



Comparison of Upper Extremity Isokinetic Muscle Strength of Wheelchair Basketball and Wheelchair Table Tennis Players

Tekerlekli Sandalye Basketbol ve Tekerlekli Sandalye Masa Tenisi Sporcularının Üst Ekstremitte İzokinetik Kas Kuvvetinin Karşılaştırılması

Bihter Akinoğlu¹, Tuğba Kocahan², Ahmet Buğra Selvi¹

¹Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Turkey

²Directorate of Health Affairs, General Directorate of Sports, Ministry of Youth and Sports, Ankara, Turkey

ABSTRACT

Objectives: To compare the isokinetic muscle strength of shoulder internal rotation (IR) and external rotation (ER) muscles in wheelchair (WC) basketball and WC table tennis players. The hypothesis of our study is that the upper limbs of WC basketball players who use the WC more actively during competitions and training would be stronger.

Materials and Methods: The study was carried out by measuring the isokinetic muscle strength of shoulder IR and ER muscles of 12 WC basketball and nine WC table tennis players with a median age of 24 years. Isokinetic muscle strength measurement was performed concentrically in the scapular neutral position with an IsoMed 2000® device. Data analysis was made using the SPSS 20.0 package program. Median and minimum-maximum values were given as descriptive statistics; Mann Whitney-U test was used to determine differences between groups.

Results: It was determined that WC basketball and WC table tennis players have similar isokinetic muscle strengths of shoulder IR and ER muscles. There were no statistically significant differences between peak torque, peak torque / body weight, peak torque angle, muscle strength ratios, and dominant-non-dominant side strength ratios, at both 60°/s and 180°/s angular velocities ($p>0.05$).

Conclusion: It has been determined that using the WC more actively during competitions and training in WC basketball players does not appear to increase shoulder IR and ER muscle strength, comparing with WC table tennis players.

Keywords: Wheelchair, muscle strength, basketball, tennis

ÖZ

Amaç: Tekerlekli sandalye (TS) basketbol ve TS masa tenisi sporcularında omuz internal rotasyon (IR) ve eksternal rotasyon (ER) kaslarının izokinetik kas kuvvetinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın ana hipotezi, müsabaka ve antrenmanlar sırasında TS'yi daha aktif olarak kullanan TS basketbol sporcularının üst ekstremitelerinin daha kuvvetli olacağıdır.

Gereç ve Yöntemler: Çalışma; yaş ortancaları 24 yıl olan 12 TS basketbol ve dokuz TS masa tenisi sporcusunun omuz IR ve ER kaslarının izokinetik kas kuvvet ölçümü ile gerçekleştirildi. İzokinetik kas kuvvet ölçümü IsoMed 2000® cihazı ile skapular nötral pozisyonda konsantrik-konsantrik olarak gerçekleştirildi. Verilerin analizi SPSS 20.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler olarak ortanca değer ile

B. Akinoğlu 
0000-0001-5968-2948

T. Kocahan 
0000-0001-6379-669X

A. B. Selvi 
0000-0002-4437-1976

Geliş Tarihi/ Date Received:
05.04.2018

Kabul Tarihi/ Date Accepted:
08.06.2018

Yayın Tarihi/Published Online:
24.09.2018

Yazışma Adresi /

Corresponding Author:

Bihter Akinoğlu
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Bölümü, Ankara, Türkiye

E-mail: rgkardelen@yahoo.com

©2018 Türkiye Spor Hekimleri
Derneği. Tüm hakları saklıdır.

minimum maksimum değerler verildi; gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için Mann Whitney-U testi uygulandı.

Bulgular: TS basketbol ve TS masa tenisi sporcularının omuz IR ve ER kaslarının 60°s ve 180°s açısızlızdaki izokinetik kas kuvvetlerinin birbirine benzer olduğu saptandı. Elde edilen zirve kuvvet, zirve kuvvet / vücut ağırlığı, zirve kuvvettteki açđ değerleri ile kas kuvvet oranları ve dominant-dominant olmayan taraf kuvvet oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadđđı belirlendi (p>0.05).

Sonuç: TS basketbol sporcularının TS'yi müsabaka ve antrenmanlar sırasında daha aktif kullanıyor olmalarına karşđn, omuz IR ve ER kas kuvvetlerinin TS masa tenisi sporcularına göre daha yüksek olmadđđı belirlendi.

Anahtar Sözcükler: Tekerlekli sandalye, kas kuvveti, basketbol, tenis

Available at: <http://journalofsportsmedicine.org> and <http://dx.doi.org/10.5152/tjism.2018.105>

Cite this article as: Akinoglu B, Kocahan T, Selvi AB. Comparison of upper extremity isokinetic muscle strength of wheelchair basketball and wheelchair table tennis players. *Turk J Sports Med.* 2018;53(4):160-66.

GİRİŞ

Tekerlekli sandalye (TS) basketbol sporu, paralimpik sporlar arasında en popüler olanıdır (1). TS basketbol sporu özellikle tekerleđđi çevirme, ribaund alma, pas atma, baş üstü seviyede şut atma gibi manevralar ve yüksek yoğunluktaki aktivitelerle karakterize, kural ve sınıflandırmalar çerçevesinde oynanan bir spordur (2,3). TS ile mobilize olan bireylerde üst ekstremitte kas kuvveti oldukça önemlidir (4). TS basketbol sporunda sporcuların üst ekstremitte kas kuvveti, endürans, sürat ve el becerisi gibi parametreler; hem basket atma, pas atma, fırlatma ve TS'nin itilmesi gibi spora özgü aktiviteleri yerine getirmede, hem de TS'yi kontrol etmede kritik önem arz eder (5,6).

TS masa tenisi ise paralimpik oyunlar kapsamında yer alan ve en çok tercih edilen spor dallarından biridir (7,8). TS masa tenisinde teknik, oyuncuya göre değişse de, genel olarak temel terimler ve biyomekaniđđi aynıdır. Müsabaka esnasında topun karşđlıklı gidip gelmesi söz konusudur. Tıpkı TS basketbol sporunda olduğu gibi TS masa tenisi sporunda da topu karşđlama sırasında yapılan kısa vuruş, uzun vuruş ve düz vuruşlarda üst ekstremitte kas kuvveti oldukça önemli bir parametredir (7,8).

TS kullanımı, üst ekstremitte kaslarının ve özellikle omuz kuşađđı kaslarının aktif ve koordineli olarak kullanılmasını gerektirir (9). Omuz kuşađđı kaslarının zayıf olmasının, omuz ağrısı ve "impingement" sendromu ile ilişkili olduğu ve omuz kuşađđı kasları arasındaki kuvvetsizlik ve kuvvet dengesizliđđinin de omuz

ağrısı ile ilişkili olabileceđđi ve bunun spor başarısını etkileyebileceđđi belirtilmektedir (8-11).

Bu çalışma ile TS'nin daha aktif kullanımının kas kuvvetini nasıl etkilediđđi hakkında fikir edinmek ve bu iki spor branşının özellikleri konusunda literatüre katkı sağlayarak TS kullanan bireylere öneriler verebilmek amaçlandı.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Araştırmanın örneklem grubunu, 12 TS basketbol ve dokuz TS masa tenisi olmak üzere toplam 21 TS sporcusu oluşturdu. Katılımcılar ulusal ve/veya uluslararası düzeyde müsabakalara katılmış ve en az üç yıldır bu sporu yapan sporculardan seçildi. TS sporcusunun üç yıldan daha kısa süredir spor yapıyor olması, son altı ay içerisinde üst ekstremitesiyle ilgili bir spor yaralanması veya ortopedik bir işlem geçirmiş olması, üst ekstremitesinde normal eklem hareket açıklıđđında kısıtlılık ve üst ekstremitesinde devam eden ağrısının olması çalışmadan dışlama kriterleri olarak belirlendi. Başlangıçta çalışmaya dâhil edilen 14 TS basketbol ile 11 TS masa tenisi sporcusundan dördü dışlama kriterler var olduğu için çalışma dışı bırakıldı (ikişer sporcu). Çalışmaya katılan sporculara çalışma hakkında bilgi verildi, çalışmaya katılmayı kabul eden tüm sporculardan imzalı onamları alındı. Ayrıca çalışmanın yapılabilmesi için Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler etik kurulundan gerekli izin alındı. Sporcuların doğum tarihi, boy ve vücut ağırlıđđı bilgileri

kaydedildikten sonra üst ekstremitte izokinetik kas kuvvetleri değerlendirildi.

Katılımcıların vücut ağırlığı, dijital TS tartısı kullanılarak ölçüldü ve değer kg cinsinden kaydedildi. Daha sonra TS boş olacak şekilde tekrar ölçüldü ve bu değer ilk ölçülen değerden çıkarılarak sporcuların net ağırlıkları kaydedildi. Sporcuların boy uzunluğu ve kulaç uzunluğu kaydedildi (12). Sporcuların ayağa kalkamaması nedeniyle boy uzunlukları sözel olarak öğrenildi. Kulaç uzunluğunu ölçmek için, sporcular TS'de oturur pozisyonda sırtları bir duvara dönük olarak, dirsekler düz, omuzlar 90° abdüksiyonda olacak şekilde kollarını iki yana açmaları istendi. Sporcuların orta parmaklarının geldiği noktalar duvar üzerinde işaretlenerek aradaki mesafe ölçüldü. Ayrıca sporcuların spor yaptığı yıl süresi, sınıflama puanları, dominant tarafları ve engel durumları kendilerine sorularak kaydedildi.

Sporcuların yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, kulaç uzunluğu, vücut kütle indeksleri, spor yaptıkları süre, sınıflama puanları, dominant taraf bilgileri ve engel durumları Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmektedir.

Sporcuların omuz IR ve ER kaslarının kuvveti 60°/s ve 180°/s açısız hızlarda konsantrik-konsantrik olacak şekilde, skapular nötral pozisyonda 0-90° açıları arasında IsoMed 2000® izokinetik dinamometre (Ferstl, Germany) ile değerlendirildi. Test öncesinde sporcuların 10 dk boyunca TS'lerini sürerek ısınmaları sağlandı. Testler oturma pozisyonunda uygulandı. Sporcular

cihazın stabilizasyon bantları ile bel ve torakal bölge üzerinden stabilize edildi. Pivot nokta olekranon olacak şekilde ayarlandı. Testlerden önce sporcuların testleri anlayabilmeleri ve testlere adapte olabilmeleri için birkaç deneme yaptırıldı. Testler sırasında sporculara sözlü olarak cesaretlendirildi (13). Değerlendirme sonucunda; omuz IR ve ER kasları için 60°/s ve 180°/s açısız hızlarda ayrı ayrı zirve kuvvet (PT), PT/kg, PT'u ortaya çıkardıkları açısız değerler ile kas kuvvet oranları ve dominant-dominant olmayan taraf kuvvet oranları kaydedildi (13,14).

Test protokolü, skapular nötral pozisyonda 60°/s açısız hızda beş tekrar ve 180°/s açısız hızda 15 tekrar şeklinde uygulandı. İlk önce dominant taraf, sporcular dinlendiklerini ifade ettikten sonra dominant olmayan taraf test edildi (13).

İstatistiksel Analiz: Katılımcıların tüm verileri "SPSS for Windows Release 20.0" (Statistical Package for Social Sciences Inc., Chicago, IL, USA) istatistiksel paket programı aracılığı ile analiz edildi. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri belirlendi. Veri sayısı az olduğundan ve normal dağılım göstermediğinden, sporcuların kas kuvvetinin karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U" testi kullanıldı. Değişkenlerin ortancaları ile minimum ve maksimum değerleri (min-maks) kullanıldı. Verilerin analizinde istatistiksel anlamlılık değeri p<0.05 olarak alındı.

Tablo 1. Sporcuların fiziksel özellikleri, spor yaptıkları süre, sınıflama puanları ve dominant taraf bilgileri

	TS Basketbol (n=12)	TS Masa tenisi (n=9)	p
Yaş (yıl)	24 (16-45)	24 (16-42)	0.731
Vücut ağırlığı (kg)	65 (47-105)	62 (43-75)	0.512
Boy uzunluğu (m)	1.78 (1.45-1.94)	1.60 (1.15-1.175)	0.361
Kulaç uzunluğu (m)	1.82 (1.52-1.90)	1.68 (1.38-1.80)	0.286
VKİ (kg/m ²)	22.2 (15.6-45.6)	22.5 (16.8-45.4)	0.970
Spor yaptığı süre (yıl)	5 (3-18)	7 (3-17)	0.672
Sınıflama puanı	3.0 (1.5-4.0)	4.0 (2.0-5.0)	0.331
Dominant taraf	Sağ: 8 (%66), sol: 4 (%33)	Sağ: 7 (%78), sol: 2 (%22)	

Değerler ortanca (min-maks olarak); VKİ: Vücut kütle indeksi

Tablo 2. Sporcuların engel durumları

Engel durumu	TS Basketbol (n=12)	TS Masa tenisi (n=9)
Ampütasyon	4	2
Spina bifida	2	2
Paraparezi	2	1
Parapleji	1	1
Alt ekstremitte eklem problemleri	2	-
Müsküler distrofi	-	2
Polio sekeli	1	1

Tablo 3. Sporcuların 60°/s açısal hızdaki izokinetik kas kuvvetinin karşılaştırılması

		TS Basketbol (n=12)	TS Masa tenisi (n=9)	p		
DM	IR	PT	48.9 (35.8-74.8)	47.8 (23.8-95.4)	0.909	
		PT/W	0.77 (0.55-1.10)	0.80 (0.52-1.32)	0.732	
		Açı (°)	43 (19-67)	45 (33-49)	0.849	
	ER	PT	31.3 (22.3-48.6)	23.4 (17.8-54.9)	0.261	
		PT/W	0.48 (0.39-0.75)	0.52(0.33-0.70)	0.824	
		Açı (°)	70 (44-78)	70 (54-77)	0.941	
	IR/ER	%	65.6 (44.4-79.2)	57.55 (41.1-78.2)	0.95	
	NDM	IR	PT	45.9 (24.9-93.6)	40.6 (24.9-88.6)	0.789
			PT/W	0.71 (0.32-1.14)	0.80 (0.53-1.23)	0.909
Açı (°)			49 (30-85)	43 (31-65)	0.593	
ER		PT	27.1 (18.1-51.1)	21.9 (14.1-50.8)	0.201	
		PT/W	0.44 (0.28-0.64)	0.44 (0.31-0.61)	1.000	
		Açı (°)	70 (44-78)	71 (44-77)	0.824	
IR/ER		%	93.5 (62.4-176.2)	75.5 (48.6-175.2)	0.201	
DM PT/NDM PT (IR)		%	103.3 (80.0-177.1)	112.7 (95.8-137.4)	0.790	
DM PT/NDM PT (ER)		%	111.7 (91.7-152.7)	113.8 (102.1-134.6)	0.824	

Değerler ortanca (min-maks olarak); DM: dominant taraf; NDM: dominant olmayan taraf; PT: zirve tork; RT/W: zirve tork/kg; IR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon

Tablo 4. Sporcuların 180°/s açısız hızdaki izokinetik kas kuvvetinin karşılaştırılması

		TS Basketbol (n=12)	TS Masa Tenisi (n=9)	p	
DM	IR	PT	44.8 (31.3-55.6)	42.9 (23.4-74.1)	0.370
		PT/W	0.65 (0.46-0.98)	0.78 (0.51-1.03)	0.201
		Açı (°)	22 (20-70)	24 (18-59)	0.503
	ER	PT	31.3 (22.3-48.6)	23.4 (17.8-54.9)	0.412
		PT/W	0.48 (0.39-0.75)	0.52 (0.33-0.74)	1.000
		Açı (°)	65 (58-70)	61 (49-72)	0.370
IR/ER	%	70.0 (36.9-86.3)	63.4 (34.3-72.4)	0.175	
NDM	IR	PT	38.8 (16.6-65.1)	36.1 (21.1-69.6)	0.800
		PT/W	0.60 (0.21-0.86)	0.66 (0.43-0.96)	0.603
		Açı (°)	28 (20-59)	26 (20-41)	0.710
	ER	PT	24.6 (12.9-41.8)	20.1 (11.8-46.5)	0.370
		PT/W	0.42 (0.21-0.61)	0.36 (0.26-0.65)	0.824
		Açı (°)	66 (58-79)	60 (39-72)	0.080
IR/ER	%	64.8 (30.3-100.0)	55.7 (36.0-86.6)	0.370	
DM PT/NDM PT(IR)		%	110.6 (75.0-175.3)	116.4 (93.1-143.5)	0.503
DM PT/NDM PT(ER)		%	102.2 (83.8-189.0)	115.2 (100.0-156.0)	0.503

Değerler ortanca (min-maks olarak); DM: dominant taraf; NDM: dominant olmayan taraf; PT: zirve tork; RT/W: zirve tork/kg; IR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon

BULGULAR

Çalışmada iki grup arasında yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, kulaç uzunluğu, vücut kütle indeksi, spor yaptıkları süre ve sınıflama puanları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$) (Tablo 1 ve Tablo 2).

İki grubun omuz IR ve ER kaslarının 60°/s ve 180°/s açısız hızlardaki izokinetik kas kuvvet ölçümü sonucunda elde edilen PT, PT/kg, PT'yi ortaya çıkardıkları açısız değerler ile kas kuvvet oranları ve dominant-dominant olmayan taraf kas kuvvet oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Her iki grubun IR/ER kas kuvvet oranları ve dominant/dominant olmayan taraf kas kuvvet oranları incelendiğinde; IR kas kuvvetinin ER kas kuvvetine göre ve dominant tarafın dominant olmayan tarafa göre daha kuvvetli olduğu saptandı (Tablo 3 ve Tablo 4).

TARTIŞMA

TS basketbol ve masa tenisi sporcularının omuz IR ve ER kaslarının izokinetik kas kuvvetlerinin karşılaştırdığı çalışma sonucunda; iki grubun omuz IR ve ER kas kuvvetlerinin, kas kuvvet

oranlarının ve dominant ekstremiteleri ile dominant olmayan ekstremitelerinin kuvvet farklarının birbirine benzer olduğunu belirledik.

TS basketbol ve TS masa tenisi sporcularında kas kuvveti performansın önemli belirleyicisidir (8,15). TS basketbol sporu daha çok baş üzeri üst ekstremiteler içerir. Literatürde baş üzeri ve baş üzeri olmayan branşlarda performans gösteren TS sporcularının skapular diskinezilerinin araştırıldığı bir derlemede; baş üzeri spor yapan sporcularda skapular diskinezinin daha fazla olduğu belirtilmiştir (16) Biz de bu nedenle çalışmada bu faktörden kaynaklanabilecek riski en aza indirebilmek ve ölçümler sırasında meydana gelebilecek olası omuz yaralanmalarından kaçınmak amacıyla skapular nötral pozisyonu tercih ettik.

Ampüte futbol. TS basketbol ve TS masa tenisi sporcularının skapular dinlenme pozisyonları ve fonksiyonlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada; ampüte futbol ile her iki TS sporcuları arasında fark bulunurken; TS basketbol ile TS masa tenisi sporcuları arasında fark olmadığını belirlenmiştir (17). Bu bağlamda çalışmamızda karşılaştırılan grupların skapular dinlenme pozisyonları ve fonksiyonları ile demografik özelliklerinin birbirlerine benzer olması, çalışma sonuçlarının dış etkenlerden çok fazla etkilenmeyeceği şeklinde yorumlanabilir.

Literatürde TS basketbol ile TS masa tenisi sporcularının kas kuvvetini karşılaştıran herhangi bir çalışma bulunamadı. Ancak TS basketbol ile TS masa tenisi sporcularının fizyolojik gereksinimin belirlenip karşılaştırıldığı bir çalışmada TS basketbol sporcularının yaptıkları sporun doğası gereği daha yüksek yoğunluklu egzersiz programlarına ihtiyaçları olduğu belirlenmiştir (18). TS basketbol sporcularının yüksek yoğunluklu egzersiz programları kas kuvvetlerinin fazla olmasını sağlar. Ancak çalışmamız sonucunda iki grubun omuz IR ve ER kaslarının kas kuvveti, kas kuvvet oranları ve dominant-dominant olmayan taraf kuvvet oranları birbirine benzer bulundu.

Omuz IR/ER kas kuvvet oranı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu oranın %75-%100 arasında olmasının omuz stabilitesi için gerekli olduğu belirtilmektedir (14,19). Çalışmamız

sonucunda bu oranın iki grupta da her iki açısız hız için ortalama %50-70 arasında olduğu ve ER kaslarının aleyhinde bir dengesizlik olduğunu ve aynı zamanda dominant tarafın dominant olmayan tarafa göre daha kuvvetli olduğunu belirledik. Sonuçlarımıza benzer olarak Bernard ve ark. yaptıkları çalışmada TS basketbol ve TS masa tenisi sporcuları ile TS kullanan sedanter bireylerin IR kaslarının ER kaslarına göre daha kuvvetli olduğu ve dominant tarafın dominant olmayan taraftan daha kuvvetli olduğunu belirlemiştir (19).

Çalışmamızın sınırlılıkları; sadece iki TS spor branşının dâhil edilmesi ve sadece omuz eklemi IR ve ER kas kuvvetinin konsantrik olarak değerlendirilmiş olmasıdır. Daha farklı spor branşları ile daha fazla eklemi ve değerlendirme yöntemini içeren ve kontrol grubu ile karşılaştırma yapan çalışmalar gereklidir.

Sonuç olarak; çalışmamızda ulusal ve uluslararası düzeyde spor yapan TS basketbol ile TS masa tenisi sporcularının omuz IR ve ER izokinetik kas kuvvetlerinin birbirlerine benzer olduğu; ancak her iki spor branşında da IR kaslarının ER kaslarına göre ve dominant tarafın dominant olmayan tarafa göre daha kuvvetli olduğu belirlendi. Çalışmamız sonucunda TS sporcularında dominant olmayan taraf omuz kaslarının ve her iki taraf omuzun ER kaslarının kuvvetlendirilmesini önermekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Gil-Agudo A, Del Ama-Espinosa A, Crespo-Ruiz B. Wheelchair basketball quantification. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2010;21(1):141-56.
2. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, et al. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci*. 1995;13(5):387-97.
3. Molik B, Laskin JJ, Kosmol A, et al. Relationship between functional classification levels and anaerobic performance of wheelchair basketball athletes. *Res Q Exerc Sport*. 2010;81(1):69-73.
4. Van Der Woude LH, Croonenborg JJ, Wolff I, et al. Physical work capacity after 7 week of wheelchair training: effect of intensity in able-bodied subjects. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(2):331-41.
5. Rankin JW, Richter WM, Neptune RR. Individual muscle contributions to push and recovery subtasks during wheelchair propulsion. *J Biomech*. 2011;44(7):1246-52.

6. Bayramlar K, Ergun N. Engelli masa tenisi oyuncularında yaşam kalitesinin değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci.* 2009;1(1):53-7.
7. Kondrič M, Zagatto AM, Sekulić D. The physiological demands of table tennis: a review. *J Sports Sci Med.* 2013;12(3):362-70.
8. Moon HB, Park SJ, Kim AC, et al. Characteristics of upper limb muscular strength in male wheelchair tennis players. *J Exerc Rehabil.* 2013;9(3):375-80.
9. Heyward OW, Vegter RJK, de Groot S, et al. Shoulder complaints in wheelchair athletes: A systematic review. *PLoS One,* 2017 Nov 21;12(11):e0188410.
10. Miyahara M, Sleivert GG, Gerrard DF. The relationship of strength and muscle balance to shoulder pain and impingement syndrome in elite quadriplegic wheelchair rugby players. *Int J Sports Med.* 1998;19(3): 210-4.
11. Burnham RS, May L, Nelson E, et al. Shoulder pain in wheelchair athletes. The role of muscle imbalance. *Am J Sports Med,* 1993;21(2):238-42.
12. Lohman TG, Roche AF, Martorel R. *Anthropometric Standardization Manual.* Champaign: Human Kinetics, 1988.
13. Aknoğlu B, Kocahan T. Characteristics of upper extremity's muscle strength in Turkish national wheelchair basketball players team. *J Exerc Rehabil.* 2017;13(1):62-7.
14. Berckmans K, Maenhout AG, Matthijs L, et al. The isokinetic rotator cuff strength ratios in overhead athletes: Assessment and exercise effect. *Phys Ther Sport.* 2017 Sep;27:65-75.
15. Granados C, Yanci J, Badiola A, et al. Anthropometry and performance in wheelchair basketball, *J Strength Cond Res.* 2015;29(7):1812-20.
16. Burn MB, McCulloch PC, Lintner DM, et al. Prevalence of scapular dyskinesis in overhead and nonoverhead athletes: a systematic review. *Orthop J Sports Med.* 2016 Feb 17;4(2):2325967115627608.
17. Aytar A, Zeybek A, Pekiavas NO, et al. Scapular resting position, shoulder pain and function in disabled athletes. *Prosthet Orthot Int.* 2015;39(5):390-6.
18. Croft L, Dybrus S, Lenton J, et al. A comparison of the physiological demands of wheelchair basketball and wheelchair tennis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010; 5(3):301-15.
19. Bernard PL, Codine P, Minier J. Isokinetic shoulder rotator muscles in wheelchair athletes. *Spinal Cord.* 2004;42(4):222-9.