



DOI: 10.14744/SEMB.2023.09522

Med Bull Sıhli Etfal Hosp 2023;57(3):410-415

Künyeli Yazının Yazardan Gelen Türkçe Çevirisi

Orijinal Araştırma

Vücut Geliştirme Sporcularında Deltoid Kas Aktivasyonunun Farklı Açılardan İncelenmesi

Ahmet Kurtoglu,¹ Rukiye Ciftci,^{2*} Bekir Car,¹ Nurettin Konar¹

¹Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Balıkesir

²Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Balıkesir

*Şu anki görev yeri: Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, Gaziantep

Özet

Amaç: Bu çalışma, vücut geliştirme sporcularının deltoid kas aktivasyonunu farklı açılardan incelemek amacıyla yapılmıştır.

Yöntem: Bu çalışmada nicel araştırma tekniklerinden biri olan tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmaya düzenli olarak vücut geliştirme salonlarına devam eden yaşları 25.77 ± 9.13 , boyları 177.07 ± 8.40 , vücut ağırlıkları 78.06 ± 14.16 ve beden kütle indeksi (BKI) değerleri 24.78 ± 3.43 olan 53 sporcu (44 erkek, 9 kadın) dahil edilmiştir. Glenohumeral eklem 90° 'de, kubital eklem 180° , 150° ve 120° 'de abduksiyonda iken katılımcıların deltoid aktivasyonları ölçüldü. Kas aktivasyonları, yüzeysel elektromiyografi (yEMG) biofeedback cihazı Neurotrac Myoplus Pro cihazı kullanılarak belirlendi. Eklem açıları gonyometre ile belirlendi. Çalışmanın istatistiksel analizleri SPSS 25 paket programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağıldığı görülmüş ve karşılaştırmalar için Tekrarlı Ölçüm Anova Testi uygulanmıştır.

Bulgular: İstatistiksel analiz sonucunda erkek katılımcılarda ortalama deltoid yEMG değerleri ve maksimum istemli kasılma (MVC (%)) açı boyutu küçüldükçe anlamlı olarak azaldığı tespi edilmiştir ($p < 0.05$). Kadın katılımcılarda ortalama sEMG ve MVC (%) değerleri farklı açılarda değişmemiştir ($p > 0.05$).

Sonuç: Araştırma sonuçlarına göre vücut geliştirme sporcularında omuz yEMG aktivasyonları açı ile doğru orantılı olarak azalmaktadır. Glenohumeral eklem 90° ve kubital eklem 180° olduğunda medial deltoid kasın aktivasyonu en yüksektir. Vücut geliştirme sporcularının deltoid kası hipertrofisi için egzersizler yaparken çalışmamızın sonuçlarını dikkate almaları önerilir.

Anahtar sözcükler: Elektromiyografi; deltoid kası, kas aktivasyonu; vücut geliştirme

Atıf için yazım şekli: "Kurtoglu A, Ciftci R, Car B, Konar N. Investigation of Deltoid Muscle Activation From Different Angles in Body Building Athletes. Med Bull Sıhli Etfal Hosp 2023;57(3):410-415".

Vücut geliştirme; Aletli ve aletsiz belli bir antrenman programı dahilinde kas hacmini artırarak kuvvet üreten bir spordur.^[1] Vücut geliştirme son yıllarda popülaritesini artırdı. Fizyolojik ve fiziksel katkısının yanı sıra bireyler üzerinde olumlu sosyolojik etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

^[2] Ancak bu spora profesyonel bir antrenör eşlik etmezse

insan vücudunun bozulmasına ve fonksiyon kaybına yol açabilir.^[3] Omuz yaralanmaları bunlardan biridir.^[4] Bu nedenle omuz ekleminin birçok düzlemde ve ekseninde hareket etmesini sağlayan deltoid kas gibi vücudun genel biyomekaniğini etkileyen kaslara yönelik egzersizler özenle seçilmelidir.

Yazışma Adresi: Ahmet Kurtoglu, MD. Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Balıkesir, Türkiye

Telefon: +90 545 732 21 27 **E-posta:** akurtoglu@bandirma.edu.tr

Başvuru Tarihi: 22 Aralık 2022 **Revize Tarihi:** 07 Nisan 2023 **Kabul Tarihi:** 19 Mayıs 2023 **Çevrimiçi Erişim Tarihi:** 29 Eylül 2023

©Telif hakkı 2023 Şıhli Etfal Hastanesi Tıp Bülteni - Çevrimiçi erişim www.sislietfaltip.org

OPEN ACCESS This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



Omuzun biyomekaniği incelendiğinde deltoid kasının farklı düzlem ve eksenlerde anatomik hareketlere izin verdiği görülmektedir.^[5] Deltoid kası, spina skapuladan köken alan ve humerusa kadar uzanan, omzun abduksiyonunu kontrol eden ve omzun fleksiyon ve ekstansiyonuna yardımcı olan bir kastır. Bu kas, omzun en geniş kasıdır ve ön, orta ve arka deltoidler olmak üzere üç kısımdan oluşur.^[6,7] Deltoid kası, humerusun proksimal kısmını kapatır ve humerusun lateral tarafına kalın bir tendonla bağlanır.^[8] En güçlü yeri orta deltoid kası olduğu için omuz abduksiyonu sırasında agonist görevi görür.^[9]

Muething ve ark.'nın önceden deltoid kası yaralanması olan bireyler ile sağlıklı bireylerin sEMG sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, deltoid kas yaralanması olan bireylerde anterior deltoid aktivasyonunun anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur.^[10]

Literatür gözden geçirildiğinde, birçok hareketin sEMG aktivasyonunun, vücut geliştirme için konsantrik veya ekzantrik egzersizler sırasında maksimal bir hipertrofik yanıt üretmek için çalışıldığı bulunmuştur. Ancak deltoid kasın aktivasyonu sırasında ön kolun pozisyonu ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Bu nedenle bu çalışmanın amacı omuzun abduksiyonu sırasında deltoid kasın aktivasyonunu farklı açılardan araştırmaktır.

Yöntem

Örnekleme

Araştırma örneklemini belirlemek için yapılan güç analizinde I. tip hata (α) 0.05, güç ($1-\beta$) 0.80 ve etki büyüklüğü 1.3 olarak analiz edildiğinde araştırmaya en az 40 katılımcının katılması gerektiği belirlenmiştir.^[11] Bu bağlamda, a) düzenli olarak (haftada en az 2 gün) bir vücut geliştirme spor salonuna devam eden ve b) gönüllü olarak çalışmaya katılan vücut geliştirme sporcuları çalışmamıza dahil edilmiştir. a) kardiyovasküler problem, b) kronik solunum problemi, c) omuz eklemi cerrahisi, d) omurga cerrahisi, e) akut omuz ağrısı, f) aktif enfeksiyon, h) steroidler Benzer performans arttırıcı ilaçlar kullanan katılımcılar dahil edilmedi. a) omuz ağrısı olan, b) yönergeleri tam olarak uygulayamayan ve c) BKİ'si 30'un üzerinde olan katılımcılar çalışma dışı bırakıldı. Bu bağlamda aktif enfeksiyonu (1) ve egzersizle omuz ağrısı (2) olan katılımcılar çalışmaya alınmadı. Bu nedenle çalışmamıza yaşları 16 ile 51 arasında

Table 1. Katılımcıların Tanımlayıcı Bilgileri

Parametreler	Erkek (n=44) X±SD	Kadın (n=9) X±SD
Yaş (yıl)	23.88±7.88	35.00±9.66
Boy (cm)	179.34±6.54	166.00±7.87
Vücut Ağırlığı (kg)	80.53±12.74	66.00±15.29
BKİ (kg/m ²)	24.97±3.14	23.87±4.71
Spor Yaşı (yıl)	2.20±1.06	1.66±0.1.00
Kardiyo yapma süresi (s)	1.34±0.52	3.22±1.30
Haftalık Egzersiz Frekansı (gün)	4.79±0.90	3.88±1.90
1-RM	11.67±3.61	5.83±1.76

1-RM= 1 Tekrar Maksimum.

değişen 53 vücut geliştirme sporcusu (44 erkek, 9 kadın) katılmıştır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Verilerin Toplanması

Kas aktivasyonunu belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılır.^[12] Bunlardan biri de iğne EMG'sidir. İğne EMG hem maliyetli hem de invaziv bir işlem olduğundan sporculara kullanımı tercih edilmeyebilir.^[13] Sonraki yıllarda sEMG gibi teknolojilerle kas aktivasyonu daha kısa sürede, daha düşük maliyetle ve daha büyük ölçekte değerlendirilmiştir.^[14] Bu nedenle çalışmamızda çift kanallı Neuro Trac Myoplus Pro cihazı (Verity Medical, UK) kullanılarak sEMG ölçümleri yapıldı.

Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan genel demografik veriler toplandıktan sonra 8 dakika ısınma ve 5 dakika esneme sonrası kas aktivasyonları ölçüldü. sEMG cihazı bilgisayara ve Neuro Trac ETS 4.00 yazılımına bağlandı. Cihaz ile bilgisayar arasındaki bağlantının kesilmemesi için diğer cihazlar ile bilgisayar arasındaki bağlantı kesildi. Ölçümlerin grafiksel sonuçları bilgisayar ekranında görüntü- lendi. sEMG aktivasyonları, kendinden yapışkanlı gümüş klorür (AgCl) yüzey elektrotları kullanılarak belirlendi. Bu elektrotların çapı 3.2 cm idi. Elektrotları takmadan önce test yüzeyi alkolle temizlendi ve cilt empedansını azaltmak için saç alındı.^[15] Yüzey elektrotları medial deltoid kasına paralel ve SENIAM protokolüne göre 1/3 proksimale yerleştirildi.^[16,17] Katılımcıların sEMG ölçümleri öncesinde Brzycki formülüne göre 1-tekrar maksimum değerleri (1-RM) belirlendi [1-RM = (kaldırılan ağırlık/ (1,0278 - (0,0278

× tekrar sayısı)].^[18] Katılımcıların 1-RM'leri belirlendikten sonra elektrotlar belirlenen yerlere yerleştirildi. Omuz eklemi (art. humeri) tam adduksiyona geldiğinde, dirsek eklemi (art. cubiti) 180°, 150° ve 120°'de iken ağırlıklar ellerinde iken lateral planda saggital ekseninde omuz eklemi 90° abduksiyona sokmaları istenir.^[19] Avuç içi dirsek eklemi dönmesini önlemek için yere paralel tutuldu. Dirsek eklemi açıları gonyometre ile belirlendi. Elektrotlar çıkarılmadan tüm açılardan ölçümler alındı. Her ölçüm arasında katılımcılara 1 dakika dinlenme verildi. Cihaz, katılımcıların minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, maksimum istemli kasılma yüzdesi (MVC), kasılma başlama zamanları ve gevşemelerini kaydetti. EMG aktiviteleri mikrovolt (μV) ve yüzde (%) olarak kaydedildi.

Araştırmanın Etik Boyutu

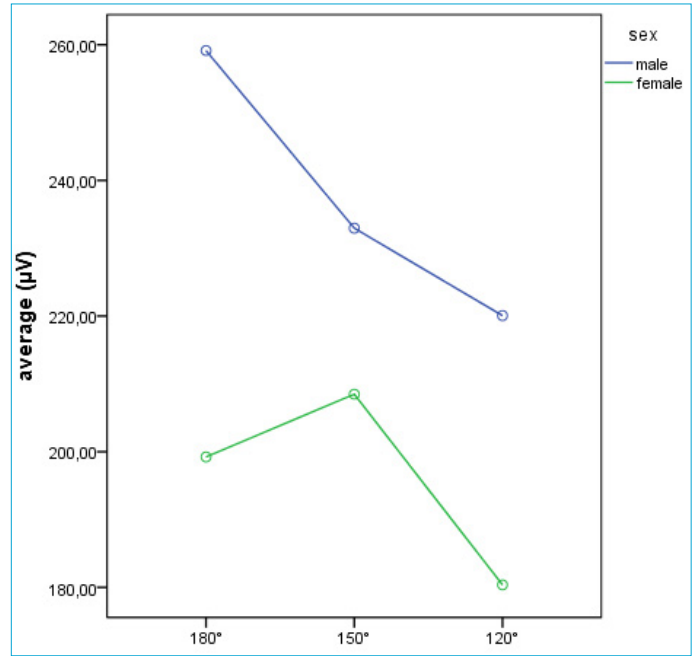
Araştırma için katılımcılara 'Gönüllü Olum Formu' imzalatıldı. 18 yaş altı katılımcıların ailelerine 'Gönüllü Olur Formu' imzalatıldı. Araştırma, Helsinki Bildirgesi'nde belirtilen kurallar çerçevesinde yürütüldü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu çalışmayı 2022/163 kayıt numarası ile onayladı. Katılımcılara çalışma kapsamında yapılacak testler hakkında bilgi verildi. Katılımcılara çalışmanın amacı ve önemi hakkında gerekli açıklamalar yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

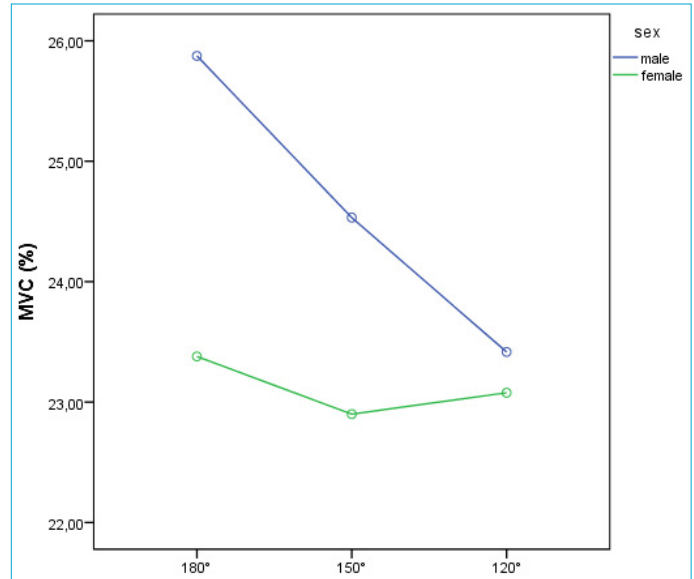
Çalışmanın istatistiksel analizinde IBM SPSS (California, ABD) paket 25 kullanıldı. Verilerin normallik analizi basıklık ve çarpıklık (+1.5/-1.5) değerleri kullanılarak belirlendi. Verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Paired Measures Anova testi farklı açılardan kas aktivasyonlarını karşılaştırmak için yapıldı. Değişkenler arasındaki etkinliği belirlemek için Bonferoni testi uygulandı. Varyansların homojenliği için Mauchly testi kullanıldı. Varyansları doğrulamak için Greenhouse-Geisser doğrulaması kullanıldı. Çalışmanın etki büyüklüğü Cohen'in d formülüne göre 0,2 küçük, 0,5 orta ve 0,8 büyük etkiler hesaplanmıştır.^[20] Çalışmada anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlendi.

Bulgular

Şekil 1'e baktığımızda, erkeklerin 180° (259,14±105,45 μV), 150° (232,95±88,07 μV), 120° (220,06±77,71 μV) ve dişilerin 180° (199,23±68,59 μV), 150° (208,47±83,95) μV , 120°'de (180,36±49,20 μV) sEMG or-



Şekil 1. Cinsiyete göre sEMG ortalamalarının karşılaştırılması.



Şekil 2. Cinsiyete göre MVC (%) yüzdelerinin karşılaştırılması.

talama değerleri incelendi. Erkeklerin sEMG ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulundu ($p=0,001$, $F=10,751$). Ancak kadınların sEMG ortalama değerleri çeşitli yönlerden farklılık göstermedi ($p=.327$, $F=1,201$).

Şekil 2 incelendiğinde erkeklerde 180° (%25,87±5,55), 150° (%25,53±4,43), 120° (%23,1±4,57) ve dişilerde 180° (%23,37±3,86), 150° (%208,47±83,95) μV , 120° (%22,90±3,02) kadınlarda ve 120° (23.07±4.79%) ortalama

ma MVC idi. Erkeklerde ortalama MVC (%) arasında anlamlı fark bulundu ($p=0,018$, $F=4,219$). Ancak kadınların ortalama MVC'si (%) farklı yönlerde farklılık göstermedi ($p=.945$, $F=0.057$).

Tartışma

Vücut geliştirme sporcularında deltoid kasın 180° , 150° ve 120° 'deki aktivasyonunu belirlemek için yapılan bu çalışmada, omuz eklemi $90^\circ 21'$ 'e abduksiyon yapılarak deltoid kasın aktivasyonu test edildi.^[21] Araştırma sonuçlarına göre dirsek eklemi açısı azaldıkça medial deltoid kasın aktivasyon seviyesinin azaldığı tespit edildi. Medial deltoid kasın aktivasyonu, kubital eklem 180° olduğunda en yüksek seviyede idi. Erkek sporcularda tüm açılarda sEMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken, kadın sporcularda anlamlı bir fark bulamadık.

Vücut geliştiricilerin genellikle istemli kasılmalara ek olarak statik kasılmalar yapmaları beklenir. Bunu destekleyecek güçlü bir kanıt olmasa da, elit vücut geliştiricilerin kaslarının aktivasyon seviyelerini kontrol edebildikleri ve kasları birlikte hareket ettirerek neredeyse tüm kaslarını harekete geçirebildikleri düşünülmektedir.^[22] Muething ve ark. daha önce omuz yaralanması olan sporcuların daha düşük sEMG aktivasyonlarına sahip olduğunu bulmuşlardır.^[10] Papa ve ark. kas uzunluğu ve kuvvetinde meydana gelen hipertrofik yanıtın aksiyon potansiyeli ve motor yanıtının da arttığını ileri sürmüştür.^[23] Araştırmamızın sonuçları Muething ve ark. ve Papa ve ark. açığına göre değişen deltoid kasındaki kas aktivasyonu kas kuvveti ile ilişkili olabilir. Çalışmamızda sporcuların deltoid abduksiyonundaki açının azalmasına bağlı olarak sEMG değerlerinde görülen azalma aksiyon potansiyellerinin olmamasından kaynaklanmış olabilir. Bu durum, üst glenohumeral eklemdeki^[24] postural deformitelerin ve omuz yaralanmalarının^[25] nedeni olabilir.

Vücut geliştirme egzersizleri, çeşitli kasılmalar ve açılarda apendiküler iskelet ve kas sisteminin sürekli hareketlerini içerir. Herhangi bir yerdeki kas zayıflığı, dayanıklılığın azalmasına ve eklem yaralanmasına yol açabilir.^[26] Bu nedenle özellikle vücut geliştirme gibi kasların özel olarak geliştirildiği sporlarda kasın anatomik yapısının ve

hangi durumda daha aktif olduğunun bilinmesi önemlidir.^[27]

Elit vücut geliştirme sporcularında omuz kaçırmanın EMG aktivitesini araştıran Cortella ve arkadaşlarının çalışmasında, deltoid kasın aktivasyonu farklı kavrama tipleri (iç rotasyon, dış rotasyon, dirsek ekleminin fleksiyonu ve dirsek ekleminin ekstansiyonu) sırasında analiz edildi. dirsek eklemi). Medial deltoid kas, dirsek eklemi fleksiyondayken daha düşük, tam ekstansiyondayken (180°) daha yüksek aktivasyon gösterdi. Bu nedenle uygulayıcılara, aktive etmek istedikleri deltoid kasına göre egzersizleri seçmeleri gerektiğini önerdiler.^[28] Bu bağlamda değerlendirildiğinde; araştırmamızın sonuçları Cortella ve ark.'nın çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Park ve ark. aktif üst ekstremitte sporları yapan atletlerde omuz abduksiyonu sırasında deltoid kasın aktivasyonunu araştırmış ve posterior deltoid kas aktivasyonunun medial ve anterior deltoidlerden daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Buna göre, omuz eklemi stabilizasyonu için farklı ekzantrik kas aktivite paternlerinin gerekli olabileceğini öne sürmüşlerdir.^[29] Cortella ve ark. ve Park ve ark. Çalışmamızda erkek vücut geliştiricilerde sEMG aktivasyonu azalan eklem açısı ile azalırken kadın sporcularda sEMG aktivasyonu değişmedi; bunun nedeni kadın sporcuların ekzantrik ve konsentrik egzersizlerin yanı sıra fonksiyonel antrenman yöntemlerini de antrenman programlarına dahil etmeleri olabilir.

Sonuç

Araştırmamızın sonuçlarına göre medial deltoid kasın abduksiyon hareketi sırasında en yüksek aktivasyon açısı glenohumeral eklem frontal düzleme maksimum 90° ve kübital eklem 180° paralel olacak şekildedir. Çalışmamızın sonuçlarına göre uzun süreli vücut geliştirme sporu yapan kişilerde dirsek açısının daralmasına bağlı aktivasyon azalmasının nedenlerinin araştırılması önerilmektedir. Aynı zamanda, araştırmamızın sonuçları vücut geliştiriciler ve antrenörlere deltoid kasını geliştirmeye yönelik egzersizler için bir temel oluşturacaktır.

Açıklamalar

Etik Komite Onayı: Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu çalışmayı 2022/163 kayıt numarası ile onayladı.

Hakemli: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Bildirilmemiştir.

Yazarlık Katkıları: Konsept – A.K., R.C.; Tasarım – A.K., R.Ç.; Denetleme – A.K., N.K.; Veri toplama ve/veya işleme – A.K., B.C.; Analiz ve/veya yorum – A.K., B.C.; Literatür taraması – A.K., R.C.; Yazan – A.K., R.C., B.C.; Eleştirel inceleme – A.K., N.K.

Kaynaklar

- Hartgens F, Van Marken Lichtenbelt WD, Ebbing S, Vollaard N, Rietjens G, Kuipers H. Body composition and anthropometry in bodybuilders: regional changes due to nandrolone decanoate administration. *Int J Sports Med* 2001;22:235-41. Erratum in: *Int J Sports Med* 2001;22:336. [\[CrossRef\]](#)
- Gerrig RJ, Zimbaro PG. Psikolojiye Giriş: Psikoloji ve Yaşam. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık; 2014.
- Aranyosi I. Body, skill, and look: is bodybuilding a sport? *Phenom Cogn Sci* 2018;17:401-10. [\[CrossRef\]](#)
- Siewe J, Marx G, Knöll P, Eysel P, Zarghooni K, Graf M, et al. Injuries and overuse syndromes in competitive and elite bodybuilding. *Int J Sports Med* 2014;35:943-8. [\[CrossRef\]](#)
- Rechel JA, Collins CL, Comstock RD. Epidemiology of injuries requiring surgery among high school athletes in the United States, 2005 to 2010. *J Trauma* 2011;71:982-9. [\[CrossRef\]](#)
- Sakoma Y, Sano H, Shinozaki N, Itoigawa Y, Yamamoto N, Ozaki T, et al. Anatomical and functional segments of the deltoid muscle. *J Anat* 2011;218:185-90. [\[CrossRef\]](#)
- Sökücü S, Mengeş Ö, Gül M, Kabukçuoğlu Y. Bilateral anterior shoulder dislocation which developed after a minor trauma during pilates sport. *Med Bull Sisli Etfal Hosp [Article in Turkish]* 2009;43:45-47.
- Culham E, Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;18:342-50. [\[CrossRef\]](#)
- Arıncı K. Kemikler, Eklemler, Kaslar. In: Arıncı K, Elhan A, editors. *Anatomi*. 5th ed. Güneş Tıp Kitabevleri; 2014.
- Muething A, Acocello S, Pritchard KA, Brockmeier SF, Saliba SA, Hart JM. Shoulder-muscle activation in individuals with previous shoulder injuries. *J Sport Rehabil* 2015;24:278-85. [\[CrossRef\]](#)
- Coratella G, Tornatore G, Longo S, Esposito F, Cè E. An electromyographic analysis of lateral raise variations and frontal raise in competitive bodybuilders. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:6015. [\[CrossRef\]](#)
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39:175-91. [\[CrossRef\]](#)
- Paladini D, Dellantonio R, Cinti A, Angeleri F. Axillary neuropathy in volleyball players: report of two cases and literature review. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996;60:345-7. [\[CrossRef\]](#)
- Krivickas LS, Wilbourn AJ. Peripheral nerve injuries in athletes: a case series of over 200 injuries. *Semin Neurol* 2000;20:225-32. [\[CrossRef\]](#)
- Singh V. Electromyographic analysis of deltoid muscles and their correlation with the performance of jump tennis service in volleyball. *IJMESS* 2018;6:51-6.
- Halski T, Słupska L, Dymarek R, Bartnicki J, Halska U, Król A, et al. Evaluation of bioelectrical activity of pelvic floor muscles and synergistic muscles depending on orientation of pelvis in menopausal women with symptoms of stress urinary incontinence: a preliminary observational study. *Biomed Res Int* 2014;2014:274938. [\[CrossRef\]](#)
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;10:361-74. [\[CrossRef\]](#)
- Behringer M, Franz A, McCourt M, Mester J. Motor point map of upper body muscles. *Eur J Appl Physiol* 2014;114:1605-17. [\[CrossRef\]](#)
- Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOPERD* 1993;64:88-90. [\[CrossRef\]](#)
- Coratella G, Milanese C, Schena F. Unilateral eccentric resistance training: a direct comparison between isokinetic and dynamic constant external resistance modalities. *Eur J Sport Sci* 2015;15:720-6. [\[CrossRef\]](#)
- Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*. 2nd ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- Reed S, Akata Z, Yan X, Logeswaran L, Schiele B, Lee H. Generative adversarial text to image synthesis. In: 33th International conference on machine learning; 2016 June; New York, USA. *JMLR: W&CP* 2016;48. p. 1060-9.
- Vera-Garcia FJ, Moreside JM, McGill SM. MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:10-6. [\[CrossRef\]](#)
- Pope ZK, Hester GM, Benik FM, DeFreitas JM. Action potential amplitude as a noninvasive indicator of motor unit-specific hypertrophy. *J Neurophysiol* 2016;115:2608-14. [\[CrossRef\]](#)
- Daneshmandi H, Choobineh AR, Ghaem H, Alhamd M, Fakherpour A. The effect of musculoskeletal problems on fatigue and productivity of office personnel: a cross-sectional study. *J Prev Med Hyg* 2017;58:E252-8.
- Siewe J, Rudat J, Röllinghoff M, Schlegel UJ, Eysel P, Michael JW. Injuries and overuse syndromes in powerlifting. *Int J Sports Med* 2011;32:703-11. [\[CrossRef\]](#)
- Carpenter JE, Blasler RB, Pellizzon GG. The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *Am J Sports Med* 1998;26:262-5. [\[CrossRef\]](#)

-
28. Lotfi R, Sadati SKM, Daneshjoo A. The effect of a debilitating fatigue session on shoulder muscle strength of young bodybuilders. *J Clin Physiotherapy Res* 2021;6:e46.
29. Park S, Nho H, Chang MJ, Kim JK. Electromyography activities for shoulder muscles over various movements on different torque changes. *Eur J Sport Sci* 2012;12:408-17. [\[CrossRef\]](#)