

Bilateral Defisit'in Anaerobik Güç Üretimi Üzerindeki Etkileri: Derleme

The Effects of Bilateral Deficit on Anaerobic Power Production: Review

Derleme Makale

Cem KURT

Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Edirne

ÖZ

Maksimal istemli kas kasılması sırasında, homonymous kasların birbirinden bağımsız olarak (unilateral) aktive edilmesiyle elde edilen gücün toplam miktarı, homonymous kasların eş zamanlı olarak (bilateral) aktive edilmesiyle elde edilen güç miktarından daha fazladır. Bu olay "Bilateral Defisit (BLD)" olarak tanımlanmaktadır. BLD'nin nedeni tam olarak açıklanamamasına rağmen harekete katılan yüksek eşikli motor ünite aktivasyonundaki azalma ve transkallozal inhibasyon olduğu varsayılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, BLD'nin anaerobik güç üretimi üzerindeki etkilerinin açıklanmasıdır. Literatür incelemesi sırasında; "Unilateral Hareket (UL), Bilateral Hareket (BL), Bilateral Defisit (BLD), İzometrik El Kavrama Kuvveti, Maksimal İstemli Kas Kasılması ve Spinal Kord Refleksleri" anahtar kelimeleri kullanılarak basılı ve elektronik kaynaklar taranmıştır. Literatürden elde edilen bilgilere göre; belirli bir kassal hareket sırasında bilateral-homonymous (eş zamanlı olarak) kasların aktivasyonu ile üretilen güç miktarı, unilateral-nonhomonymous hareketler esnasında üretilen güç

ABSTRACT

During maximal voluntary muscular actions, the sum of forces exerted by homonymous muscles when activated independently (unilaterally) is typically larger than the summated force produced when the same muscles contract simultaneously (bilaterally). This phenomenon is known as "Bilateral Deficit" (BLD). Even though the actual cause of BLD has not been clearly explained, it is thought that the reason for BLD is the decreasing activation of high threshold motor units and transcallosal inhibition. The aim of this study is to explain the effects of BLD on anaerobic power production. During Sport Science literature review, following keywords were used: "Unilateral Movement (UL), Bilateral Movement (BL), Bilateral Deficit (BLD), Maximal Voluntary Contraction (MVC) and Spinal Cord Reflex". According to finding in the literature, power produced with bilateral homonymous (simultaneously) muscular activation is 7-25 % less than during unilateral or non-homonymous muscular activation. BLD is 5-14 % in the dominant hand in bilateral hand grip

miktarından % 7-25 daha azdır. Bilateral el kavrama kuvveti göz önünde bulundurulduğunda ise dominant tarafta gözlenen BLD oranı % 5-14' tür. Maksimal istemli dinamik ve izometrik kas kasılması BLD'den büyük oranda etkilenmektedir. BLD'nin dikey sıçrama performansı, reaksiyon zamanı ve sprint performansı üzerindeki etkileri konusunda bilgiler oldukça kısıtlı ve çelişkilidir. Bilateral kas kasılması neredeyse bütün antrenman programlarında yer alır ve BLD'nin olumsuz etkileri özel antrenmanlarla değiştirilerek, bilateral fasilitasyona dönüştürülebilir. Bu durum, çift bacakla sıçrama gibi bilateral eş zamanlı kas aktivitesi içeren hareketlerde avantaj sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler

Unilateral hareket (UL); Bilateral hareket (BL); Bilateral defisit (BLD), Maksimal istemli kas kasılması (MVC)

GİRİŞ

Gerek yaşamsal fonksiyonları gerekse sporunun performansını belirleyen refleksler, spinal kord düzeyindeki basit refleksleri ve serebellum'dan serebruma kadar uzanan karmaşık düzenlemeleri içermektedir (Arthur ve John, 2006; Hanajime ve diğ., 2001). Örneğin, karmaşık kassal becerilerin düzenlenmesi serebrum tarafından kontrol edilmektedir (Arthur ve John, 2006).

Beynimiz sağ ve sol hemisfer olarak adlandırılan iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Sol hemisferin, doğduğumuz andan itibaren sağ hemisfere oranla daha büyük ve daha gelişmiş olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla ilk karşılaşılan yaşamsal uyarılara cevap sol hemisfer tarafından verilmekte ve bunun sonucu olarak da yaşam boyunca sol hemisfer, sağ hemisfere oranla % 95 oranında daha baskın kalmaktadır. Sol hemisferi baskın olan bir kişi sağ elini baskın olarak kullanır. Geriye kalan % 1-5'lik kısımdaki kişiler ise ya her iki elini kullanabilmekte ya da sağ hemisferin daha baskın olması sonucunda sol elini baskın olarak kullanabilmektedir (Arthur ve John, 2006).

BLD ile ekstremiteler arasındaki nöral etkileşim konusundaki çalışmaların 1894'ten beri devam etmesine rağmen elde edilen bilgiler sınırlı ve çelişkilidir (Howard ve Enoke,1991). Bu açıdan

contraction. BLD largely affects maximal voluntary dynamic-isometric contractions. It is thought that BLD also can be a limiting factor on maximal vertical jump performance and reaction time. Information for the effects of BLD on jumping performance, reaction time and sprinting performance is rather limited and contradictive. Bilateral muscle contractions are parts of almost any training session and they can be modified by specific training regiments or even be converted to bilateral facilitation. This may be advantageous in performances involving bilateral activation of homonymous muscles, such as in double-legged vertical jump performance.

Key Words

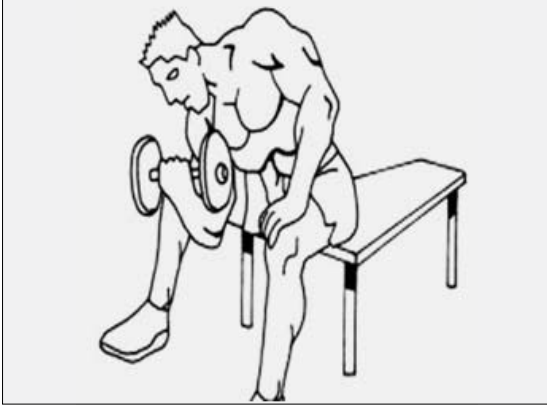
Unilateral movement (UL), Bilateral movement (BL), Bilateral deficit (BLD), Maximal voluntary contraction (MVC)

bakıldığında derlemenin amacı; kuvvet, güç, sprint ve sıçrama performansını belirleyen interhemisferik etkileşim, spinal kord düzeyindeki refleksler ve BLD'nin açıklanmasıdır.

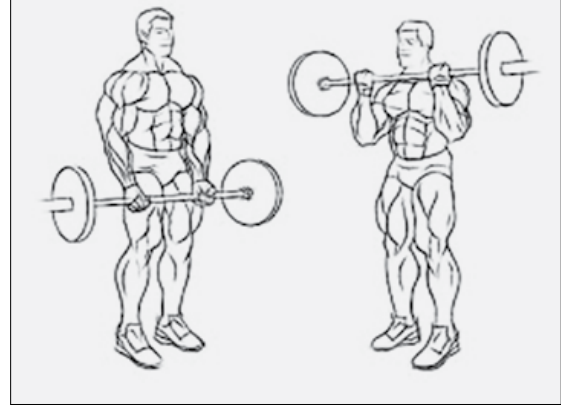
Unilateral ve Bilateral Hareketin Organizasyonu

Unilateral kas kasılması, kontralateral serebral hemisfer tarafından düzenlenmektedir (Arthur ve John, 2006; Hanajime ve diğ. 2001; Jakobi ve Chilibeck, 2001; Oda ve Moritani,1995a). Sağ elini kullanarak, "konsantrasyon biceps curl" hareketi yapan bir kişide bu hareketin düzenlenmesi beynin sol hemisferinde bulunan motor alanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Unilateral kas kontraksiyonunda; baskın olmayan elin, baskın ele oranla daha fazla kortikal hücre aktivasyonuna ihtiyacı vardır (Oda ve Moritani,1995).

Bilateral kas kasılması ise, interhemisferik etkileşim ile düzenlenmektedir (Jakobi ve Chilibeck, 2001; Oda ve Moritani, 1995a). İnterhemisferik etkileşim ise, kommissural sinir lifleri tarafından oluşturulan korpus kallozum (nöral köprü) tarafından sağlanmaktadır (Oda ve Moritani, 1995a; Ohtsuki, 1983). Örneğin; "barbell curl" hareketi sırasında kas kasılması interhemisferik etkileşimle sağlanmaktadır.



Şekil 1. Konsantrasyon biceps curl
(Unilateral eş zamansız kas kasılması)



Şekil 2. Barbell curl
(Bilateral eş zamanlı kas kasılması)

Bilateral Defisit (BLD)

BLD, maksimal istemli kas kasılması sırasında, homonymous kasların birbirinden bağımsız olarak (unilateral) aktive edilmesiyle elde edilen gücün toplam miktarının, homonymous kasların eş zamanlı olarak (bilateral) aktive edilmesiyle elde edilen güç miktarından daha fazla olması olarak tanımlanmaktadır (Khodiguian ve diğ., 2003; Van ve diğ., 1985).

Bu tanıma göre, BLD'nin homonymous kasların bilateral olarak (eş zamanlı) aktive edilmesiyle ortaya çıkan bir durum olduğu dikkat çekmektedir. Nonhomonymous kaslar eş zamanlı olarak aktive edildiğinde BLD'nin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Örneğin, sol dirsek fleksörleriyle sağ diz ekstansörleri eş zamanlı olarak aktive edildiğinde ya da sağ dirsek fleksiyon hareketini yaparken sol dirseğin ekstansiyon hareketini yapması durumunda BLD'nin ortaya çıkmadığı gözlenmektedir (Herbert ve Gandevia, 1996; Jakobi ve Cafarelli, 1998; Khodiguian ve diğ., 2003). Özellikle Asyalı araştırmacılar tarafından, üst ekstremitelerde gerçekleşen hareketlerin BLD'den daha çok etkilendiği belirtilmektedir (Oda ve Moritani, 1995b; Ohtsuki, 1983).

Bununla birlikte, izometrik diz ekstansiyonu, izometrik ve izokinetik leg press hareketi, dikey sıçrama performansı, izometrik dirsek fleksiyonu ve ekstansiyonu, izometrik el kavrama kuvveti performansı, izometrik ve izokinetik bench press hareketi, ayak ve el bileklerinin fleksiyonu, par-

maların fleksiyonu, baş ve işaret parmaklarının abdüksiyonu BLD'den büyük oranda etkilenen hareketlerdir (Koh ve diğ., 1993; Owing ve Grabiner, 1998; Roy ve diğ., 1990).

BLD ve ekstremiteler arasındaki nöral etkileşimi açıklamak üzere oluşturulan deneysel modellerde genellikle izometrik kas kasılması içeren testlerin kullanıldığı, dinamik kasılması içeren testlerinse çoğunlukla tercih edilmediği dikkati çekmektedir. Bu durumun olası nedeni dinamik hareketlerin, harekete katılan eklem sayısı, kasılma hızı, kas uzunluğu, harekete katılan yavaş ve hızlı kasılan fibrillerin aktivasyonu gibi çok sayıda değişkenden etkileniyor olmasıdır (Jakobi ve Chilibeck, 2001). Bu açıdan bakıldığında, BLD'yi dinamik kasılmasıyla açıklamak oldukça zordur.

BLD'nin güç üretimini engelleyici bir etken olup-olmadığı konusunda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar BLD'nin güç üretimini engelleyici bir etken olduğunu belirtirken, diğerleri bu durumun tersini savunmaktadır. Söz konusu çalışmalar incelendiğinde, çalışmalarda kullanılan protokollerin aynı olmasına rağmen farklı sonuçların elde edildiği dikkati çekmektedir (Howard ve Enoke, 1991; Vandervoot ve diğ., 1987).

BLD'nin güç üretimini etkileyip etkilemediği konusundaki fikir ayrılığının en önemli nedeniyse çalışmalardaki yöntemsel farklılıklardır. Bunun temel nedeni BLD büyüklüğünün; antrenman durumu, hareket hızı, yaş, motor nöronların yapısı, kassal koordinasyon, kuvvet-hız ilişkisi, yorgunluk,

fibril tipi ve ekstremitte tercihi gibi değişkenlerden etkilenmesidir (Howard ve Enoka, 1991; Owing ve Grabiner, 1998; Vandervoot ve diğ., 1987).

BLD Anaerobik Güç Üretimini Engeller mi?

Vandervoot ve diğ.(1987), düzenli direnç antrenmanı yapmayan, 10 erkek beden eğitimi öğrencisi üzerinde bench press hareketini kullanarak, bu hareketteki bilateral ve unilateral güç üretim düzeylerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada bilateral güç üretimi, unilateral güç üretiminden daha düşük bulunmuştur (Vandervoot ve diğ., 1987).

Howard ve Enoka (1991), BLD'yi açıklayabilmek amacıyla sedanterler, bisiklet sporcuları ve haltercilerden oluşan üç ayrı gruba; unilateral ve bilateral olarak maksimal izometrik diz ekstansiyon testi ve maksimal izometrik dirsek fleksiyon testleri uygulamışlardır. Çalışma sonucunda sedanterlerde BLD, haltercilerde ise bilateral fasilitasyon tespit edilmiştir (Howard ve Enoka, 1991). Howard ve Enoka (1991), BLD'nin bilateral maksimal istemli kas kasılması sırasında ortaya çıkan akut bir durum olduğunu ve antrenmansız kişilerin BLD'den daha çok etkilendiğini belirtmektedir. Vücut geliştirme ve halter sporları, çok sayıda bilateral homonymous (eş zamanlı) kas kasılması içeren sporlardandır. Bu tür antrenmanlara adapte olmuş haltercilerin bilateral fasilitasyon göstermesi BLD'ye adaptasyon sağlanabileceğini gösteren önemli bir tespittir (Howard ve Enoka, 1991).

Baskın Ekstremitte BLD'den Daha mı Çok Etkilenir?

Oda ve Moritani (1994), BLD ve güç üretimi arasındaki etkileşimi açıklamak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, sağ elini kullanan 11 katılımcıya sırasıyla sağ el, sol el ve bilateral olarak dirsek fleksiyonu yaptırmışlardır. Sol el için UL (Unilateral Hareket) ve BL (Bilateral Hareket) arasında BLD gözlenmezken, sağ elde UL ve BL arasında önemli düzeyde BLD gözlenmiştir. Bu sonuca göre, Oda ve Moritani, baskın tarafın BLD'den daha çok etkilendiğini savunmaktadır (Oda ve Moritani, 1994).

Oda ve Moritani (1995b), sağ elini kullanan 25 erkek kürekçiye dirsek fleksiyon hareketini kulla-

narak, bu hareketteki unilateral ve bilateral güç üretimini karşılaştırmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuç; baskın tarafın BLD'den daha çok etkilendiği yönündedir.

Ohtsuki (1981), sağ elini kullanan katılımcılarla, bilateral koşullarda (eşzamanlı) her iki elin parmakları arasındaki güç üretim düzeyini karşılaştırmıştır. Ohtsuki'ye göre, elin en güçlü parmağı diğer parmaklara oranla BLD'den daha fazla etkilenebilir.

Taniguchi ve diğ. (2001), parmak fleksiyonu sırasında baskın elin, diğer ele oranla BLD'den daha fazla etkilendiğini tespit etmiştir (Taniguchi, 2001).

Li ve diğ. (2000), sağ elini kullanan 13 katılımcıyla bilateral hareket (eşzamanlı) sırasında iki elin güç üretim düzeylerini karşılaştırmıştır. Araştırmanın sonucunda, sol elin baskın ele oranla daha az güç üretebildiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, Li ve diğ., diğer meslektaşlarının aksine baskın elin BLD'den daha az etkilendiğini savunmaktadır. Bu konudaki en önemli açıklama, Jakobi ve Chilibeck (2001) tarafından yapılmıştır. Jakobi ve Chilibeck (2001), üst ekstremitede baskın tarafın BLD'den daha çok etkilendiğini savunurken, alt ekstremitte içinse böyle bir etkiden söz etmek için yeterli veri bulunmadığını savunmaktadır.

Maksimal İstemli Kas Kasılması Sırasında BLD Oranı

Bilateral dinamik-izometrik istemli kas kasılması sırasında ortaya çıkan BLD oranı % 3-27 oranında değişmektedir (Li ve diğ., 2006; Ohtsuki,1983). Bu oran izometrik el kavrama testindeki kasılmalar içinse % 5-14 oranındadır (Ohtsuki,1981; Ohtsuki,1983).

BLD'nin Tespiti

BLD'nin belirlenmesi için çoğunlukla Elektromyografi (EMG), Transkranyal Manyetik Stimülasyon (TMS) ve Elektroensefalografi (EEG) yöntemleri kullanılmaktadır; ancak pratik oluşu nedeniyle en çok tercih edilen yöntem EMG'dir (Hanajime ve diğ., 2001; Oda ve Moritani, 1995a; Oda ve Moritani, 1995b; Ohtsuki, 1981).

EMG çalışmalarında, BLD'nin güç üretiminin yükselme fazında gözlemlendiği belirtilmektedir (Oda

ve Moritani, 1995a). Bu durumla ilgili bir başka görüş ise BLD'nin güç üretiminin yükselme fazı sonrasında da devam ettiği yönündedir (Sescher ve diğ., 1978).

BLD'nin Nedenleri

BLD'nin nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte; BLD'nin ortaya çıkmasında biyomekanik etkenlerden çok, nöral etkenlerin etkili olduğu bilinmektedir (Owing ve Grabiner, 1998). Söz konusu nöral etkenler; interhemisferik düzenlemeleri ve spinal refleksleri içermektedir (Taniguchi, 1998). Bu nöral etkenlerden en önemlileri; transkallosal inhibisyon, harekete katılan yüksek eşikli motor ünite aktivasyonundaki azalma ve propriyoseptif resiprokal inhibasyondur (Hanajima ve diğ., 2001; Roy ve diğ., 1990).

Oda ve Moritani (1995b), BLD'nin kortikal kaynaklı olabileceğini belirtirken, Kawakami ve diğ. (1998) ise BLD'nin çekilme refleksinden kaynaklanabileceğine dikkat çekmektedir (Kawakami ve diğ., 1998).

Bazı çalışmalarda BLD'nin nedeni, kırmızı kas fibrillerinin inhibasyonuna bağlı olarak düşük eşikli motor ünite aktivasyonundaki azalma olarak gösterilmektedir (Sescher ve diğ., 1978). Bu görüşün nedeni, Sescher ve diğerleri (1978)'nin çalışmasına dayanmaktadır. Sescher ve diğerleri (1978), BLD'nin nedenini "selektif inhibisyon"la açıklamaya çalışmıştır. Bu çalışmada, sırasıyla kırmızı ve beyaz kas fibrillerinin uyarılması farmakolojik bir maddeyle bloke edilmiş ve bu koşullarda BLD'nin hangi tip fibrillerle ya da motor ünitelerle bağlantılı olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Sescher ve diğerleri (1978), kırmızı fibrillerin blokajını ve düşük eşikli motor ünite aktivasyonundaki azalmayı BLD'nin nedeni olarak kabul etmektedir.

Kas kasılması ve güç üretiminin, proprioseptörlerin fasilitasyonu ile aktive olan motor ünite sayısının artışına bağlı olduğu düşünüldüğünde, BLD'nin daha çok yüksek eşikli motor ünite aktivasyonundaki azalmadan kaynaklanabileceği görüşü daha yaygın olarak kabul edilmektedir (Roy ve diğ., 1990).

Sescher ve diğ. (1978)'nin, görüşlerinin kabul görmemesinin bir diğer nedeni de kas ve sinir sis-

temine ait temel fizyolojik bilgilerdir. Yüksek eşikli motor ünitelerin ve beyaz fibrillerin yüksek kasılma hızı özellikleri nedeniyle güç üretiminden öncelikli olarak sorumlu oldukları bilinmektedir (Howard ve Enoke, 1991; Koh ve diğ., 1993).

Vanderwoot ve diğerleri (1987), BLD'nin nedenini yüksek eşikli motor ünite aktivasyonundaki azalma olarak açıklamıştır.

BLD ve Hareket Hızı Arasındaki İlişki

BLD ve hareket hızı arasındaki ilişki konusunda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Vandervoort ve diğ. (1984), kasılma hızının artması durumunda (120°s^{-1}) harekete katılan yüksek eşikli motor ünite sayısının azalacağını ve buna bağlı olarak da BLD oranının artacağını belirtmektedir.

Owings ve Grabiner (1998) ise düşük hareket hızlarında bile (30°s^{-1} lik diz ekstansiyonu) BLD'nin varlığını göstererek, BLD'nin hareket hızından bağımsız olduğunu savunmaktadır.

BLD'nin Sıçrama ve Reaksiyon Zamanı Üzerindeki Etkileri

BLD'nin reaksiyon zamanı, sprint çıkış performansı ve sıçrama performansı üzerindeki etkilerini değerlendiren araştırma sayısı son derece azdır.

Gazzaniga ve Sperry (1966), görsel bir uyarana bilateral olarak gösterilen reaksiyon süresinin, unilateral olarak gösterilen reaksiyon süresinden % 40 oranında daha uzun olduğunu göstermiştir. Taniguchi ve diğ. (2001), parmak fleksiyonu sırasında bilateral reaksiyon süresinin, unilateral reaksiyon süresinden daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Bracic ve diğ. (2010), BLD'in, sprint çıkış performansını ve "Counter Movement Jump" (CMJ) test sonuçlarını olumsuz yönde etkilediğini tespit etmiştir. Challis (1998)'e göre, maksimal dikey sıçrama performansı BLD'den olumsuz olarak etkilenmektedir.

Soest ve diğ. (1985), üst düzey performansa sahip erkek voleybol oyuncularının tek bacak ve çift bacak CMJ test performanslarının BLD'den etkilenip etkilenmediğini araştırmışlardır. Genel olarak voleybolcular çift bacak sıçramayı antrenmanlarında sıklıkla kullanmalarına rağmen; Soest

ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, voleybolcuların çift bacakla CMJ testinden elde edilen biyomekanik analiz verileri (yer itiş kuvveti, güç çıktısı, zirve moment vb.) tek bacakla CMJ testinden elde edilen verilere oranla daha düşük bulunmuştur.

Bobbert ve diğ.(2005), dikey sıçrama performansının BLD'den etkilenmediğini, bunun tersine çift bacakla sıçramada elde edilen biyomekanik analiz sonuçlarının (yer itiş kuvveti, güç çıktısı, zirve moment vb.) tek bacakla sıçramadan elde edilen verilere oranla daha yüksek sıçrama performansını işaret ettiğini bildirmektedir. Bubanj ve diğ.(2010), çift bacakla sıçrama performansının tek bacakla sıçrama performansına göre daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilateral homonymous kasların eş zamanlı aktive edilmesi durumunda akut olarak ortaya çıkan BLD'nin; maksimal istemli dinamik- izometrik kas kasılması üzerinde sınırlayıcı etkilerinin olduğu araştırmacıların büyük çoğunluğu tarafından kabul edilmektedir. Bilateral olarak gerçekleş-

tirilen hareketler sırasında ortaya çıkan BLD'ye, bilateral fasilitasyon yoluyla uyum sağlanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Çift ayakla sıçramaya uyum sağlamış voleybolcuların bile BLD'den etkilendiği düşünüldüğünde, yarışma koşullarında BLD'nin sınırlayıcı etkilerinin en aza indirilmesi için antrenman programlarında bilateral kas kasılmalarını içeren çalışmalara yoğun bir şekilde yer verilmelidir.

Yazar Notu: *California State Üniversitesi, Kinesiyoloji ve Beslenme Bilimleri Departmanı'ndaki çalışmalarım sırasında; Bilateral Defisit ve Spinal Kord Refleksleri konusundaki bilgi ve deneyimlerini paylaşan Prof. Dr. Nazareth KHODIGUIAN'a teşekkürü bir borç bilirim.*

Yazışma Adresi (Corresponding Address)

Dr. Cem KURT

Trakya Üniversitesi

Kırkpınar Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Balkan Kampüsü, Edirne

E-posta: cemkurt35@gmail.com

KAYNAKLAR

1. **Arthur CG, John EH.** (2006). *The nervous system: A general principles and sensory physiology. Textbook of Medical Physiology.* (11st Edition.) Philadelphia: Elsevier Inc.
2. **Bobbert MF, Graaf WW, Jonk JN, Casius LJR.** (2006). Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *Journal of Applied Physiology*, 100, 493-499.
3. **Bracic M, Supej M, Peharec S, Bacic P, Coh M.** (2010). An investigation of the influence of bilateral deficit on the counter-movement jump performance in elite sprinters. *Kinesiology*, 42, 73-81.
4. **Bubanj S, Stankovic R, Bubanj R, Dimic A, Bednarik J, Kolar E.** (2010). One-leg vs two leg vertical jumping performance. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Physical Education and Sport*, 81, 89-95.
5. **Challis JH.** (1998). An investigation of the influence of bi-lateral deficit on human jumping. *Human Movement Science*, 17, 307-325.
6. **Coh M, Jovanovic GD, Bratic M.** (2004). Motor learning in sport. *FACTA UNIVERSITATIS: Physical Education and Sport*, 2, 45-59.
7. **Gazzaniga MS, Sperry RW.** (1966). Simultaneous double discrimination response following brain bisection. *Psychological Science*, 4, 261-262.
8. **Hanajima R, Ugawa Y, Machii K, Mochizuki H, Terao Y, Enomoto H. ve diğ.** (2001). Interhemispheric facilitation of the hand motor area in humans. *Journal of Physiology*, 531, 849-859.
9. **Herbert RD, Gandevia SC.** (1996). Muscle activation in unilateral and bilateral efforts assessed by motor nevre and cortical stimulation. *Journal of Applied Physiology*, 80, 1351-1356.
10. **Howard JD, Enoka RM.** (1991). Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *Journal of Applied Physiology*, 70, 306-316.
11. **Jakobi JM, Cafarelli E.** (1998). Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *Journal of Applied Physiology*, 84, 200-206.
12. **Jakobi JM, Chilibeck PD.** (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26, 12-33.
13. **Kawakami Y, Sale DG, MacDougall JD, Moroz JS.** (1998). Bilateral deficit in plantar flexion: relation to knee joint position, muscle activation, and reflex excitability. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77, 212-216.
14. **Khodiguian N, Cornwell A, Lares E, DiCaprio PA, Hawkins A.** (2003). Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions. *Journal of Applied Physiology*, 94, 171-178.
15. **Koh TJ, Grabiner MD, Clough CA.** (1993). Bilateral deficit is larger for step than for ramp isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 74, 1200-1205.
16. **Li S, Danion F, Latash ML, Li ZM, Zatsiorsky MV.** (2000). Finger coordination and bilateral deficit during two-hand Force production tasks performed by right-handed subjects. *Journal of Applied Biomechanics*, 16, 379-439.
17. **Oda S, Moritani T.** (1994). Maximal isometric Force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 240-243.
18. **Oda S, Moritani T.** (1995a). Movement-related cortical potentials during handgrip contractions with special reference to Force and electromyogram bilateral deficit. *European Journal of Applied Physiology*, 72, 1-5.
19. **Oda S, Moritani T.** (1995b). Cross-correlation of bilateral differences in fatigue during sustained maximal voluntary contraction. *European Journal of Applied Physiology*, 70, 305-310.
20. **Ohtsuki T.** (1981). Decrease in grip strength induced by simultaneous bilateral exertion with reference to finger strength. *Ergonomics*, 24, 37-48.
21. **Ohtsuki T.** (1983). Decrease in human voluntary isometric arm strenght induced by simultaneous bilateral exertion. *Behavioural Brain Research*, 7, 165-178.
22. **Owings TM, Grabiner MD.** (1998). Fatigue effects on the bilateral deficit are speed dependent. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1257-1262.
23. **Roy MA, Sylvestre M, Katch FI, Katch VL, Lagasse PP.** (1990). Proprioceptive facilitation of muscle tension during unilateral and bilateral knee extension. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 289-292.
24. **Secher NH, Rørsgaard S, Secher O.** (1978). Contralateral influence on recruitment of curarized muscle fibres during maximal voluntary extension of the legs. *Acta Physiologica Scandinavica*, 103, 456-462.
25. **Taniguchi Y.** (1998). Relationship between the modifications of bilateral deficit in upper and lower limbs by resistance training in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 226-230.
26. **Taniguchi Y, Burle B, Vidal F, Bonnet M.** (2001). Deficit in motor cortical activity for simultaneous bimanual responses. *Experimental Brain Research*, 137, 259-268.
27. **Vandervoot AA, Sale DG, Moroz J.** (1984). Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *Journal of Applied Physiology*, 56, 46-51.
28. **Vandervoot AA, Sale DG, Moroz J.** (1987). Strength-velocity relationship and fatigability of unilateral versus bilateral arm extension. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 201-205.
29. **Van Soest AJ, Roebroek ME, Bobbert MF, Huijing PA, Van Ingen Schenau GJA.** (1985). Comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1 (17), 635-639.