; a) üst ekstremitede daha önce geçirilmiş herhangi bir sağlık probleminin olmaması, b) nörolojik ya da sistemik bir probleminin olmaması, c) hiçbir spor geçmişinin olmaması ve d) dominant tarafın sağ ekstremitede olması şeklinde belirlendi.

Hiçbir spor geçmişi olmayan bireylerde, üst ekstremitede kas iskelet problemi olan ve dominant tarafı sol ekstremitede olan kişiler çalışmaya dahil edilmedi. Araştırma Fenerbahçe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı alınarak yürütüldü (Onay numarası: 20-003/29.04.2020). Bireylere çalışma protokolü hakkında bilgi verildi ve tüm bireylerden aydınlatılmış onam formu alındı.

Testlerden önce tüm bireylere çalışmanın içeriği detaylı olarak anlatıldı ve testler uygulamalı olarak gösterildi. Ön-son test yönteminin uygulandığı çalışmada basit randomize kura yöntemiyle seçilen bireyler anterior kapsül germe grubu ($n_a=15$) ve posterior kapsül germe grubu ($n_p=13$) olarak ikiye ayrıldı.

Çalışma prosedürü

İki gruba ayrılan bireylere ön testlerde demografik (yaş, boy, vücut ağırlığı) ölçümler

yapıldı (Tablo 1). Demografik bilgileri alındıktan sonra primer sonuç ölçümü için Sports Radar Gun 3500 cihazı ile fırlatma hızı testi, sekonder sonuç ölçümü için standart gonyometre (Danmic- Saehan marka, Kore) ile omuz eklem hareket genişliği ölçümleri (fleksiyon, abduksiyon, internal-eksternal rotasyon) ve dinamometre (μ Tas F-1, Anima Corp., Tokyo, Japan) ile omuz kas kuvveti analizi (omuz fleksör, abduktör, internal-eksternal rotatör kas kuvveti) yapıldı. Bireylere pozisyon verildikten sonra tut-gevşe PNF anterior ($n_a=15$) ve tut-gevşe posterior kapsül ($n_p=13$) germe (3 tekrarlı, 3 saniye (sn) izometrik-tut, 3 sn gevşe, 10 sn pasif germe ve 20 sn dinlenme) yapıldıktan sonra tüm testler tekrar edildi.

Değerlendirmeler

Primer sonuç ölçümleri

Fırlatma Hızı

Fırlatma hızı analizi öncesinde tüm bireyler 5 dakika süresince standart bir ısınma gerçekleştirdiler.²⁶ Tüm vücut bölümlerini içeren ısınmada germe hareketleri kullanılmadan dinamik hareketler tercih edildi.¹⁸ Sports Radar Gun 3500 cihazının analiz için kullanıldığı bu testte fırlatmak için ortalama 480 gram ağırlığında 58 cm genişliğinde bir top kullanıldı.^{27,28} Atış yapacak kişi, hedefe 9 metre (m) uzaklıkta olacak şekilde pozisyon aldı. Ölçüm yapılmadan önce radar silahı, topun fırlatılacağı yerden 1,5 m arkaya tripod ile yerleştirildi ve her birey için radar yüksekliği ayarlandı. Cihaz başlangıç için 0 birimine getirilip her bir bireyden harekete odaklanarak en yüksek hızda topu karşıya fırlatması istenildi. Aralarında 15 sn dinlenme ile toplam 3 atış yapıldı ve içlerinden en yüksek skor değerlendirmeye alındı, sonuç km/s olarak kayıt edildi.

Sekonder sonuç ölçümleri

Eklem hareket açıklığı

Omuz eklemine fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon ve iç ve dış rotasyon hareketlerinin eklem hareket açıklığı analizi için standart plastik gonyometre (Danmic- Saehan marka, Kore) (15,8 cm uzunluğu, 360 derece) kullanıldı ve sonuçlar derece cinsinden kaydedildi.²⁹ Gonyometre, yeterli güvenilirlikte ve omuz eklemine her yönde hareket açıklığını ortaya koymak amacıyla yaygın olarak kullanılan klinik bir yöntemdir. Ölçümler doktora derecesini tamamlamış fizyoterapist tarafından

gerçekleştirildi. Her bir analiz için ölçüm yapılacak kişi uygun pozisyona alındıktan sonra,³⁰ dominant kolda kriter noktalar belirlendi. Bireyin kompensatuvar hareketler yapmamasına dikkat edilerek³¹ aktif normal eklem hareket açıklığı ölçüldü. Her ölçüm 3 defa yapılarak ortalaması alındı ve derece (°) cinsinden kaydedildi.

Kas kuvveti

Omuz kas kuvveti ölçümleri, el dinamometresi (µTas F-1, Anima Corp., Tokyo, Japan)³² kullanılarak gerçekleştirildi. Omuz fleksör, abduktör, internal ve eksternal rotatör kas kuvveti ölçümleri dominant kolda yapıldı ve ölçüm birimleri Newton (N) cinsinden kaydedildi.³³ Fleksör ve abduktör kas kuvvetinin ölçümü için hasta oturma pozisyonuna alındı. Her iki harekette de dirsek eklemının biraz üzerinden dinamometre ile direnç uygulandı. İç ve dış rotatör kas kuvvetinin ölçümleri için bireyler sırtüstü pozisyona alındı ve kol vücut yanında, dirsek 90° fleksiyonda, el bileği nötral pozisyona getirildi. Dinamometre, iç rotatör kas kuvveti ölçümü için ön kolun fleksör yüzeyinde, dış rotatör kas kuvveti ölçümü için de ön kolun ekstansör yüzeyinde bilek eklemının proksimalindeki alana yerleştirildi. Her ölçüm 3 kez yapıp ölçümlerin ortalaması alınarak kaydedildi.³¹ Her tekrar yaklaşık 3 sn sürdü ve tekrarlar arası 5 sn dinlenme süresi verilerek pozisyonlar arasında da 30 sn dinlenme uygulandı.

Germe egzersizleri

En etkili uygulama agonist kasta izometrik bir kasılma sonrasında gevşemenin uygulandığı yöntemdir. Bu yöntem ile farklı sürelerde çalışmalar yapılmakta olup en ideal olanının 3 sn olduğu bildirilmekte ve haftada bir veya iki kez yapılması önerilmektedir.³⁴ Literatürde 3, 6 ve 10 sn'lik izometrik kasılmaların seçildiği protokollerin etkileri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ve birçok izometrik kasılma süresinin 3 sn olarak seçildiği bildirilmektedir.³⁵ Gevşeme, germe ve dinlenme süreleri ile ilgili yapılan çalışmalarda da en ideal olanının 3 sn gevşe, 10 sn pasif germe ve 20 sn dinlenme olduğu belirtilmektedir.³⁶ Bu nedenle, çalışmada da PNF yönteminin uygulandığı anterior ve posterior kapsül germelerinde 3 tekrarlı, 3 sn izometrik kasılma sonrasında 3 sn gevşeme protokolü seçildi.

Anterior kapsül germe

Birey oturma pozisyonuna iken fizyoterapist uygulama yapılacak dominant ekstremitenin arka-yan tarafında durdu. Bireyden kolu, el nötral pozisyonda iken götürebildiği kadar horizontal abduksiyona yerleştirmesi istendi. Fizyoterapist bir elini skapulaya, diğer elini de horizontal abduksiyonda olan kolun el bileğine yerleştirdi. Ardından bireyin el bileğinden horizontal abduksiyon yönünde kuvvet uyguladı ve bireyden kolunu tutarak bu pozisyonu korumasını istedi. 3 sn izometrik-tut, 3 sn gevşe, 10 sn pasif germe ve 20 sn dinlenme tut-gevşe PNF yöntemini uygulayarak 3 tekrar yapıldı. Uygulama sonrasında fizyoterapist bireyin kolunun ağırlığını alarak aktif yardımcı bir şekilde horizontal abduksiyon yönünde ilerletti ve anterior kapsülün gerilmesini sağladı.

Posterior kapsül germe

Birey sandalyeye oturtuldu ve fizyoterapist uygulama yapılacak dominant ekstremitenin ön-yan tarafında durdu. Posterior kapsül gruplarını germek için bireyden kolu el nötral pozisyonda iken götürebildiği kadar horizontal adduksiyona yerleştirmesi istenildi. Fizyoterapist bir elini skapulaya, diğer elini de horizontal adduksiyonda olan kolun el bileğine yerleştirdi. Ardından bireyin el bileğinde horizontal adduksiyon yönünde kuvvet uyguladı ve bireyden kolunu tutarak bu pozisyonu korumasını istedi. 3 sn izometrik-tut, 3 sn gevşe, 10 sn pasif germe ve 20 sn dinlenme tut-gevşe PNF yöntemini uygulayarak 3 tekrar yapıldı. Uygulama sonrasında fizyoterapist bireyin kolunun ağırlığını alarak aktif yardımcı bir şekilde horizontal adduksiyon yönünde ilerletti ve posterior kapsülün gerilimini sağladı.

İstatistiksel analiz

Tüm istatistik analizler için "Statistical Package for Social Science (SPSS-Inc., Chicago, Illionis) 22.0 programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun tespiti için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Tüm demografik veriler ortalama±standart sapma (X±SD) ile gösterildi. Grup için analizlerin değerlendirilmesi Wilcoxon Rank Test ile yapıldı. Gruplar arası analizlerde ise Mann Whitney U testi kullanıldı. Tüm analizlerde p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Çalışma için gerekli örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla G*Power (G*Power Ver. 3.0.10, Franz Faul, Universität Kiel, Germany) paket programı kullanıldı.³⁷ Çalışmada, $\alpha=0,05$ tip I hata, $r=1,2$ etki büyüklüğü ile %80 güç elde edebilmek için her bir grubun en az 13, toplamda 26 olgudan oluşması gerektiği belirlendi. Ancak olabilecek kayıplar göz önüne alınarak dahil edilme kriterini karşılayan toplam 28 birey çalışmaya dahil edildi.

Tablo 1. Bireylerin demografik özellikleri.

	Anterior Kapsül (N=15) X±SD	Posterior Kapsül (N=13) X±SD	
Yaş (yıl)	22,20±1,37	22,61±1,66	*
Vücut ağırlığı	70,66±12,31	69,84±15,35	*
Boy (cm)	175,00±6,74	170,76±3,24	*

* $p>0,05$.

BULGULAR

Klinik özellikleri belirlenen tüm bireylerin yaş (22,39±1,49 yıl), vücut ağırlığı (70,28±13,54 kg) ve boy uzunluğu (171,85±7,72 cm) gibi demografik bilgileri incelendi, tüm değerler Tablo 1'de gösterildi. İki grup arasında yaş, vücut ağırlığı ve boy uzunluğu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulundu ($p>0,05$).

Primer sonuç ölçümleri

Grup içi karşılaştırmalar

Fırlatma hızı ölçümlerinin sonucunda hem anterior hem de posterior kapsül germe grubunda sayısal olarak bir artış görüldü. Ancak bu artışın sadece anterior kapsül germe grubunda istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0,016$), posterior kapsül germe grubunda ise anlamlı olmadığı belirlendi ($p=0,125$) (Tablo 4).

Gruplar arası karşılaştırmalar

Germe öncesi ve sonrası farkın analizinin sonucuna göre anterior ve posterior kapsül germe grupları arasında fırlatma hızı parametrelerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulundu ($p>0,05$).

Sekonder sonuç ölçümleri

Grup içi karşılaştırmalar

Eklem hareket açıklığı ölçümlerinin analizlerinde anterior kapsül germe grubunda, omuz iç rotasyonu hariç ($p=0,111$), omuz fleksiyon ($p=0,001$), omuz abduksiyon ($p=0,004$) ve omuz dış rotasyon açısından ($p=0,002$) istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). Posterior kapsül germe grubunda da omuz dış rotasyonu hariç ($p=0,065$, $p>0,05$), omuz fleksiyon ($p=0,002$), omuz abduksiyon ($p=0,001$) ve omuz iç rotasyon açısından ($p=0,012$) istatistiksel olarak anlamlı bir artış görüldü ($p<0,05$) (Tablo 2).

Kas kuvveti analizlerinin sonucunda anterior kapsül germe grubunda omuz dış rotasyon kas kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma bulunurken ($p=0,038$); omuz fleksiyon ($p=0,088$), omuz abduksiyon ($p=0,198$) ve omuz iç rotasyon ($p=0,629$) kas kuvvetlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulundu ($p>0,05$). Posterior kapsül germe grubunda yapılan omuz fleksiyon kas kuvveti ($p=0,158$), omuz abduksiyon kas kuvveti ($p=0,100$), omuz iç rotasyon kas kuvveti ($p=0,599$) ve omuz dış rotasyon kas kuvveti ($p=0,344$) ön-son test ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptandı ($p>0,05$) (Tablo 3).

Gruplar arası karşılaştırmalar

Germe öncesi ve sonrası farkın analizinin sonucuna göre anterior ve posterior kapsül germe grupları arasında omuz eklem hareket açıklığı (fleksiyon, abduksiyon, iç ve dış rotasyon), omuz kas kuvveti (fleksiyon, abduksiyon, iç ve dış rotasyon) parametrelerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulundu ($p>0,05$).

TARTIŞMA

Anterior ve posterior kapsül germe egzersizlerinin top fırlatma hızına akut etkisinin incelendiği bu çalışmanın en önemli bulgusu; 3 tekrarlı, 3 sn izometrik-tut ve 3 sn gevşe PNF tekniği ile yapılan anterior kapsül germe egzersizlerinin akut olarak top fırlatma hızını ve eklem hareket açıklığını artırdığının ortaya konulmasıdır.

Omuz eklemi 3 serbestlik derecesine sahiptir ve fleksiyon-ekstansiyon, abduksiyon-adduksiyon, internal-eksternal rotasyon olmak üzere tüm düzlemlerde harekete izin vermektedir. Birçok spor branşında performans

Tablo 2. Omuz eklemi hareket açıklığının grup içi ve gruplar arası analiz sonuçları.

	Anterior Kapsül Germe Grubu		Posterior Kapsül Germe Grubu		Gruplar arası	
	Germe öncesi X±SD	Germe sonrası X±SD	Germe öncesi X±SD	Germe sonrası X±SD	Germe Ö. p	Germe F. P
Omuz eklem hareketi (°)						
Fleksiyon (°)	180,46±7,34	187,73±7,63	178,00±11,28	183,53±13,20	0,655	0,608
p		0,001*		0,002*		
Abduksiyon (°)	172,66±13,41	179,00±10,24	170,23±13,06	179,69±11,52	0,390	0,530
p		0,004*		0,001*		
İç rotasyon (°)	67,33±10,52	70,53±11,60	62,15±13,51	67,23±12,41	0,380	0,474
p		0,111		0,012*		
Dış rotasyon	87,73±5,67	93,26±5,06	91,61±7,59	94,53±9,35	0,419	0,779
p		0,002*		0,065		

*p<0,05. Germe F: Germe öncesi-sonrası farkı.

Tablo 3. Omuz kas kuvveti ölçümleri grup içi ve gruplar arası analiz sonuçları.

	Anterior Kapsül Germe Grubu		Posterior Kapsül Germe Grubu		Gruplar arası	
	Germe öncesi X±SD	Germe sonrası X±SD	Germe öncesi X±SD	Germe sonrası X±SD	Germe Ö. p	Germe F. P
Omuz kas kuvveti (N)						
Fleksiyon (°)	16,46±7,17	17,14±7,09	15,25±3,04	16,08±4,36	0,872	0,945
p		0,088		0,158		
Abduksiyon (°)	16,19±7,43	14,80±5,21	13,99±2,56	15,24±3,38	0,629	0,872
p		0,198		0,100		
İç rotasyon (°)	14,50±3,47	13,90±4,04	13,07±2,10	13,53±2,83	0,213	0,872
p		0,629		0,599		
Dış rotasyon	12,27±3,15	11,41±3,26	11,20±1,84	11,26±1,93	0,419	0,729
p		0,038*		0,344		

*p<0,05. Germe F: Germe öncesi-sonrası farkı.

Tablo 4. Fırlatma hızı ölçümleri grup içi ve gruplar arası analiz sonuçları.

	Anterior Kapsül Germe Grubu		Posterior Kapsül Germe Grubu		Gruplar arası	
	Germe öncesi X±SD	Germe sonrası X±SD	Germe öncesi X±SD	Germe sonrası X±SD	Germe Ö. p	Germe F. P
Fırlatma hızı (km/s)	43,19±13,11	45,35±13,61	38,59±10,09	40,12±8,46	0,407	0,475
p		0,016*		0,125		

*p<0,05. Germe F: Germe öncesi-sonrası farkı.

göstergelerinden biri olan top fırlatma hareketi esnasında, tüm bu hareketlerin kolaylıkla yapılabilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.³⁸ Birçok faktörün bir bütün içerisinde gerçekleşmesine bağlı olan bu hareket³⁹; eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, demografik özellikler ve uygulanan eğitim modeli gibi faktörlerin etkisindedir ve bu faktörler bir araya gelerek top fırlatma hızı performansını olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedirler.

Literatürde eğitim modelleri içerisinde özellikle kuvvet ve esneklik çalışmalarının sporcular üzerinde bu parametreyi olumlu yönde etkilediğine dair çalışmalar mevcuttur; ancak bu çalışmalar genelde uzun sürelidir.^{40,41} Akut germe uygulamalarının bu parametre üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır.³⁸ Beyzbol oyuncularında üst ekstremitede iç rotatörlere PNF ve statik germe uygulayarak fırlatma hızına akut etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, her iki germe yönteminin de fırlatma hızına akut etkisinin olmadığını ortaya konulmaktadır.¹⁸ Top fırlatma hızının araştırıldığı çalışmalarda çoğunlukla sporcu bireyler test edilmektedir. Sedanter bireyler, bu parametreyi günlük yaşantılarında fazla kullanmadığı düşüncesiyle genelde kontrol grubunu oluşturmaktadır. Bilgimiz dahilinde bu çalışma sedanter bireylerde tut-gevşe PNF germe egzersizlerinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Sporcu bireylerde de yapılan çalışmalar oldukça yetersiz olup bu uygulamaların nasıl ve ne kadar etkili olduğuna dair yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Performans artışı için kısa sürede olumlu etkileri olan yöntemlerin uygulanması sıkça tercih edilmektedir.⁴²⁻⁴⁴ Bu nedenle akut uygulamaların etkisinin araştırılması birçok bilimsel çalışmanın konusu olmaktadır.

Esneklik çalışmaları içinde en kısa sürede etkili olan yöntem PNF yöntemidir.³⁴ Motor performans ve rehabilitasyonda hem aktif hem de pasif eklem hareket açıklığının artması için yaygın olarak kullanılmaktadır. PNF uygulamalarının etkinliğinin yoğunluğa ve süreye bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir.

PNF germe yönteminin eklem hareket açıklığının artışında oldukça etkili olduğu çalışmalarla kanıtlanmış olup statik, dinamik ve PNF germe yöntemlerinin akut etkilerinin karşılaştırıldığı durumlarda PNF yönteminin sıklıkla tercih edildiği belirtilmektedir.¹⁷ Al

Dajah çalışmasında subskapularis kasına uyguladığı PNF germe sonucunda omuz dış rotasyon açısında anlamlı bir artış elde ettiğini belirtmektedir.⁴⁵ Nobre vd. yaptıkları çalışmada, Kabat metodu ile PNF tekniğinin hem iç hem de dış rotasyon eklem hareket açıklığını artırdığı; ancak sadece dış rotasyon eklem hareket açıklığında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme ile ilişkili olduğu görülmektedir.⁴⁶ Top fırlatma gibi baş üstü hareketlerin olduğu spor branşlarında omuz kompleksinde iç rotasyona oranla daha büyük bir dış rotasyon eklem açısı görülür.³⁹ Bu nedenle yapılan uygulamaların eksik ya da az olan eklem hareket açıklıklarını da artırması hedeflenmektedir. Bu yaklaşımla araştırmada her iki grupta da fleksiyon, abduksiyon, iç ve dış rotasyon açıları test edildi. Fleksiyon ve abduksiyon açıları her iki grupta anlamlı bir artış gösterirken anterior kapsül germe grubunda ek olarak sadece dış rotasyon eklem hareket açısı, posterior kapsül germe grubunda ise iç rotasyon eklem hareket açısında anlamlı bir artış görüldü. Anterior kapsül germe egzersizlerinin hem iç hem de dış rotasyon açısında yükselişe neden olması; ancak yalnızca dış rotasyon hareket açıklığında anlamlı bir değişim göstermesi Nobre vd. çalışmasını destekler niteliktedir. Benzer şekilde posterior kapsül germe grubunda da hem iç hem de dış rotasyon hareket açıklığında artış görülmesine rağmen sadece iç rotasyon hareket açıklığı değerlerinde akut olarak anlamlı bir değişim görüldü. Bu sonuç Oyama vd.'nin posterior omuz germe egzersizlerinin iç rotasyon hareket açıklığında akut artışa neden olduğu çalışması ile benzerlik göstermektedir.⁴⁷

Servis hareketinde belirli bir kas kuvveti ile birlikte dış rotasyon hareketinin geniş açıda yapılması, raketin geriye alınmasına yardımcı olacak böylece raketin ivmelenmesi sağlanmış olacaktır.³⁹ Bu çalışmada da anterior kapsül germe grubunda PNF uygulamasının ardından dış rotasyon eklem hareket açıklığı akut olarak arttı ve top fırlatma hızında anlamlı bir artış görüldü. Elde edilen bu sonuç, Kaya vd. ³⁹ görüşünü desteklemektedir. Ancak el dinamometresi ile yapılan analiz sonucunda kas kuvvetinde anterior kapsül germe grubunda dış rotasyon kas kuvvetinde azalma meydana geldi.

Bazı çalışmalarda akut germe egzersizlerinin kuvvete olan etkisinin

araştırıldığı görülmektedir. PNF germe yöntemlerinin de kas kuvveti üzerindeki akut etkileri bilim insanları tarafından daha önce araştırıldığı bilinmektedir;^{20,48-50} ancak PNF germelerinin etkisi hala net olarak ortaya konulamamaktadır.¹⁷ Kas-tendon ünitesinde meydana gelen akut gerilme ile kasın optimum uzunluğu değişmekte ve kasın tonusunu azaltmaktadır. Ardından kontraksiyon gerçekleşmesiyle beklenen kasta zorlanma olmakta ve kuvvette azalma görülebilmektedir.¹⁷

Da Fonseca Silva Reis vd.'nin futbol oyuncularında statik ve PNF germenin, maksimal istemli kas kasılmasına akut etkisini incelediği görülmektedir.⁴⁹ Bu çalışmada, quadriceps femoris kasına pasif olarak 30 sn germe uygulaması sonrasında 8 sn izometrik kontraksiyon uygulandığı ve 3 tekrar yapıldığı bildirildi. Yapılan analiz sonrasında kısa süreli PNF germe egzersizlerinin quadriceps kasında izometrik istemli kas kontraksiyonuna etkisinin olmadığı ortaya konuldu. Bu durumun yapılan germe egzersizlerinin süresi ile ilişkili olduğunu ifade eden yazar ve arkadaşları,⁴⁹ 45 sn'nin altındaki germe egzersizlerinin kasa zarar vermeyebileceğini ve performansı olumsuz etkilemeyeceğini bildirmektedir. Ayrıca çalışmalarının sonunda, daha kısa süreli protokollerin denenmesinin önemine dikkat çekmektedirler. Bradley vd. 18 erkek üniversite öğrencisinde statik, balistik ve PNF germelerinin dikey zıplama performansı üzerindeki akut etkisini inceledi.²⁰ Ölçümlerin ardından statik ve PNF germe sonrasında belirgin, balistik germe sonrasında daha düşük oranlı bir azalma ortaya konuldu. Statik ve PNF germelerin, kas-tendon ünitelerinin sertliğini azaltması ile kasta kuvvet üretiminin bozulduğunu ve hız-uzunluk-gerilim ilişkisinin bozulduğunu dile getiren Bradley vd.²⁰ elde ettikleri sonucun bundan kaynaklanabileceğini öne sürmektedir. Bir başka çalışmada ise, 19 sağlıklı bireyde statik ve PNF (30 sn pasif germe sonrası 5 sn kontraksiyon) germelerinin dominant bacakta ekstansör kas gruplarının kuvveti üzerine olan etkisi araştırıldı. Her iki germenin de kasta kuvvet üretebilme yeteneğini azaltarak kas kuvveti değerlerinde ölçüm öncesine oranla azalma meydana getirdiği bulundu⁵⁰ Barraso vd. de maksimal kuvvet ve tekrar sayılarında statik, balistik ve PNF germelerinin etkilerini araştırdılar,⁴⁸ ve

sadece PNF germe sonrasında maksimal dinamik kuvvetin azaldığını ortaya koydular. Barraso vd.⁴⁸ bu azalmayı açıklamak için iki ayrı hipotez öne sürmektedirler: 1) Kas-tendon ünitesinde vizkoelastik özelliklerin değişmiş olması ve 2) PNF germenin otojenik inhibisyon ile sinir-kas aktivasyonunu azalttığı. Bu çalışmada da kısa süreli PNF germe egzersizlerinin anterior kapsül germe grubunda sadece fleksör kas kuvvetinde; posterior kapsül germe grubunda da fleksör, abduktör, iç ve dış rotatör kas kuvvetinde artışa neden olduğu; ancak bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu. Buna karşılık anterior kapsül germe grubunda abduktör, iç ve dış rotatör kas kuvvetinde azalma görülürken, bu azalmanın dış rotatör kas kuvvetinde anlamlı olduğu ifade edildi. Bu durum, genel olarak PNF germe egzersizlerinin kuvvet üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaları destekler niteliktedir. Çalışmanın sonucunda her iki grupta da kas kuvvetinde artma ve azalmanın görülmüş olması, uygulanan germe süresi ile ilişkili olabilir. PNF germe egzersizlerinin incelenen parametrelerde negatif sonuçlar ortaya çıkardığı çalışmalara bakıldığında genelde 30 sn'nin üzerinde germe yapıldığı ve farklı dinlenme sürelerinin olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada ise 3 sn izometrik-tut, 3 sn gevşe, 10 sn pasif germe ve 20 sn dinlenme süresi uygulanıp oluşabilecek negatif sonuçların ekarte edilmesi³⁶ hedeflendi. Uygulama sonucunda bazı kaslarda kuvvet parametrelerinde görülen yükseliş, bu fikrin doğruluğu yönündeki görüşü desteklemektedir.

İzometrik tut-gevşe PNF tekniğinin uygulandığı bu çalışmada posterior kapsül germe grubunda kas kuvveti değerlerinde sayısal artış görülürken anterior kapsül germe grubunda azalma görülüyor olmasının, analizi yapılan kas gruplarının (fleksör, abduktör, iç ve dış rotatör kasları) anatomik yerleşimi ile ilgili olabileceği düşünülebilir. Bu kasların; eklemin ön yüzünde üst, orta ve alt glenohumeral ligamentlerle ilişkili olduğu ve anterior kapsülle ilişkilerinin posterior kapsüle oranla biraz daha fazla olduğu bilinmektedir.⁵¹ Bu nedenle, PNF germelerinin kas kuvveti üzerindeki olumsuz etkilerinin anterior kapsül germe grubunda daha fazla olması bu durumun bir sonucu olarak düşünülebilir.

Tüm bunların yanı sıra demografik

özelliklerin de tüm vücut kuvvetini etkilediğine dair çalışmalar bulunmaktadır.²⁶ Bazı spor branşlarında yaş ile değişmekle birlikte kas kütleindeki artışın spora özgü hareketlerdeki performans başarısını artırdığı ortaya konulmaktadır.⁵² Bonato vd. yaptıkları çalışmada boy uzunluğu gibi bazı demografik özelliklerin fırlatma hızını etkilediğini belirtmektedirler.⁵³ Gençoğlu vd. de çalışmalarında erkeklerin vücut ve kas kütlelerinin fazla olması ve hem boy hem de ekstremitelerinin daha uzun olması nedeniyle kadınlara oranla daha iyi bir atış hızına sahip olduklarını gösterdiler.⁵⁴ Bu çalışmada ise Gençoğlu vd'nin çalışmasından farklı olarak tüm bireyler erkek olarak seçildi. Demografik özellikleri incelendi ve benzer özellikte yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığına sahip oldukları ortaya konuldu. Bu durum omuzda anterior ve posterior kapsül germe yapılan bireylerimizde incelenen top fırlatma hızında görülen değişikliklerin antropometrik özelliklerden kaynaklanmayıp izole olarak uygulanan germe yönteminin sonuçlarından kaynaklandığı sonucunu ortaya koymaktadır.

Limitasyonlar

Üniversite öğrencilerinde yapılan bu çalışmanın farklı sporcularda yapılamaması bir limitasyon olarak düşünülebilir. Bunun dışında çalışmaya alınan tüm bireylerin erkek olması ve sonuçların cinsiyete göre ayrımının yapılamaması bir diğer limitasyondur. Omuz kas kuvveti testi izometrik olarak yapıldı. Bu testin germe öncesinde ve sonrasında top fırlatma pozisyonunda dinamik olarak yapılması ve etkisinin araştırılması önerilebilir. Ayrıca diğer limitasyonların da giderilerek yeni çalışmalar planlanması sağlanabilir.

Sonuç

Kısa süreli PNF yöntemi ile omuzun anterior ve posterior kapsülüne germe egzersizlerinin yapıldığı bu çalışmada, anterior kapsül germe sonucunda top fırlatma hızının arttığı görüldü. Her iki grubun da fleksiyon, abduksiyon ve iç rotasyon eklem hareket açıklığı arttı, dış rotasyon eklem hareket açıklığı ise sadece anterior kapsül germe grubunda artış gösterdi. Kas kuvveti analizlerinin sonucunda hem anterior hem de posterior kapsül germe grubunda görülen artışların anlamlı olmadığı bulundu. Anterior kapsül germe grubunda eksternal rotasyon kas

kuvvetindeki düşüş ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu çalışmada, tut-gevşe PNF ile kısa süreli anterior kapsül germe egzersizlerinin top fırlatma hızını olumlu yönde etkilediği ortaya konuldu. Bu egzersizleri, baş üstü aktiviteleri yoğun olarak kullanan performans sporcularına, antrenman ya da maç öncesi ısınma seanslarında kullanmaları önerilebilir. Elde edilen sonuçlar; üst ekstremiteye yönelik uygulamalar yapan sağlık profesyonellerine, antrenör ve sporculara oldukça katkı sağlayacaktır. Gelecek araştırmalarda farklı performans sporlarında, daha fazla birey ile benzer çalışmaların yapılması ve kassal performansa olan etkilerinin araştırılması önerilebilir.

Teşekkür: Yazar, bu çalışmada yer alan tüm gönüllü bireylere ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Ani Agopyan'a teşekkür eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: DT: Çalışma tasarımı, veri toplama, veri analiz, makale yazma.

Çıkar Çatışması: Yok.

Finans: Yok.

Etik Onay: Bu araştırma protokolü Fenerbahçe Üniversitesi Akademik Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu (sayı: 20-003, tarih: 29.04.2020) tarafından onaylandı.

KAYNAKLAR

1. Behm DG. The science and physiology of flexibility and stretching: Implications and applications in sport performance and health. Oxon, UK: Routledge; 2019.
2. Chaabene H, Behm DG, Negra Y, et al. Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power: An Attempt to Clarify Previous Caveats. *Front Physiol.* 2019;10:1468.
3. Medeiros DM, Martini TF. Chronic effect of different types of stretching on ankle dorsiflexion range of motion: Systematic review and meta-analysis. *Foot.* 2018;34:28-35.
4. Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, et al. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness. *J Sports Sci.* 2009;27:957-961.
5. Opplert J, Genty JB, Babault N. Do Stretch

- Durations Affect Muscle Mechanical and Neurophysiological Properties? *Int J Sports Med.* 2016;37:673-679.
6. McHugh MP, Nesse M. Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:566-573.
 7. Agopyan A, Tekin D, Unal M, et al. Acute effects of static stretching on isokinetic thigh strength on modern dancers. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53:538-550.
 8. Farinatti PT, Brandao C, Soares PP. Acute effects of stretching exercise on the heart rate variability in subjects with low flexibility levels. *J Strength Cond Res.* 2011;25:1579-1585.
 9. Akbulut T, Agopyan A. Effects of an eight-week proprioceptive neuromuscular facilitation stretching program on kicking speed and range of motion in young male soccer players. *J Strength Cond Res.* 2015;29:3412-3423.
 10. Connolly DAJ, Sayers SP, McHugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2003;17:197-208.
 11. Özgül F. Investigating Flexibility Effects on Vertical Jump of the Adolescent Athletes. *Int J Sport Phys Educ.* 2018;4:19-21.
 12. Lima CD, Ruas CV, Behm DG, et al. Acute effects of stretching on flexibility and performance: a narrative review. *J Sci Sport Exerc.* 2019;1:29-37.
 13. Aldridge R, Stephen Guffey J, Whitehead MT, et al. The effects of a daily stretching protocol on passive glenohumeral internal rotation in overhead throwing collegiate athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7:365-371.
 14. Agopyan A, Bozdogan FS, Tekin D, et al. Acute effects of static stretching exercises on shortdistance flutter kicking time in child swimmers. *Int J Perform Anal Sport.* 2012;12:484-497.
 15. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:2633-2651.
 16. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, et al. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *Strength Cond Res.* 2008;22:1832-1837.
 17. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, et al. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;41:1-11.
 18. Williams M, Harveson L, Melton J, et al. The Acute Effects of Upper Extremity Stretching on Throwing Velocity in Baseball Throwers. *J Sports Med.* 2013;2013:1-7.
 19. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1334-1359.
 20. Bradley P, Olsen P, Portas M. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21:223-226.
 21. Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, et al. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1422-1428.
 22. Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med.* 2004;14:267-273.
 23. Whiteley R. Baseball throwing mechanics as they relate to pathology and performance: a review. *J Sport Sci Med.* 2007;6:1-20.
 24. Wang YT, Ford HT, Ford HT, et al. Three-dimensional kinematic analysis of baseball pitching in acceleration phase. *Percept Mot Skills.* 1995;80:43-48.
 25. Turgut E, Düzgün İ, Medeni ÖÇ, et al. Donuk omuzda ön ve arka kapsül germe egzersizlerinin erken dönem etkileri. *Fizyoterapi Rehabilitasyon.* 2015;26:67-72.
 26. Mermier CM, Janot JM, Parker DL, et al. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *Br J Sports Med.* 2000;34:359-365.
 27. Gorostiaga EM, Granados C, Ibáñez J, et al. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med.* 2005;26:225-232.
 28. Karadenizli ZI. Hentbolde dayanma adımlı kale atışındaki top hızı ile reaksiyon zamanı, çeviklik ve antropometril özellikler arasındaki ilişkiler. *Asos Journal.* 2018;6:302-313.
 29. Vairo GL, Duffey ML, Owens BD, et al. Clinical descriptive measures of shoulder range of motion for a healthy, young and physically active cohort. *Sport Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2012;4:1-7.
 30. Fieseler G, Molitor T, Irlenbusch L, et al. Intrarater reliability of goniometry and hand-held dynamometry for shoulder and elbow examinations in female team handball athletes and asymptomatic volunteers. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135:1719-1726.
 31. Fieseler G, Laudner KG, Irlenbusch L, et al. Inter- and intrarater reliability of goniometry and hand held dynamometry for patients with subacromial impingement syndrome. *J Exerc Rehabil.* 2017;13:704-710.
 32. Katoh M. Test-retest reliability of isometric

- shoulder muscle strength measurement with a handheld dynamometer and belt. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:1719-1722.
33. Gagnon DH, Roy A, Gabison S, et al. Effects of Seated Postural stability and trunk and upper extremity strength on performance during manual wheelchair propulsion tests in individuals with spinal cord injury: An exploratory study. *Rehabil Res Pract.* 2016;1-11.
 34. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: Mechanisms and clinical implications. *Sport Med.* 2006;36:929-939.
 35. Surburg PR, Schrader JW. Proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in sports medicine: A reassessment. *J Athl Train.* 1997;32:34-39.
 36. Victoria GD, Carmen E-V, Alexandru S, et al. The Pnf (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) stretching technique: a brief review. *Ovidius Univ Ann, Ser Phys Educ Sport Sci, Mov Health.* 2013;2:623-628.
 37. Yaşaroğlu ÖF, Serel-Aslan S, Kılınc HE, et al. an Evaluation of Swallowing Function After Cancer Treatment in Head and Neck Cancer Patients. *Türk Fiz ve Rehabil Derg.* 2020;31:196-201.
 38. Fujimoto, M. The relationship between shoulder stretching and throwing velocity in high school baseball players [Doctoral dissertation], California University of Pennsylvania; 2008.
 39. Kaya M, Ko M, Effect T, et al. The effect of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques applied to the upper extremities in the tennis players at the age range of 18-22 on serve speed. *Ulus Kinezyoloji Derg.* 2020;1:11-16.
 40. Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, et al. Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *J Strength Cond Res.* 2014;28:1401-1410.
 41. Fernandez-Fernandez J, Ellenbecker T, Sanz-Rivas D, et al. Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *J Sport Sci Med.* 2013;12:232-239.
 42. Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Phys Ther Sport.* 2001;2:186-193.
 43. Gomes TM, Simão R, Marques MC, et al. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond Res.* 2011;25:745-752.
 44. Moreno-Pérez V, López-Samanes Á, Domínguez R, et al. Acute effects of a single tennis match on passive shoulder rotation range of motion, isometric strength and serve speed in professional tennis players. *PLoS One.* 2019;14:1-10.
 45. Al Dajah SB. Soft tissue mobilization and PNF improve range of motion and minimize pain level in shoulder impingement. *J Phys Ther Sci.* 2014;26:1803-1805.
 46. Nobre TL, Rocha LY, Ramos CC, et al. The use of proprioceptive neuromuscular facilitation for increasing throwing performance. *Rev Bras Med do Esporte.* 2020;26:332-336.
 47. Oyama S, Goerger CP, Goerger BM, et al. Effects of non-assisted posterior shoulder stretches on shoulder range of motion among collegiate baseball pitchers. *Athl Train Sport Heal Care.* 2010;2:163-170.
 48. Barraso R, Tricoli V, Dos Santos Gil S, et al. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res.* 2012;26:2432-2437.
 49. Da Fonseca Silva Reis E, Pereira GB, de Sousa NMF, et al. Acute effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching on maximal voluntary contraction and muscle electromyographical activity in indoor soccer players. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013;33:418-422.
 50. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40:94-103.
 51. Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther.* 1986;66:1855-1865.
 52. Pyne D, Saunders P, Petersen C, et al. Anthropometric and strength correlates of peak fast bowling velocity in junior and senior cricketers. *J Strength Cond Res.* 2006;20:620-626.
 53. Bonato M, Maggioni MA, Rossi C, et al. Relationship between anthropometric or functional characteristics and maximal serve velocity in professional tennis players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2015;55:1157-1165.
 54. Gençoğlu C, Gümüş H. Performance factors of handball: physiological demands and velocity of ball throwing. *Türkiye Klin J Sport Sci.* 2020;12:94-104.