



The Effects of Isokinetic Strength Training on Strength at Different Angular Velocities: a Pilot Study

Tuğba Kocahan¹, Ender Kaya¹, Bihter Akinoğlu², Yasemin Karaaslan³,
Necmiye Ün Yıldırım², Adnan Hasanoglu¹

¹Ministry of Youth and Sports, General Directorate of Sports, Directorate of Health Affairs Section, Eryaman, Ankara, Turkey

²Yıldırım Beyazıt University Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Ankara, Turkey

³Beykent University High School of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İstanbul, Turkey

ABSTRACT

Objectives: The study examines whether isokinetic training at various angular velocities is also effective at angular velocities which are not usually preferred for training and testing purposes.

Materials and Methods: The study was carried out with isokinetic strength training and measurement of 18 lower extremities of nine healthy individuals (three males and six females) with a mean age of 27.1 ± 3.5 years. Individuals who were prescribed isokinetic training for two days a week for a total of six weeks were evaluated before and following the study. The evaluation protocol was designed as a set of five repeats at $60^\circ/s$ angular velocity, single sets of 10 repeats each at $120^\circ/s$ and $180^\circ/s$ angular velocities, single sets of 15 repeats each at $240^\circ/s$ and $300^\circ/s$ angular velocities. The isokinetic training protocol was applied as three sets of 10 repeats at an angular velocity of $60^\circ/s$ and three sets of 15 repeats at an angular velocity of $180^\circ/s$, in the concentric-concentric mode.

Results: Average peak torque scores increased significantly ($p < 0.05$) at $60^\circ/s$, $120^\circ/s$ and $180^\circ/s$ angular velocities, when comparing pre- and post-training, but there were no increases at $240^\circ/s$ and $300^\circ/s$ angular velocities ($p > 0.05$).

Conclusion: It was shown that angular velocity is important in isokinetic training, and that training at high angular velocities provides strength increases at lower angular velocities, but would not increase strength at angular velocities above the training level. For this reason, it is thought that in the preparation of an isokinetic strength training protocol, angular velocities need to be taken into account. For any athlete, the force at the angular velocity required in her/his sports branch needs to be considered.

Keywords: Isokinetic strength, quadriceps femoris, strength training

Available at: <http://journalofsportsmedicine.org> and <http://dx.doi.org/10.5152/tjism.2017.073>

Cite this article as: Kocahan T, Kaya E, Akinoglu B, et al. The effects of isokinetic strength training on strength at different angular velocities: a pilot study. *Turk J Sports Med.* 2017;52:77-83.

İzokinetik Kuvvet Antrenmanının Farklı Açısal Hızlardaki Kas Kuvveti Üzerine Etkisinin İncelenmesi: Pilot Çalışma

Öz

Amaç: Çalışma, sağlıklı sedanter bireylerde farklı açısal hızlarda yapılan izokinetik kuvvet antrenmanının sadece antrenmanın yapıldığı açısal hızlarda mı, yoksa test edilen diğer açısal hızlarda da mı etkili olup olmadığını belirlemek amaçlıdır.

Gereç ve Yöntemler: Çalışma, ortalama yaşları 27.1 ± 3.5 yıl olan dokuz sağlıklı bireyin (üç erkek ve altı kadın) toplam 18 alt ekstremitesinde izokinetik kuvvet antrenmanı ve ölçümleri ile gerçekleştirildi. Haftada iki gün toplam altı hafta izokinetik antrenmana tabi tutulan bireyler çalışma öncesi ve sonrası değerlendirildi. Değerlendirme protokolü $60^\circ/s$ açısal hızda bir set beş tekrar, $120^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızlarda birer set onar tekrar, $240^\circ/s$ ve $300^\circ/s$ açısal hızlarda birer set onbeşer tekrar olacak şekilde yapıldı. İzokinetik antrenman protokolü ise $60^\circ/s$ açısal hızda üç set 10 tekrar ve $180^\circ/s$ açısal hızda üç set 15 tekrar konsantrik-konsantrik modda olacak şekilde uygulandı.

Bulgular: Eğitim öncesi ve eğitim sonrası kıyaslandığında, ortalama zirve kuvvet değerlerinin $60^\circ/s$, $120^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızlarda anlamlı ölçüde arttığı ($p < 0.05$), ancak $240^\circ/s$ ve $300^\circ/s$ açısal hızlarda anlamlı bir artış göstermediği belirlendi ($p > 0.05$).

Sonuç: Çalışma ile izokinetik kuvvet antrenmanında kullanılan açısal hızın önemli olduğu ve yüksek açısal hızlarda yapılan izokinetik eğitimin düşük açısal hızlarda da kuvvet artışı sağlayabileceği, ancak antrenmanın üstündeki açısal hızlarda kuvvet artışı sağlayamayacağı sonucu ortaya kondu. Bu nedenle, bir izokinetik kuvvetlendirme protokolü hazırlanırken, bireylerin ihtiyacı olan açısal hızların göz önünde bulundurulması gerektiği, birey sporcu ise yaptığı branşın gerektirdiği açısal hızdaki kuvvetin dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: İzokinetik, quadriceps femoris, kuvvet antrenmanı

GİRİŞ

Kasların kuvvetini geliştirmede izometrik, izotonik ve izokinetik egzersizler kullanılmaktadır. İzokinetik egzersizler ile farklı açısal hızlar kullanılarak fonksiyonel performansta kas kuvvetinde daha belirgin artışlar elde edilebilir (1,2).

Tüm eklem hareket açıklığı boyunca sabit hızda ve maksimal gerimin oluşturulduğu izokinetik egzersizler kas kuvvetini en iyi arttıran egzersizler olarak kabul edilmektedir (3,4). Hareket açıklığının her noktasında kasa dinamik bir yüklenme sağlayan izokinetik egzersizler ilk olarak

James Perrine tarafından 1960'lı yılların sonuna doğru geliştirilmiştir (5-10).

İzokinetik aktivite, en az 6-8 haftalık bir antrenman sonrasında kas hipertrofisi sağlar. Cote ve ark. izokinetik antrenman protokolünün iskelet kasının ortalama zirve kuvvet değerini arttırdığını açıklamışlardır (11). İzokinetik antrenmanın; kas kuvveti, kas gücü, enzim aktiviteleri ve lif kompozisyonuna birçok fayda sağladığı gösterilmiştir (12).

Sağlıklı kişiler üzerinde farklı açısal hız ($60^\circ/s$, $120^\circ/s$ ve $180^\circ/s$) ve farklı kuvvet antrenmanlarının (izole konsantrik ve izole eksantrik antrenman), quadriceps femoris kuvveti üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, eksantrik antrenman grubunda eksantrik kas kuvvetinin, konsantrik antrenman grubunda ise konsantrik kas kuvvetinin arttığı belirtilmiştir (13). Ayrıca sağlıklı ve hasta gruplar üzerinde yapılan birçok çalışmada izokinetik kuvvet antrenmanında kasılma tipine özel kuvvet artışı gerçekleştiği, yani konsantrik kuvvetlendirme antrenmanında daha çok konsantrik kuvvet artışı, eksantrik kuvvetlendirme antrenmanında ise daha çok eksantrik kas kuvvet artışı olduğu belirtilmiştir (13,14).

Buna benzer olarak literatürde değişik açısal hızlarda yapılan izokinetik kuvvetlendirme antrenmanlarının kas kuvveti üzerine etkisini inceleyen çalışmalar vardır (12,15-22). Ancak bu çalışmalarda antrenman yapılan açısal hızlar test protokolünde de kullanılmıştır. Bu durum kas kuvvetinin antrene edildiği açısal hızlarda arttığı bilgisini vermekle birlikte, kasın di-

ğer açısal hızlardaki kuvveti hakkında yeterli bilgi vermemektedir. Bu nedenle bu çalışma, sedanter bireylerde belirli açısal hızlarda yapılan izokinetik antrenmanın sadece antrenmanın yapıldığı açısal hızlarda mı, yoksa eğitim verilmeyen farklı açısal hızlarda da mı etkili olup olmadığını belirlemeyi amaçlamaktadır.

GEREÇLER ve YÖNTEM

Çalışma, başlangıçta 10 sağlıklı birey ile başlatıldı; ancak bir bireyin seanslara düzgün gelmemesi nedeniyle çalışmadan çıkarılması sonucu; dokuz sağlıklı bireyde (üç erkek ve altı kadın), toplam 18 alt ekstremitenin izokinetik kuvvet ölçümü ve eğitimi ile gerçekleştirildi.

Çalışmanın dışlanma kriterleri; daha önce dizinden operasyon geçirmiş olmak, dizinde ortopedik problemi olmak, düzenli egzersiz yapmamaktır. Çalışmaya katılmadan önce katılımcıların hepsi çalışmanın amacı, içeriği ve yararları konusunda bilgilendirildi.

Bireylerden değerlendirme ve eğitim programına başlama öncesinde ısınma amaçlı 10-15 dakika koşmaları istendi.

Çalışmada bireylerin kas kuvvet ölçümü ve kas kuvvet eğitimi ISOMED 2000® (D & R Ferstl GmbH, Hemau, Germany) izokinetik cihazı ile yapıldı. Çalışma alt ekstremitede diz eklemi fleksör ve ekstansör kas grupları üzerinde gerçekleştirildi. Test başlamadan önce cihazın veri tabanında bir kayıt açılarak, bireylerin antropometrik verileri ve yaşları girildi. Cihazın sırt açısı ayarlandıktan sonra pivot noktası lateral fe-

moral kondil olacak şekilde dinamometrenin şaftı ayarlandı. Dinamometrenin tibia üzerinde destek pedi sabitlendi. Kemlerle gövde, pelvis ve kalça eklemi stabilize edildi. Belirlenen bölgelere vidalar takılarak, mekanik olarak ROM sabitlendi. Katılımcılar cihaza bağlandıktan sonra pasif olarak diz fleksiyon-ekstansiyonu yaptırılıp rahatsız eden herhangi bir yerin olup olmadığı kontrol edildi.

Değerlendirme protokolünde kullanılacak olan diz fleksiyon-ekstansiyon konsantrik-konsantrik hareketleri 60°/s açısal hızda bir set beş tekrar, 120°/s ve 180°/s açısal hızlarda birer set onar tekrar, 240°/s ve 300°/s açısal hızlarda birer set onbeşer tekrar olacak şekilde belirlendi.

Antrenman protokolünde ise bireyler haftada iki gün toplam altı hafta 60°/s açısal hızda üç set 10 tekrar ve 180°/s açısal hızda üç set 15 tekrar konsantrik-konsantrik modda olacak şekilde bilateral alt ekstremitte diz eklemi fleksiyon-ekstansiyon kuvvetlendirme antrenmanı yaptı.

İstatistiksel analiz: Elde edilen veriler "SPSS (Statistical Package for Social Sciences Inc. Chicago, IL, USA) for Windows Release 15.0" istatistiksel paket programı ile analiz edildi. Çalışmanın istatistiklerinde ölçümle belirlenen değişkenler, ortalama \pm standart sapma ($X \pm SD$) olarak ifade edildi. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenip, normal dağılıma uymadığı belirlenen eğitim öncesi ve sonrası zirve kuvvet değerleri "Wilcoxon Signed Ranks

Test" ile karşılaştırıldı. Anlamlılık derecesi olarak $p < 0.05$ alındı.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen üç erkek ve altı kadın toplam dokuz bireyin ortalama yaşları 27.1 ± 3.5 yıl olup, diğer fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmektedir.

Eğitim öncesi ve eğitim sonrası kıyaslandığında; ortalama zirve kuvvet değerlerinin 60°/s, 120°/s ve 180°/s açısal hızlarda anlamlı ölçüde arttığı ($p < 0.05$), ancak 240°/s ve 300°/s açısal hızlarda anlamlı bir artış olmadığı belirlendi ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Tablo 1. Bireylerin fiziksel bilgileri

Yaş (yıl)	27.1 \pm 3.5
Vücut ağırlığı (kg)	61.4 \pm 7.0
Boy (m)	1.69 \pm 0.06
VKİ (kg/m ²)	21.6 \pm 2.6

Değerler ($X \pm SD$) olarak; VKİ: Vücut kütle indeksi

TARTIŞMA

İzokinetik egzersiz ile fonksiyonel performansta ve kas kuvvetinde belirgin artış elde edilebilir (23). İzokinetik egzersizler sonucunda kas kuvvetindeki gelişmenin sebebi, motor nöron havuzunda daha iyi aktivasyon sağlanması ve iskelet kaslarının yorgunluğunun azalmasıdır (24). Aynı zamanda zirve kuvvetteki artışın hipertrofi veya harekete katılan diğer kaslardaki değişiklikler ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (25).

Tablo 2. Bireylerin izokinetik antrenman öncesi ve sonrası zirve kuvvet değerleri

	Antrenman öncesi	Antrenman sonrası	p*	Z
60°/s fleks ZT (Nm)	65.0 ± 15.3	84.6 ± 25.7	0.001*	-3.375
60°/s ekst ZT (Nm)	98.9 ± 38.3	125.9 ± 35.0	0.000*	-3.637
120°/s fleks ZT (Nm)	54.5 ± 24.1	66.2 ± 23.1	0.043*	-2.025
120°/s ekst ZT (Nm)	76.1 ± 27.1	91.7 ± 26.5	0.004*	-2.896
180°/s fleks ZT (Nm)	57.9 ± 13.1	72.5 ± 26.0	0.004*	-2.853
180°/s ekst ZT (Nm)	68.2 ± 21.7	86.4 ± 27.8	0.000*	-3.724
240°/s fleks ZT (Nm)	51.2 ± 17.0	56.8 ± 23.6	0.127	-1.524
240°/s ekst ZT (Nm)	60.9 ± 20.3	63.3 ± 23.4	0.616	-0.501
300°/s fleks ZT (Nm)	42.5 ± 17.4	47.4 ± 25.0	0.349	-0.936
300°/s ekst ZT (Nm)	52.4 ± 24.1	47.1 ± 17.7	0.117	-1.568

*p<0.05, *W* Wilcoxon signed ranks test, fleks: fleksiyon; ekst: ekstansiyon; ZT: zirve tork, Nm: Newton metre.

İzokinetik konsantrik antrenmanın, program boyunca kas kuvvetindeki artışı sağlayan nöral faktörler için uygun uyarı olduğu düşünülür (26-27). Çalışmada düzenli egzersiz yapmayan sedanter sağlıklı bireylerde kas kuvveti artışının sadece izokinetik antrenmandan kaynaklandığı gösterilmekte olup; egzersiz yaptırılan açısız hızlardaki zirve kuvvet değerlerinde anlamlı artış bulunması normal fizyolojik cevaba örnek olarak verilebilir.

İzokinetik testte düşük açısız hızlarda tip 1, tip 2a ve tip 2b olmak üzere her üç tip kas lifi de harekete katılır. Açısız hız arttırıldıkça önce tip 1 kas lifi, daha sonra tip 2a kas lifleri pasif hale geçer. Tip 2b kas lifleri ise en yüksek açısız hızlarda bile uyarılabilir (28-31). Böylece 60°/s açısız hızda her üç tip kas lifi harekete ve oluşturulan zirve kuvvete katkıda bulu-

nurken, 180°/s hızda zirve kuvvet büyük ölçüde tip 2b lifler tarafından oluşturulur. Her üç tip kas lifi de total işin oluşturulmasına katkıda bulunurlar, ancak yorgunluğa en dirençli olan tip 1 kas liflerinin etkisi daha ön plandadır. Bu çalışmaya benzer olarak Prevost ve ark., zirve kuvvet ölçümlerinde açısız hıza özel artışı aydınlatmak için yaptıkları çalışmada, tip 2 kas hipertrofisine bağlı olarak yüksek açısız hızlarda yapılan izokinetik eğitimin düşük açısız hızlarda kuvvet artışı sağlayacağı sonucuna ulaşmışlardır (17). Benzer olarak bu çalışmada 60°/s ve 180°/s açısız hızlarda konsantrik/ konsantrik modda eğitim programına tabi tutulan olgular; 60°/s, 120°/s, 180°/s, 240°/s ve 300°/s açısız hızlarda değerlendirildi.

Sonuçlar değerlendirildiğinde antrenman yaptırılan açısız hızlarda kas kuvvetinde bir artış olduğu belirlenirken, antrenman yaptırılmayan 120°/s açısız hızda da kas kuvvetinde bir artış olduğu belirlendi. 120°/s açısız hızda diz fleksiyon ve ekstansiyon zirve kuvvet değerindeki artış Prevost ve ark.'ın yüksek açısız hızlarda yapılan izokinetik eğitimin düşük açısız hızlarda kuvvet artışı sağlayacağı sonucuyla paraleldir (17). Çalışmada ayrıca antrenman programı uygulanmayıp sadece test yapılan 240°/s ve 300°/s açısız hızlarda kas kuvvetinde artış olmadığı belirlendi. Bu durum yapılan izokinetik antrenmanda açısız hızın önemli olduğunu ve yüksek açısız hızlarda yapılan izokinetik antrenmanın düşük açısız hızlarda kuvvet artışı sağlayacağı, ancak antrenmandakinin üstündeki açısız hızlarda kuvvet artışı sağlamayacağı sonucunu ortaya koymuş oldu.

Çalışmanın limitasyonları kişi sayısının az olmasıdır. Tek açısız hızda antrene edilen, daha fazla açısız hızlardaki kas kuvvet artışının test edildiği ve sporcu popülasyonlarında yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Çalışmanın sonunda 60°/s ve 180°/s açısız hızlardaki diz fleksiyon ve ekstansiyon zirve kuvvet değerlerindeki anlamlı artışın sebebinin bu açısız hızlarda yapılan izokinetik antrenmandan kaynaklandığı, buna ek olarak 120°/s açısız hızda belirlenen artışın ise antrenmanın yapıldığı açısız hızların, 120°/s açısız hızda aktive olan kas lifi tiplerine de etki

etmiş olabileceği düşünülmektedir. Bu durum yapılan izokinetik antrenmanda açısız hızın önemli olduğunu ve yüksek açısız hızlarda yapılan izokinetik antrenmanın düşük açısız hızlarda kuvvet artışı sağlayacağını, ancak antrenmanın üstündeki açısız hızlarda kuvvet artışı sağlanamayacağı sonucunu ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda izokinetik kuvvetlendirme protokolü hazırlanırken, bireylerin kullanacakları açısız hızların göz önünde bulundurulması gerektiği, birey sporcu ise yaptığı branşın gerektirdiği açısız hızdaki kuvvetin dikkate alınması gerektiği kanaati oluştu.

KAYNAKLAR

1. Kalyon TA. Sportif Rehabilitasyon. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editors. *Tıbbi Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2004. p. 933-50.
2. Bilgiç A, Kamiloğlu R, Tuncer S. Diz osteoartritinde izokinetik egzersiz programının etkinliği. *FTR Bil Der*. 2007;3:70-5.
3. Davies GJ. *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques*. 4th ed. Onalaska, WI: S & S Publishers; 1992.
4. Akgün N. *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. 5. Baskı. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi; 1994.
5. Bosco C. Methods of functional testing during rehabilitation exercises. In: Puddu G, Giombini A, Selvanetti A, editors. *Rehabilitation of Sport Injuries. Current Concepts*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2001. p. 11-22.
6. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol Online*. 2001;4(3):1-21.
7. Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, et al. Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *J Appl Physiol (1985)*. 2005;99:87-94.
8. MacIntosh BR, Gardiner PF, McComas AJ. *Skeletal Muscle: Form and Function*. 2nd ed. USA: Human Kinetics; 2006.

9. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of Exercise Physiology*. 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
10. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. 5th ed. USA: Human Kinetics; 2008.
11. Côté C, Simoneau JA, Lagassé P, et al. Isokinetic strength training protocols: do they induce skeletal muscle fiber hypertrophy? *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;69:281-5.
12. Brown L, Whitehurst M. The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development. *J Strength Cond Res*. 2003;17:88-94.
13. Duncan PW, Chandler JM, Cavanaugh DK, et al. Mode and speed specificity of eccentric and concentric exercise training. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989;11:70-5.
14. Petersen SR, Bell GJ, Bagnall KM, et al. The effects of concentric resistance training on eccentric peak torque and muscle cross-sectional area. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;13:132-7.
15. Morriss CJ, Tolfrey K, Coppack RJ. Effects of short-term isokinetic training on standing long-jump performance in untrained men. *J Strength Cond Res*. 2001;15:498-502.
16. Evetovich TK, Housh TJ, Housh DJ, et al. The effect of concentric isokinetic strength training of the quadriceps femoris on electromyography and muscle strength in the trained and untrained limb. *J Strength Cond Res*. 2001;15:439-45.
17. Prevost MC, Nelson AG, Maraj BKV. The effect of two days of velocity-specific isokinetic training on torque production. *J Strength Cond Res*. 1999;13:35-9.
18. Abernethy PJ. Influence of acute endurance activity on isokinetic strength. *J Strength Cond Res*. 1993;7:141-6.
19. Chan KM, Maffulli N, Korkia P, et al. Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation. Hong Kong: Williams & Wilkins; 1996. p. 107-86.
20. Coburn JW, Housh TJ, Malek MH, et al. Neuromuscular responses to three days of velocity-specific isokinetic training. *J Strength and Cond Res*. 2006;20:892-8.
21. Beck TW, Housh TJ, Johnson GO, et al. Effects of two days of isokinetic training on strength and electromyographic amplitude in the agonist and antagonist muscles. *J Strength Cond Res*. 2007;21:757-62.
22. Remaud A, Cornu C, Guével A. Neuromuscular adaptations to 8-week strength training: isotonic versus isokinetic mode. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 108:59-69.
23. Jee YS. Usefulness of measuring isokinetic torque and balance ability for exercise rehabilitation. *J Exerc Rehabil*. 2015;11:65-6.
24. Eid MA, Aly SM, Huneif MA, et al. Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *Int J Rehabil Res*. 2017;40:127-33.
25. Evetovich TK, Housh TJ, Johnson GO, et al. The effects of concentric isokinetic strength training of the quadriceps femoris on mechanomyography and muscle strength. *Isokinet Exerc Sci*. 1998;7:123-8.
26. Ozmun JC, Mikesky AE, Surburg PR. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:510-4.
27. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20(5 Suppl):S135-45.
28. Clamann HP, Broecker KT. Relation between force and fatigability of red end pale skeletal muscles in man. *Am J Phys Med*. 1979;58:70-85.
29. Dikmenoğlu N. İskelet kası fizyolojisi. In: Beyazova M, Kutsal YG, editors. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevleri; 2000. p. 138.
30. Brown LE, Whitehurst M. *Isokinetics in Human Performance*. USA: Human Kinetics; 2000.
31. Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, et al. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2008;28:113-9.