

GLENOHUMERAL İNTERNAL ROTASYON DEFİSİTİ OLAN ERKEK VOLEYBOLCULARDA İZOKİNETİK KAS KUVVETİ İLE FONKSİYONEL PERFORMANS TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Seda BİÇİCİ ULUŞAHİN¹, İrem DÜZGÜN²

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

²Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu çalışma glenohumeral internal rotasyon defisiti (GİRD) bulunan voleybol oyuncularında üst ekstremité fonksiyonel performansı ile izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla gerçekleştirildi. Çalışmaya GİRD'i bulunan 34 profesyonel voleybol oyuncusu dahil edildi. (ortalama yaş±SS (22,2±2 yıl), ortalama vücut kütle indeksi±SS (22,1±0,9 kg/m²)). Sporcuların omuz internal ve eksternal rotasyon konsentrik kas kuvveti 60°/sn ve 300°/sn hızlarda ölçüldü. Sporcuların üst ekstremité performansı oturarak tek kol fırlatma testi ve smaç hızı radar (Bushnell, USA) ile ölçülerek değerlendirildi. Değişkenler arası ilişki Spearman Korelasyon testi ile incelendi. Konsentrik 60°/sn internal rotasyon ve eksternal rotasyon kuvvetinin smaç hızı (sırasıyla, r=-0,180, r=-0,125) ve oturarak tek kol top fırlatma sonuçları (sırasıyla, r=-0,040, r= -0,09) arasında; konsentrik 300°/sn internal rotasyon ve eksternal rotasyon kuvvetinin smaç hız (sırasıyla, r=0,104, r=-0,05) ve oturarak tek kol top fırlatma sonuçları (sırasıyla, r= -0,135, r= -0,057) arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunmadı (p>0,05). GİRD patolojisi olan voleybolcularda omuz rotator kas kuvvet performanslarını belirlemede oturarak tek kol top fırlatma mesafesi ve smaç hızı ölçümünün belirleyici olmadığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Glenohumeral eklem, fonksiyonel performans, izokinetik kuvvet

INVESTIGATION OF THE RELATION BETWEEN ISOKINETIC MUSCLE STRENGTH AND FUNCTIONAL PERFORMANCE TESTS IN MALE VOLLEYBALL PLAYERS WITH GLENOHUMERAL INTERNAL ROTATION DEFICIT

ABSTRACT

This study aims to identify the relationship between isokinetic muscle strength and upper extremity functional performance in volleyball players with glenohumeral internal rotation deficit (GIRD). 34 professional volleyball players with GIRD were included in the study. (average age±SD (22.2 ± 2), average body mass index±SD (22.1±0.9kg/m²)). The concentric strength of the shoulder internal and external rotation muscles was measured at an angular speed of 60°/sec and 300°/sec. The players' upper extremity performance was measured with a single arm shot put test and radar velocity measurement (Bushnell, USA) of a spike. The Spearman correlation test was used to analyze the relationship between the variables. No statistically meaningful correlation was found between internal and external rotation concentric strength at an angular speed of 60°/sec and spike velocity (r=-0.180, r=-0.125, respectively), and the single arm shot put test (r=-0.040, r=-0.09, respectively); nor between internal and external rotation concentric strength at an angular speed of 300°/sec and spike velocity (r=0.104, r=-0.05, respectively), and the single arm shot put test (r= -0.135, r= -0.057, respectively) (p>0.05). Relying solely on a single arm shot put test and spike velocity to assess the performance of shoulder rotator muscle strength in volleyball players with GIRD may not offer sufficient information.

Keywords: Glenohumeral joint, functional performance, isokinetic strength

İletişim/Correspondence

Seda Biçici Uluşahin

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye,

E-posta: sedabicici@gmail.com

Geliş tarihi/Received: 25.01.2021

Kabul tarihi/Accepted: 11.03.2021

GİRİŞ

Voleybol oldukça popüler, yoğun antrenman ve maç programına sahip olan bir spor dalıdır. Diğer baş üstü fırlatma sporlarına benzer bir şekilde voleybolda da omuz sürekli tekrar eden aşırı streslere maruz kalır. Omuz yaralanmaları, voleybolda ayak bileği ve diz yaralanmalarından sonra en sık karşılaşılan yaralanma tipidir. Voleybolda omuz yaralanmalarının prevalansı %2,1 ile %42 arasında değişmektedir. (1) Bu yaralanmalarının birçok sebebi vardır. Baş üstü fırlatma sporcularında yaralanma sebepleri olarak; glenohumeral internal rotasyon defisiti (GİRD), eksternal rotator kasların kuvvetinde azalma ve skapular diskinezi belirtilmektedir (2). GİRD, baş üstü fırlatma sporcularında aşırı baş üstü aktiveye bağlı fırlatma omuzunda tespit edilen azalmış glenohumeral internal rotasyon açısı olarak tanımlanmıştır (3). GİRD'e sebep olan etkenler kemiksel adaptasyonlar, posterior kapsül gerginliği, posterior rotator kılıf ile posterior deltoid hipertrofisi ve postür değişiklikleri olarak belirtilmiştir (3-5).

Fırlatmanın özellikle "follow – through" fazında omuz eklemi internal rotasyon yönünde yavaşlamaya başlarken posterior rotator kılıf ve posterior kapsül büyük bir distraksiyon kuvvetine maruz kalır (6). Tekrarlı mikro travmalar ve devamında oluşan doku iyileşmesinin (proliferasyonun) posterior kapsülde kısılmaya ve kalınlaşmaya; posterior rotator kılıf kaslarında esnekliğin azalmasına yol açtığı düşünülmektedir. İnternal rotasyon azalmasına ek; morfolojik olarak anterior hiperlaksite, humeral retroversiyon, skapular diskinezi ve azalmış eksternal rotator kas kuvveti voleybol sporcuları da dahil olmak üzere baş üstü sporcularında görülmektedir (7-9). Tüm bunlar üst ekstremitte yaralanmalarına sebep olmanın yanı sıra performansta da düşüşe neden olan faktörler olarak belirtilmiştir (10-13).

Omuz internal ve eksternal rotator kas kuvvetinin izokinetik sistem ile değerlendirilmesi yaralanma riskini belirleme, yaralanma sonrası spora dönüş ve performans değerlendirmede sıklıkla kullanılan ve geçerliliği güvenilirliği yüksek bir yöntem olduğu bilinmektedir (14, 15). Bununla birlikte izokinetik sistemin pahalı olması, portatif taşınabilir bir cihaz olmaması, testin sahada uygulanamaması ve her yerde bulunmaması sistemin dezavantajlarıdır. Bu nedenle sahada sporcuların değerlendirilebildiği, uygulaması kolay ve ucuz olan fonksiyonel testler önem kazanmaktadır. Üst ekstremitte ile ilgili sahada uygulanabilen fonksiyonel performans testlerine yaralanmayı önlemek, sezon öncesi, sezon sırasında performans değerlendirmek ve rehabilitasyonda yaralanma sonrası spora dönüşü karar vermek amacıyla ihtiyaç vardır. Ancak, üst ekstremitteye yönelik fonksiyonel performans testlerinin kullanımı ve yorumlanması ile ilgili araştırmaların sayısı oldukça limitlidir (16). Oturarak tek kol top fırlatma testi ve smaç hızı ölçümü, düşük maliyetli, uygulanması kolay, voleybola uygun üst ekstremitte fonksiyonel performans testleridir. Oturarak tek kol top fırlatma testinin sağlıklı bireylerde ve baş üstü fırlatma sporcularında gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik değerinin iyi ile mükemmel aralığında olduğu bildirilmiştir (17). Voleybolda sporcu sıçramadan kendi attığı topa smaç vururken radar cihazı ile ölçülen smaç hızı yönteminde üst ekstremitte performansını değerlendirmek hedeflenir(18). Bu test voleybola özgü, pratik, direkt ve güvenilirdir (19). Daha önce yapılan araştırmalarda baş üstü fırlatma sporcularında oturarak tek kol top fırlatma ve smaç hızı ölçüm sonuçları ile izokinetik kuvvet arasında orta ve kuvvetli düzeyde ilişkili bulunmuştur (20, 21). Bununla birlikte, fırlatma omuzlarında internal rotasyon eklem hareket açıklığı defisiti olan sporculara özgü böyle bir ilişki

araştırılmamıştır. Bu araştırmanın amacı GİRD’i bulunan voleybol sporcularında omuz performansını değerlendirmede kullanılan izokinetik kuvvet, smaç hızı ve tek kol top fırlatma testi arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Hipotezimiz, GİRD’i bulunan voleybol oyuncularında izokinetik kuvvet ile smaç hızı ve tek kol top fırlatma testleri arasında bir ilişki vardır şeklinde kurulmuştur.

YÖNTEM

Çalışmaya en az 3 yıldır profesyonel olarak liglerde oynayan 18-30 yaş arası posterior omuz gerginliği tespit edilen 34 erkek voleybolcu dahil edildi. Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 28/01/2019 tarihinde ve 2019/02-38 KA17141 karar numarası ile izin alındı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- En az 3 yıldır profesyonel ligde oynuyor olmak
- 18-30 yaş aralığında olmak
- Yapılan internal rotasyon eklem hareket ölçümünde dominant tarafın non-dominant omuza göre en az 15° limitli olması
- Haftada en az 4 defa düzenli olarak antrenman yapma
- İmpingement testlerinden; Hawkins, Neer ve Jobe testlerinin negatif olması
- Görsel analog skalasına göre omuz ağrı şiddetinin en fazla “3 cm” olarak işaretlenmesi

Dışlanma kriterleri;

- Daha önce omzundan cerrahi müdahale görmek
- Son 6 ay içinde omuz yaralanması geçirmek ve tedavi olmak
- Boyun ile ilgili tanısı konan bir problemi olmak
- Tanısı konan herhangi bir sistemik hastalığı bulunmak
- Tanısı konan bir romatolojik hastalığa sahip olmak
- Daha önce omzunda subluksasyon / diskolasyon geçirmek

- Akromioklavikular eklemde dejenerasyon (“scarf” testi pozitif olan)
 - Çalışmaya katılmak istememek
- Tüm katılımcıların demografik bilgileri; yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, dominant taraf, spor deneyim yılı, haftalık antrenman gün, sayı ve süre bilgileri kaydedildi.

Gonyometrik Ölçüm: GİRD’in belirlenmesinde dijital inklinometre (Jtech IQ ProTM, USA) kullanıldı. Sporcuların hem internal hem de eksternal pasif eklem hareket açıklıkları kaydedildi. İnternal rotasyon ölçümü, iki araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Araştırmacılardan bir tanesi korakoid çıkıntıyı palpasyon ile kontrol ederken diğer araştırmacı eklem hareket açıklığını ölçtü. Ölçüm öncesi, sporcular sırtüstü yatış pozisyonunda iken omuzları pasif olarak 90 derece abduksiyona getirildi. Bu pozisyonda sporcuların omuzları pasif olarak internal rotasyon yönünde hareket ettirildi. Korakoid çıkıntı öne doğru hareket etmeye başladığı noktada durup ölçüm kaydedildi. Eksternal rotasyon ölçümü aynı pozisyonda pasif olarak ölçüldü. Sporcunun rahatsız olduğu açıda ya da toraks yataktan kalkmaya başladığında durup ölçüm kaydedildi. Skapula tedavi masasında kişinin vücut ağırlığı ile sabitlendi (22). Dijital inklinometre ile yapılan omuz internal / eksternal rotasyon gonyometrik ölçümleri geçerli ve güvenilir bulunmuştur (23).

İzokinetik Ölçüm: Tüm sporcular Türkiye Voleybol Federasyonu performans laboratuvarında IsoMed 2000 (D.&R. Ferstl GmbH, Almanya) izokinetik cihazı ile test edildi. İnternal ve eksternal rotasyon kas kuvveti ölçümü sporcular dik oturma pozisyonunda, omuz 90° abduksiyonda (skapular düzlem), dirsek 90° fleksiyonda ve ön kol nötral pozisyonda iken test edildi. 60°/sn ve 300°/sn olmak üzere 2 açısal hızda test uygulandı (Şekil 1).



Şekil 1: İzokinetik test uygulama pozisyonu

60°/sn'lik düşük açısal hız kasların maksimum istemli kas aktivasyonu ile ilişkili olduğu ve maksimum kuvvet değerinin belirlenmesinde kullanıldığı, 300°/sn'lik açısal hız ise fırlatma sporcularında kas koordinasyonu ve fonksiyonel aktiviteleri ile ilişkili olduğu için tercih edildi (24). Test öncesinde kol ergometresinde 5dk ısınma yapıldı. Ergometre 60 kg/m iş yükünde dakikada 90 tekrar olacak şekilde ayarlandı. Sporcuların hem cihazı tanıması hem de ısınmaları için test edilen ilk açısal hızda 5 submaksimal tekrar yapması istendi, bir dakikalık dinlenme aralıklarıyla 60°/sn ve 300°/sn lik hızlarda 5 tekrar yapmaları istendi. Maksimum tepe tork/ vücut ağırlığı (Nm/kg) kaydedildi (25). İzokinetik ölçümler, omuz internal ve eksternal rotasyon kuvvet ölçümünde geçerli ve güvenilir bulunmuştur (26). Ölçüm pozisyonu fonksiyonel olarak sportif harekete daha yakın, rahat ve yüksek güvenilirliğe sahip bir pozisyon olduğu için skapular düzlemde 90° omuz abduksiyon pozisyonu olarak belirlendi (25). Literatürde kol ağırlığı alınarak yapılan ölçümlerin daha güvenilir olduğu belirtildiği için testten önce kolun ağırlığı alındı (27). İkinci ölçümlerin aynı pozisyonda yapılabilmesi için her sporcunun ilk test pozisyonu otomatik kaydedildi. Farklı morfolojik özelliklerdeki sporcuları karşılaştırabilmek için

maksimum tepe tork değeri vücut ağırlığına bölünerek normalize edildi (28).

Oturarak Tek Kol Top Fırlatma Testi

Test uygulanırken sporculardan 42.72 cm standart yükseklikte kol desteği olmayan bir sandalyeye oturması istendi. Elle kavranabilecek büyüklükte 2,72 kg'lık sağlık topu kullanıldı. Sandalyenin karşısına ters olarak başka bir sandalye yerleştirilerek test yapılacak kişinin bacakları bu sandalye üzerine konuldu. Fırlatma yapmayan kol gövdeden omuza çapraz olarak yerleştirilerek gövde ve bacakların kullanımını minimal düzeye indirmek hedeflendi (Şekil 2).

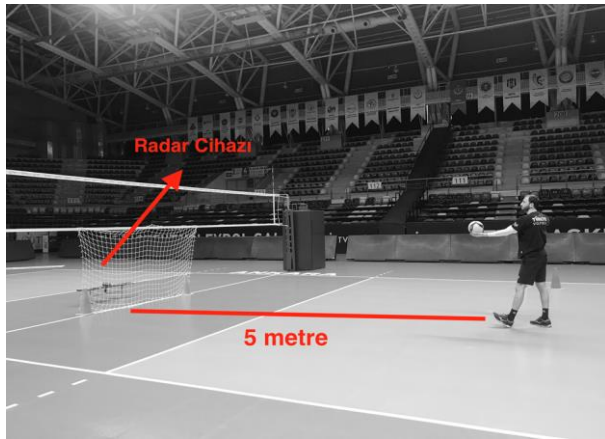


Şekil 2: Tek kol top fırlatma testi uygulama pozisyonu

Test yapılmadan önce sporculara test prosedürü anlatıldı. İstenilen fırlatma hareketi gösterilerek ısınma amaçlı 4 kez giderek artan şiddetlerde atış yapmaları istendi. 4. fırlatmada maksimum efor ile sağlık topunu fırlatacakları, 4. fırlatmaya gelene kadarda ilk fırlatmada düşük eforlu (maksimum eforlarının %25 gibi düşünmeleri istendi), 2. ve 3. fırlatmada ise maksimum eforlarının, %50, %75'i kadar efor sarf ederek ısınmayı tamamlamaları hedeflendi. Efor derecelerini 100 puan üzerinden düşünüp 25, 50, 75'lik atışlar olarak algılamaları istendi. Daha sonra sporculardan iki dakika dinlenmesi ve üç tane maksimum fırlatma yapmaları istendi.

Test yapılan sporcunun oturduğu sandalyenin başlangıcı ile topun düştüğü yer arasındaki mesafe ölçülerek metre (m) cinsinden kaydedildi (17). Testin ICC (“Interclass Correlation Coefficient”) değeri 0,98 olarak bilinmektedir (17).

Smaç Hızı Ölçümü: Smaç hızı radar cihazı (Bushnell model 1019111, USA) ile ölçüldü. Bu cihaz $\pm 1,6$ km/sa hassasiyetinde, 25-177 km/sa ölçüm yapabilen radar özelliğine sahip bir cihazdır. Sporcular oldukları yerden sıçramadan topu kendileri havaya atarak smaç vuruşunu gerçekleştirdi. Radar cihazı 5m uzaklığa yerleştirilerek hedef yöne doğru smaç vurmaları istendi (Şekil 3). Test öncesinde sporcular 20 dk ısınıp, 5'er defa deneme vuruşu yaptılar. Test sırasında 3'er kez deneme yapıp, km/sa cinsinden en yüksek değer kaydedildi (18).



Şekil 3: Smaç hızı testi için radar cihazının pozisyonlanması

İstatiksel Analiz

İstatiksel analiz için “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Versiyon 22.0 (SPSS inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanıldı. Çalışmada sürekli değişkenlerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi, basıklık ve çarpıklık değerleri ve box-plot grafikleri incelenerek değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler kesikli değişkenler için frekans ve yüzde değerleri; sürekli değişkenler için dağılım özelliklerine göre ortalama \pm standart sapma ya da ortanca \pm

çeyreklikler arası yüzde olarak verildi. Değişkenler arası ilişki Spearman Korelasyon testi ile incelendi. Analizde istatistiksel eşik değer $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Korelasyon katsayısına (r) göre anlamlılık dereceleri; güçlü ilişki ($0,50 \leq r \leq 1,0$), orta düzeyde ilişki ($0,3 \leq r < 0,5$) ve zayıf ilişki ($r < 0,3$) olarak belirlendi (29). Benzer araştırmalar incelenip, G*Power Programı kullanılarak çalışmanın gücü 0,80, α 0,05, etki büyüklüğü 0,4, kabul edilerek hesaplandığında 34 olarak belirlendi (21).

BULGULAR

Araştırmaya katılmak isteyen 63 sporcudan GİRD’i tespit edilen ve dahil edilme kriterlerine uyan 38 gönüllü sporcu seçildi. 4 sporcu ölçümlere katılmadığı için çalışma 34 katılımcı ile tamamlandı. Gönüllülerin demografik verileri Tablo 1’de verildi.

Tablo 1: Gruplara ait demografik özellikler

	Sporcular (n:34)		
	X \pm SS	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	22,2 \pm 2	19	26
Boy uzunluk (cm)	196,4 \pm 6,1	186	209
Vücut ağırlığı (kg)	85,4 \pm 6,7	75	97
VKİ (kg/m ²)	22,1 \pm 0,9	19,9	23,9
Spor yaşı (yıl)	8,5 \pm 2,6	5	14

n: birey sayısı, VKİ: Vücut Kütle İndeksi SS:Standart Sapma

32 sporcunun dominant kolu sağ, 2 sporcunun dominant kolu sol taraftı. Çalışmaya katılan gönüllü sporcular profesyonel ligde oynayan 3 spor kulübünden dahil edildi. Ziraat Bankası Spor Kulübünden 14 (%41,17), TVF Spor Kulübünden 10 (%29,11), Maliye Spor Kulübünden 10 (%29,11) sporcu çalışmaya

alındı. Katılan sporcuların 19'u (%55,88) smaçör, 11'i (%32,35) orta, 4'ü (%11,76) ise pasör pozisyonlarında oynayan voleybol sporcularıydı. Minimum GİRD değeri 15° ve maksimum GİRD değeri 21,33° olup, ortalama GİRD derecesi 17,75° ± 1,63° bulundu. Konsentrik 60°/sn internal ve eksternal rotasyon kuvvetinin smaç hızı (sırasıyla, r=-0,180, r=-0,125) ve oturarak tek kol top fırlatma sonuçları (sırasıyla, r=-0,040, r= -0,09) arasında; konsentrik 300°/sn internal rotasyon ve eksternal rotasyon kuvvetinin smaç hızı (sırasıyla, r=0,104, r=-0,05) ve oturarak tek kol top fırlatma sonuçları (sırasıyla, r= -0,135, r= -0,057) arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunmadı (p>0,05). Tablo 2'de izokinetik kas kuvvet ile smaç hızı ve oturarak tek kol top fırlatma değerlerinin ilişkisi gösterildi.

Tablo 2: Fonksiyonel performans testleri ve izokinetik kuvvetler arasındaki ilişki

		Oturarak Tek Kol Top Fırlatma Testi	Smaç Hızı
İzokinetik Kuvvet internal rotasyon 60°/sn	r	-0,180	-0,040
	p	0,3	0,82
İzokinetik Kuvvet eksternal rotasyon 60°/sn	r	-0,125	-0,09
	p	0,48	0,61
İzokinetik Kuvvet internal rotasyon 300°/sn	r	-0,104	-0,135
	p	0,55	0,44
İzokinetik Kuvvet eksternal rotasyon 300°/sn	r	-0,050	-0,057
	p	0,76	0,74
	N	34	34

r: Spearman korelasyon katsayısı, n: birey sayısı.

TARTIŞMA

Bu araştırmanın temel amacı GİRD'li voleybolcularda oturarak tek kol top

fırlatma testi ve smaç hızı testlerinin izokinetik kas kuvvet değerlendirmesi yapılamadığı durumlarda omuz kas kuvvetini yansıtır yansıtmadığını incelemektir. Bu nedenle, oturarak tek kol top fırlatma ve smaç hızı testi ile internal ve eksternal rotasyon izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişki araştırıldı. Sonuçlara bakıldığında, oturarak tek kol top fırlatma testi ve smaç hızı fonksiyonel performans testleri kullanılarak GİRD'li voleybolcularda omuz internal ya da eksternal rotator kas kuvveti arasında bir ilişki bulunamadı.

Literatür incelendiğinde oturarak tek kol top fırlatma testi ile omuz internal ve eksternal izokinetik kuvvetin ilişkisini araştıran az sayıda çalışma dikkat çekmektedir. Rieman ve Davies (21), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada oturarak tek kol top fırlatma testi ile üç farklı açısal hızda (120°/sn, 210°/sn ve 300°/sn) uyguladıkları izokinetik ölçümler arasında iyi ve çok iyi derecede ilişki bulunmuştur. Bizim çalışmamızda tek kol fırlatma testi ile omuz internal rotasyon ve eksternal rotasyon kuvvet ölçüm sonuçları arasında bir ilişki bulunmadı. Sonuçlarda gözlenen bu farklılığın nedeni; Rieman ve Davies'in (21) gerçekleştirdiği çalışmanın, sağlıklı bireyler üzerinde uygulanması ve yapılan izokinetik değerlendirmede kuvvet ölçümünün "push up"/ itme hareketi ile değerlendirilmesi olabilir. Bizim uyguladığımız izokinetik ölçümde; skapular düzlemde 90° abduksiyonda yaptırılan omuz internal ve eksternal rotasyon hareketi baş üstü fırlatma hareketine yakın bir patern olsa da Rieman ve Davies'in (21) kuvvet ölçümünde kullandığı itme hareketi oturarak tek kol top fırlatma testinin başlangıcındaki ileriye doğru itme hareketine oldukça benzemektedir. Bu nedenle testler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiş olabilir.

Literatür incelendiğinde, önceki çalışmalarda sıklıkla oturarak çift kol top fırlatma testi ile üst ekstremité kuvvet ve güç ilişkisinin araştırıldığı görülmektedir (30-32). Oturarak çift kol top fırlatma

testinde her iki üst ekstremitenin kullanılması voleybol açısından kullanışlı olmadığı gibi test metotlarında farklı oturma pozisyonlarının ve ağırlıkların kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu durum karşılaştırma yapmayı ve genel bir yargıya varmayı zorlaştırmaktadır. Oturarak çift kol top fırlatma testinin kullanıldığı araştırmalar incelendiğinde, çift kol oturarak top fırlatma mesafesi ve omuz internal- eksternal kuvvet arasında iyi ve çok iyi derecede ilişki dikkat çekmektedir. Ancak, araştırmalarda GİRD'li baş üstü sporcuların tespiti ve incelenmesi yapılmamıştır (31, 32).

Wilson ve ark.(33) artroskopik omuz cerrahisi geçiren profesyonel sporcuların spora dönüşüne karar vermek amacıyla yürüttükleri çalışmada, izokinetik kuvvet değerlendirmesi ve oturarak tek kol top fırlatma testi uygulamıştır. Spora dönüş kriteri olarak en az %90'lık bir performans simetrisi belirledikleri çalışmalarında, izokinetik kuvvet simetrisinin sporcuların çoğunluğunda sağlanmadığı fakat oturarak tek kol top fırlatma testinde bu simetrisinin çoğunlukta elde edildiği belirtilmiştir. Yazarlar, fonksiyonel performans testi olan oturarak tek kol top fırlatma testinde omuzdaki kuvvet noksanlığının kompanse edilebileceğini, geri dönüşe karar vermek için hem izokinetik kuvvet hem de fonksiyonel test değerlendirmesinin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiştir. Bu araştırmada iki test arasındaki ilişki istatistiksel olarak araştırılmamış olsa da araştırmacıların çıkarımları çalışmamızın sonuçları ile tutarlılık göstermektedir. Oturarak tek kol top fırlatma testi ile izokinetik kuvvet arasında ilişki bulamadığımız için sadece oturarak tek kol top fırlatma testine dayanarak GİRD'i bulunan voleybolcularda spora dönüşe karar vermek mümkün değildir. Ancak; araştırmamıza sadece GİRD'i bulunan voleybolcuların dahil edilmesi, genel olarak tüm baş üstü spor popülasyonunu temsil etmediği için oturarak tek kol top fırlatma testi ve smaç hızının kassal

kuvveti yansıtmadığı genel yargısına varmak doğru olmayabilir. Araştırmamızda, GİRD derecesi olarak minimum değer 15° olarak belirlenmiştir. Farklı GİRD derecelerine sahip olan ya da GİRD'i bulunmayan sporcuların dahil edildiği ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Voleybolda smaç, sayı kazanmayı en çok sağlayan harekettir ve smaç vurmadaki başarı topun hızı ile ilişkilidir (19). Üst seviye liglerde mücadele edebilmek için sporcular yüksek hızda smaç vurmaya zorundadır (20). Forthhomme ve ark. (20), $60^\circ/\text{sn}$ 'lik izokinetik konsentrik omuz internal rotasyon kuvveti ile smaç hızı arasında orta dereceli bir korelasyon bulmuşlardır. Biz çalışmamızda, bu çalışmanın aksine anlamlı bir ilişki bulamadık. Forthhomme ve ark.'nin (20) yaptıkları çalışmanın sonucundan farklı bir sonuç bulmamızın nedeni; smaç hızı ölçüm yöntemi farklılığı olabilir. Çalışmamızda, smaç hızı adım alma ya da sıçrama olmadan ayakta durma pozisyonundayken ölçüldü. Bu şekilde bir ölçümün seçilme amacı üst ekstremiten performansına odaklanılması (18) ve izokinetik kuvvet ölçümünün de benzer şekilde alt ekstremiteden destek almadan yapılmasıydı. Bulduğumuz sonuç; smaç hızının yalnızca omuz internal rotasyon kas kuvveti ile ilişkili olmadığı, alt ekstremiten kassal kuvveti, kor kas kuvveti ve üst ekstremiten kassal kuvvetinin dahil olduğu bir kinetik zincirin sonucu olduğunun bir göstergesidir şeklinde yorumlanabilir. Tüm vücut kassal kuvvetinin değerlendirilerek smaç hızı ile ilişkisinin araştırıldığı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Voleybol sporcularında, smaç hızı ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişkiyi araştıran başka bir çalışma bilginiz dahilinde bulunamadı. Benzer araştırmalar tarandığında voleybolda smaç hareketine benzeyen servis hızı ile omuz izokinetik ölçüm arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar bulundu. Bu araştırmalarda karşıt görüşler belirtilmektedir (34, 35). Arslan ve Albay (35), erkek voleybolcularda $60^\circ/\text{sn}$ 'lik açılma hızda

konsentrik omuz internal ve eksternal rotasyon kuvveti ile smaç hızı arasında arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını belirtmiştir. Akay (34) ise yine erkek voleybolcularda servis hızı ile $60^\circ/\text{sn}$ 'lik açısal hızda konsentrik omuz internal rotasyon kuvveti arasında yüksek ilişki bulmuştur. Bu iki çalışmada dikkat çeken farklılık; Akay'ın gerçekleştirdiği çalışmada sporcuların hepsinin smaç servis kullanması, Arslan ve Albay'ın (35), yaptığı çalışmada ise servis tipinin belirtilmemiş olmasıdır. Araştırma sonuçları dikkate alındığında kinetik zincirin top hızı ve izokinetik kuvvet ölçümü arasındaki ilişkiyi etkileyebileceği ön plana çıkmaktadır.

Literatürdeki araştırmalar göz önünde bulundurulduğunda, top hızı ölçümü alınırken test tekrar sayılarının farklılık gösterdiği, bazı çalışmalarda maksimum top hızı değeri kaydedilirken bazılarında ortalama değerlerin alındığı, topun yönünün serbest bırakıldığı ya da yönlendirildiği görülmektedir. Oyuncuların pozisyonları, becerileri ve deneyimleri ve kinetik zincir etkisi de düşünüldüğünde top hızını etkileyen bir çok farklı unsurun olduğu dikkat çekmektedir. Bizim çalışmamızın literatürdeki diğer çalışmalardan en büyük farkının alt ekstremitte kuvveti, kinetik zincir ve yüksek beceri gerektirmeyen fonksiyonel testleri içermesi olduğunu düşünüyoruz.

Diğer baş üstü fırlatma sporlarında top hızı ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişki incelendiğinde sonuçların farklılık gösterdiği dikkat çekmektedir. Tenis servis hızı, hentbol ve beysbol top fırlatma hızı ile omuz internal, eksternal rotator izokinetik kuvvet arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar incelendiğinde; anlamlı ilişki gösteren araştırmalar olduğu gibi herhangi bir ilişki tespit etmeyen araştırmalar da bulunmaktadır (36-40). Bu nedenle daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Limitasyonlar

Smaç hareketi sırasında yavaşlama fazında, eksentrik omuz eksternal rotasyon kuvvetinin omuz stabilizasyonunu sağlama, devam eden internal rotasyon ve horizontal addüksiyonu yavaşlatmadaki önemi bilinmemektedir. İzokinetik değerlendirmede eksentrik kas kuvveti ölçümünün yapılamamış olması bu çalışmanın limitasyonudur. Eksternal rotasyon eksentrik kas kuvveti ile smaç hızı arasındaki ilişkinin incelendiği ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçlarına göre GIRD patolojisine sahip voleybol oyuncularında, oturarak tek kol top fırlatma testi ve smaç hızı ölçümlerinin $60^\circ/\text{sn}$ ve $300^\circ/\text{sn}$ açısal hızlardaki omuz internal ve eksternal rotasyon konsentrik kuvveti arasında bir ilişki bulunmamaktadır. GIRD patolojisi olan voleybolcularda omuz rotator kas kuvvet performanslarını belirlemede yalnızca oturarak tek kol top fırlatma mesafesi ve smaç hızı ölçümünün belirleyici olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle GIRD'i bulunan voleybolcularda spora dönüşe karar verme ya da performansı belirlemek amacıyla sadece tek kol fırlatma ve smaç hızı test sonuçlarına dayanarak karar verilmemesi, izokinetik değerlendirme gibi objektif veriler sağlayan ölçüm yöntemlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Standart metotların uygulandığı, GIRD'li sporcuların değerlendirildiği farklı özelliklerdeki fonksiyonel testlerin de yer aldığı benzer çalışmaların planlanmasına ihtiyaç vardır.

Teşekkür: Türkiye Voleybol Federasyonuna laboratuvar ve spor salonları kullanımında destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Kilic O, Maas M, Verhagen E, Zwerver J, Gouttebauge V. Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(6):765-93.
2. Cools AM, Johansson FR, Borms D, Maenhout A. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther.* 2015;19:331-339.
3. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology part I: Pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy.* 2003;19:404-420.
4. Drakos MC, Barker JU, Osbahr DC, Lehto S, Rudzki J, Potter H, et al. Effective glenoid version in professional baseball players. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2010;39:340-344.
5. Reinold MM, Wilk KE, Macrina LC, Sheheane C, Dun S, Fleisig GS, et al. Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pitching in professional baseball players. *Am J Sports Med.* 2008;36:523-527.
6. Takenaga T, Sugimoto K, Goto H, Nozaki M, Fukuyoshi M, Tsuchiya A, et al. Posterior shoulder capsules are thicker and stiffer in the throwing shoulders of healthy college baseball players: a quantitative assessment using shear-wave ultrasound elastography. *Am J Sports Med.* 2015;43:2935-2942.
7. Manske R, Wilk KE, Davies G, Ellenbecker T, Reinold M. Glenohumeral motion deficits: friend or foe? *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8:537-553
8. Ellenbecker TS, Bailie DS, Mattalino AJ, Carfagno DG, Wolff MW, Brown SW, et al. Intrarater and interrater reliability of a manual technique to assess anterior humeral head translation of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elb Surg.* 2002;11:470-475.
9. Tonin K, Stražar K, Burger H, Vidmar G. Adaptive changes in the dominant shoulders of female professional overhead athletes: mutual association and relation to shoulder injury. *Int J Rehabil Res.* 2013;36:228-235.
10. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy.* 2003;19:641-661.
11. Cools A, Witvrouw E, Declercq G, Vanderstraeten G, Cambier D. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Brit J Sport Med.* 2004;38:64-68.
12. Ben Kibler W. The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine.* 1998;26(2):325-37.
13. Solem-Bertoft E, Thuomas K-A, Westerberg C-E. The influence of scapular retraction and protraction on the width of the subacromial space. An MRI study. *Clinical orthopaedics and related research.* 1993(296):99-103.
14. Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, Kimura IF. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *Journal of athletic training.* 2008;43(6):571-7.
15. Ellenbecker TS, Davies GJ. The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *Journal of athletic training.* 2000;35(3):338-50.
16. Borms D, Cools A. Upper-extremity functional performance tests: reference values for overhead athletes. *International journal of sports medicine.* 2018;39(06):433-41.
17. Negrete RJ, Hanney WJ, Kolber MJ, Davies GJ, Ansley MK, McBride AB, et al. Reliability, minimal detectable change, and normative values for tests of upper extremity function and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010;24(12):3318-25.
18. Palao JM, Valadés D. Validity of the standing spike test as a monitoring protocol for female volleyball players. *Biology of sport.* 2012;29(4):281.
19. Palao JM, Valades D. Testing protocol for monitoring spike and serve speed in volleyball. *Strength & Conditioning Journal.* 2009;31(6):47-51.
20. Forthomme B, Croisier J-L, Ciccarone G, Crielaard J-M, Cloes M. Factors correlated with volleyball spike velocity. *The American journal of sports medicine.* 2005;33(10):1513-9.
21. Riemann BL, Davies GJ. Association Between the Seated Single-Arm Shot-Put Test With Isokinetic Pushing Force. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2019;1(Oct 13):1-4.
22. Shin SH, Lee O-S, Oh JH, Kim SH. Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone. *Manual therapy.* 2012;17(4):298-304.
23. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *International journal of sports physical therapy.* 2012;7(3):306-13.
24. Van Meeteren J, Roebroek M, Stam H. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *Journal of rehabilitation medicine.* 2002;34(2):91-5.
25. Hadzic V, Sattler T, Veselko M, Markovic G, Dervisevic E. Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. *Journal of athletic training.* 2014;49(3):338-44.
26. Leggin BG, Neuman RM, Iannotti JP, Williams GR, Thompson EC. Intrarater and interrater reliability of three isometric dynamometers in

- assessing shoulder strength. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 1996;5(1):18-24.
27. Edouard P, Samozino P, Julia M, Cervera SG, Vanbiervliet W, Calmels P, et al. Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: a systematic review of the effect of position. *Journal of sport rehabilitation*. 2011;20(3):367-83.
28. Edouard P, Degache F, Oullion R, Plessis J-Y, Gleizes-Cervera S, Calmels P. Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *International journal of sports medicine*. 2013;34(07):654-60.
29. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2th ed. ed. New York: Academic Press; 2013.
30. Stone MH, Sanborn K, O'bryant HS, Hartman M, Stone ME, Proulx C, et al. Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(4):739-45.
31. Borms D, Maenhout A, Cools AM. Upper quadrant field tests and isokinetic upper limb strength in overhead athletes. *Journal of athletic training*. 2016;51(10):789-96.
32. Declève P, Van Cant J, De Buck E, Van Doren J, Verkouille J, Cools AM. The Self-Assessment Corner for Shoulder Strength: Reliability, Validity, and Correlations With Upper Extremity Physical Performance Tests. *Journal of Athletic Training*. 2020;55(4):350-8.
33. Wilson KW, Popchak A, Li RT, Kane G, Lin A. Return to sport testing at 6 months after arthroscopic shoulder stabilization reveals residual strength and functional deficits. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2020;29(7):S107-S14.
34. Akay B. Profesyonel Erkek Voleybol Oyuncularında Omuz Kas Kuvveti Ve Smaç Servis Hızı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2020.
35. Arslan Y, Albay F. The relation between isokinetic strength, shoulder mobility and ball velocity at elite male volleyball players. *Universal Journal of Educational Research*. 2019;7(3):848-52.
36. Bartlett LR, Storey MD, Simons BD. Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *The American journal of sports medicine*. 1989;17(1):89-91.
37. Bayios IA, Anastasopoulou E, Sioudris D, Boudolos KD. Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2001;41(2):229-35.
38. Ellenbecker TS. A total arm strength isokinetic profile of highly skilled tennis players. *Isokinetics and exercise science*. 1991;1(1):9-21.
39. Cohen DB, Mont MA, Campbell KR, Vogelstein BN, Loewy JW. Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *The American Journal of Sports Medicine*. 1994;22(6):746-50.
40. Fleck SJ, Smith SL, Craib MW, Denahan T, Snow RE, Mitchell ML. Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 1992;6(2):120-4.