



# Kuvvet Antrenmanlarına fizyolojik uyumlar (sinirsel)

# GİRİŞ

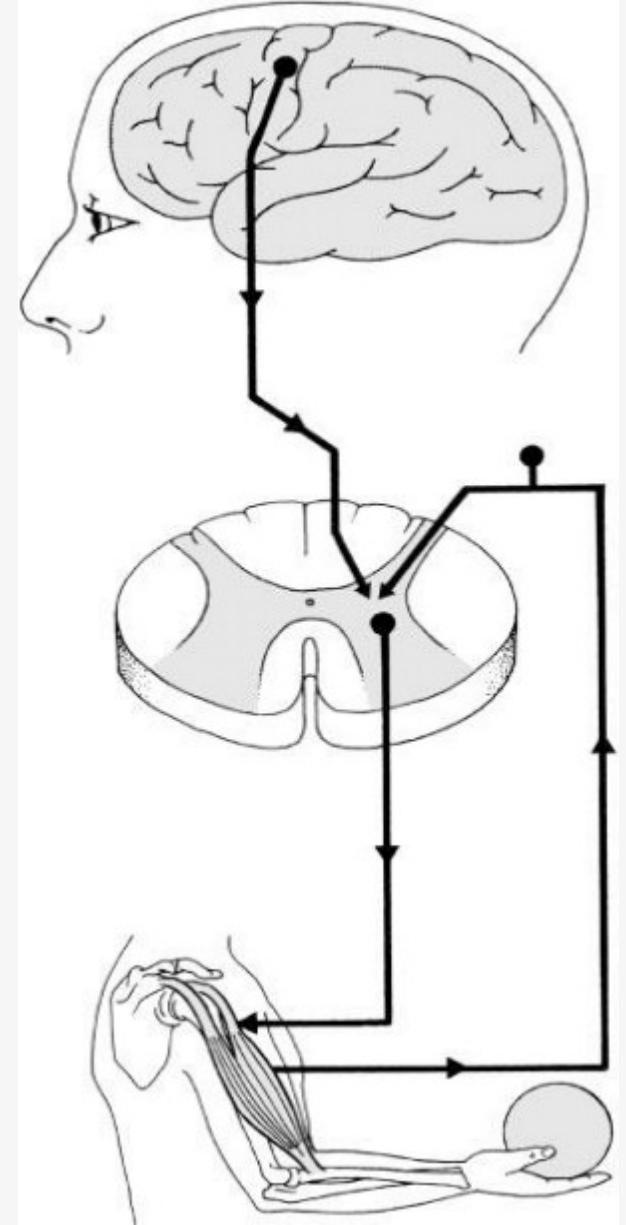
- Kuvvet performansı sadece ilgili kas kütlelerinin niceliği ve kalitesi (motor) ile değil, aynı zamanda sinir sisteminin (motor kontrol), kasları etkin bir şekilde harekete geçirme yeteneğiyle de belirlenir.
- Kuvvet antrenmanına sinir sistemi adaptasyonu, maksimum gücü (kuvvet) artırmak için kas kontrolünü artırabilir.
- Bu “sinirsel” adaptasyonlar, üst düzey beyin merkezlerinde veya omurilikte gerçekleşebilir.



# GİRİŞ

➤ Kuvvet performansı 2 ana konuda sinir sistemini zorlamaktadır:

1. Ana taşıyıcı kasların (agonistler) tamamen aktivasyonu
2. Sinerjistlerin ve antagonistlerin uygun aktivasyonu



# GİRİŞ

Kuvvet Antrenmanı

Sinirsel Adaptasyon

Agonist aktv.

Uygun Sinerjik  
aktv.

Antagonist Aktv.

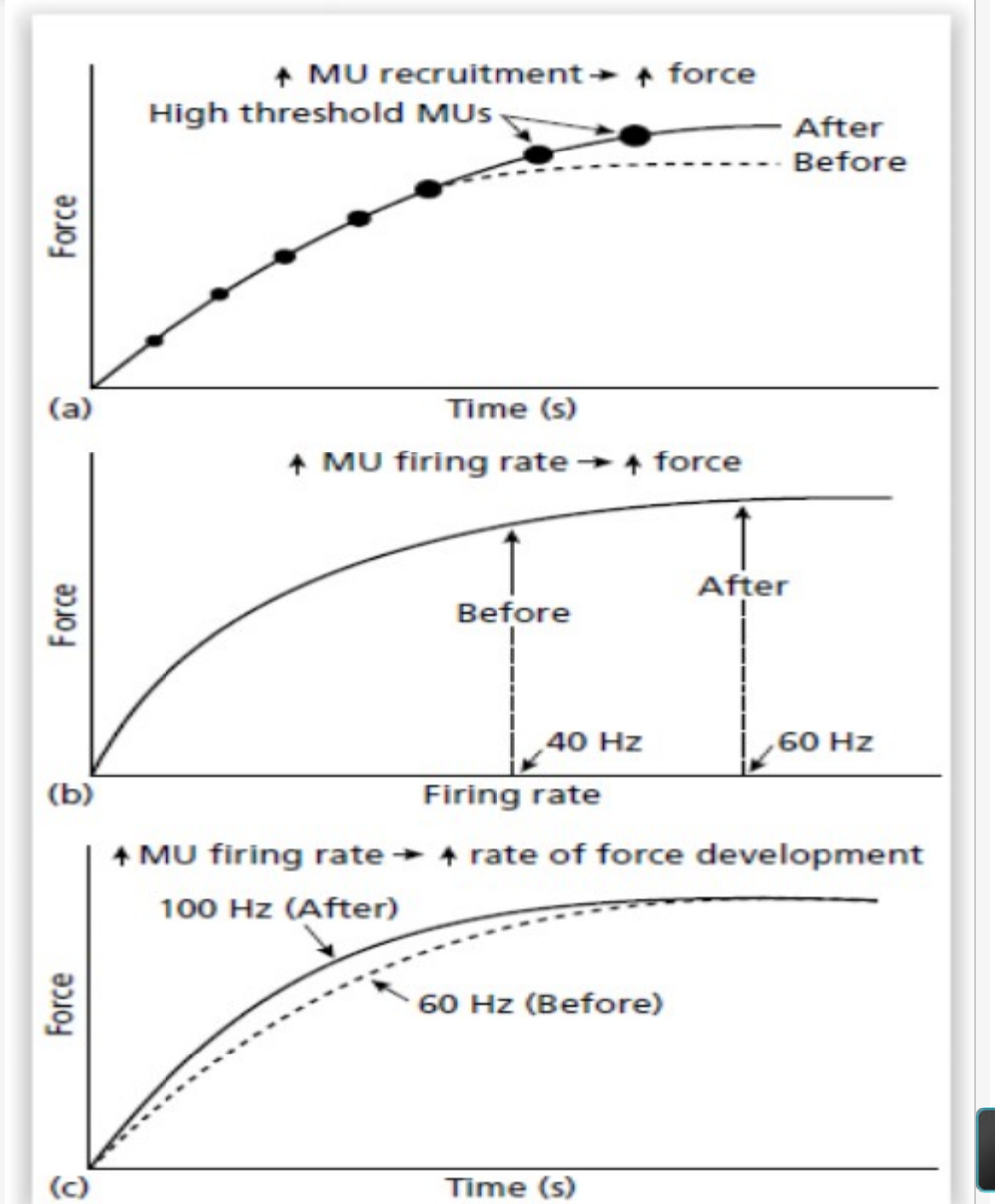
İç ve/veya Güç Gelişme Oranı

Kuvvet Performansı

- Kuvvet antrenmanına yönelik sinirsel uyumlar, agonist kasların aktivasyonunun artması, sinerjik kasların daha uygun aktivasyonu ("koordinasyon") ve antagonist kasların azalmış (nispi) aktivasyonu şeklinde olabilir.

# AGONİSTLERİN ARTAN ETKİNLİĞİ

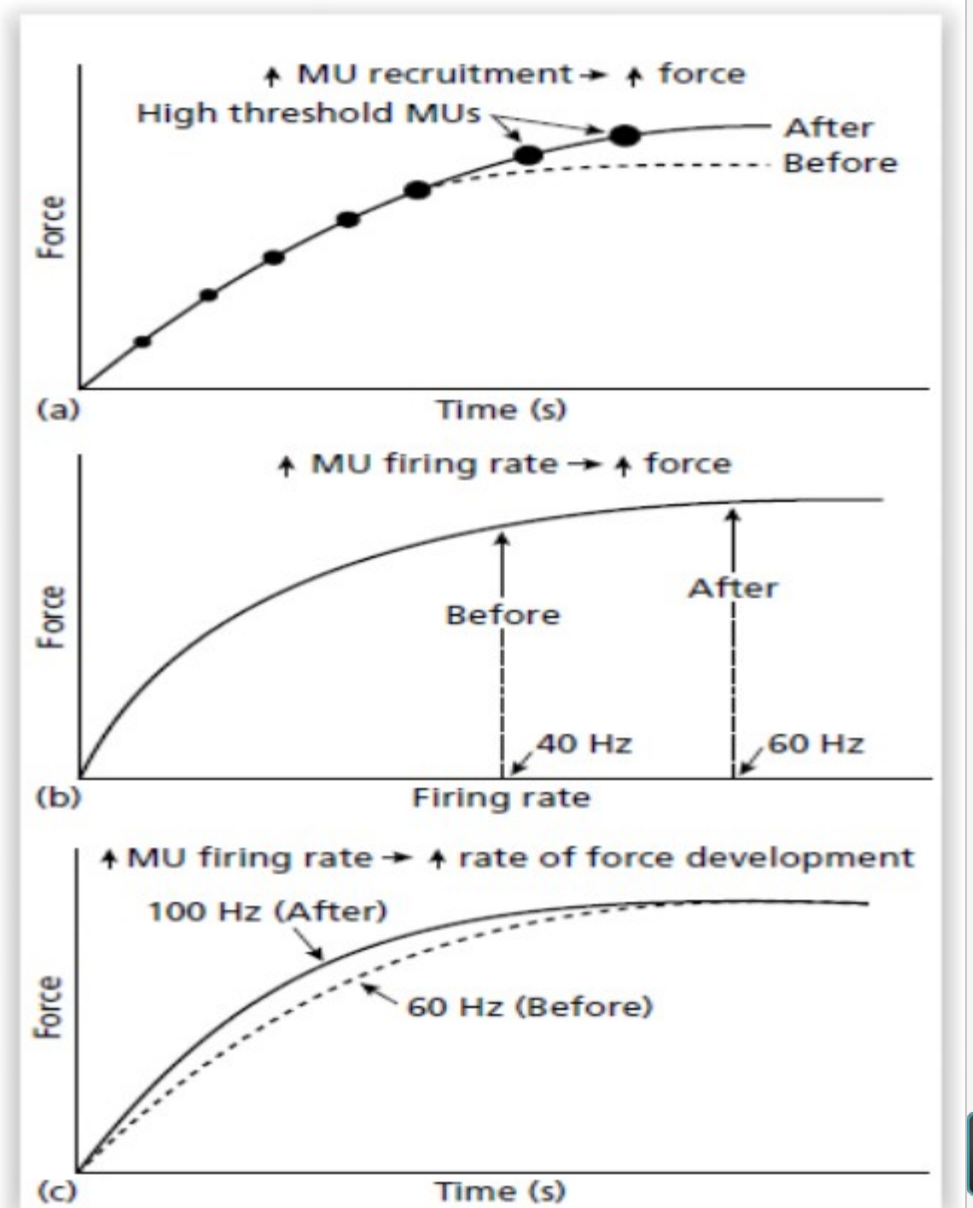
- Dikkate alınması gereken en belirgin nöral adaptasyon agonist kasların aktivasyonunun artmasıdır.
- Artırılmış aktivasyon üç şekilde gerçekleşebilir:
  - a) Antrenman, üst düzey eşikte yer alanları da dahil olmak üzere motor ünitelerin daha tutarlı katılımını (recruitment) sağlayabilir.
  - b) Artırılmış aktivasyonun ortaya çıkabileceği ikinci yol, motor ünitelerdeki artan ateşleme oranıdır.
  - c) Ateşleme oranındaki artış, güç artış oranını arttırabilir.

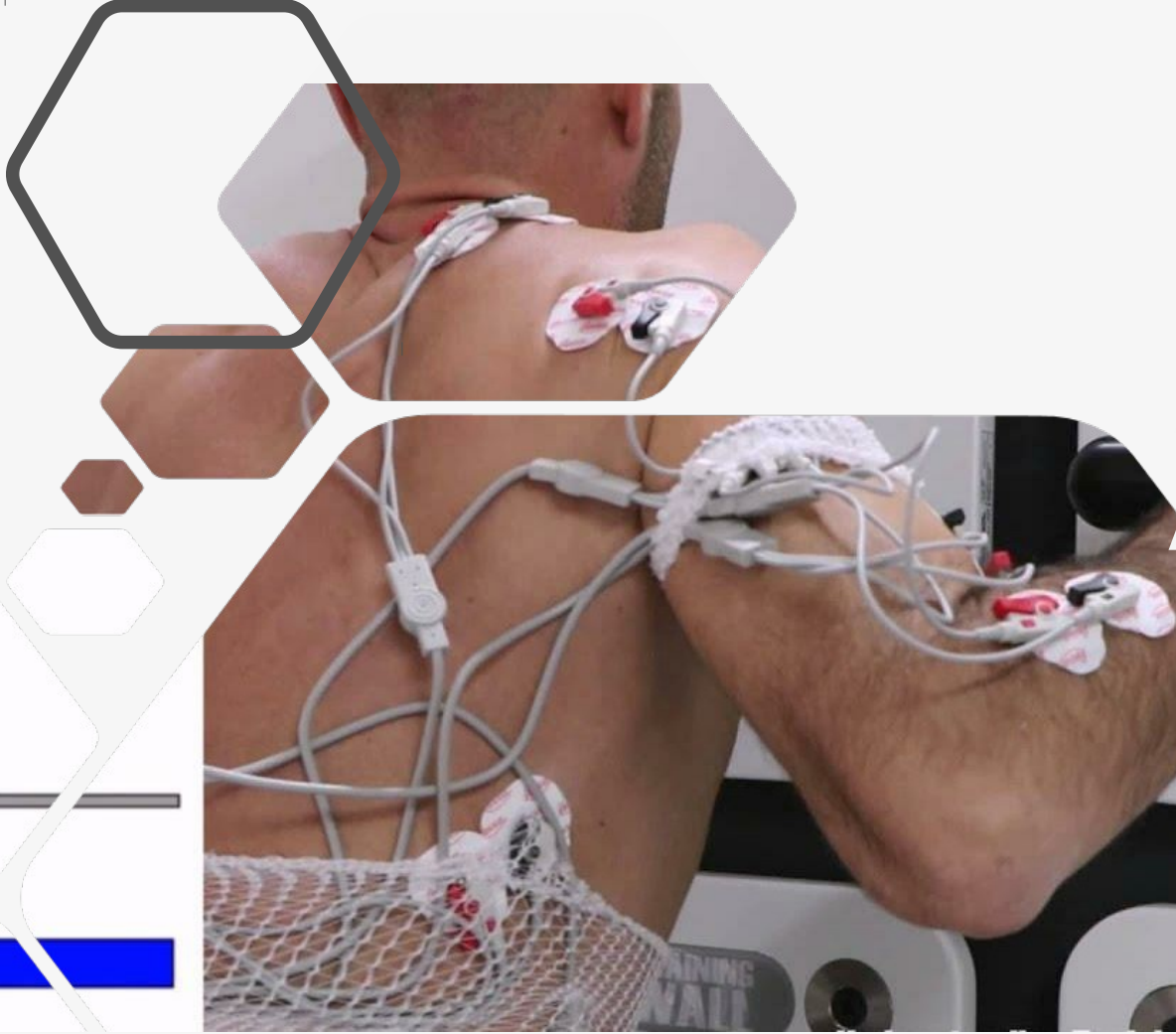




# AGONİSTLERİN ARTAN ETKİNLİĞİ

- ✓ a: Motor ünitesi katılımı, boyut ilkesine göre (Henneman ve ark. 1965), yüksek eşikli motor üniteler Tip II (fast-twitch) kas liflerini innerve eden büyük motonöronlardan oluşmaktadır. Bu motor ünitelerin maksimum kasılmaya katılması önemlidir, çünkü en fazla sayıda kas lifini bunlar içerirler.
- ✓ b: Antrenman sonrasında daha yüksek bir ateşleme oranı, kas liflerinin kuvvet-frekans ilişkileri üzerinde daha fazla çalışmasını sağlar.
- ✓ c: Artan motor birim ateşleme oranı, izometrik bir hareketin başlangıcında mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kuvvet oluşturma durumuyla etkisini gösterebilir (güç çıktısına etki etmiyor fakat daha çabuk şekilde daha fazla güç ortaya çıkarıyor).



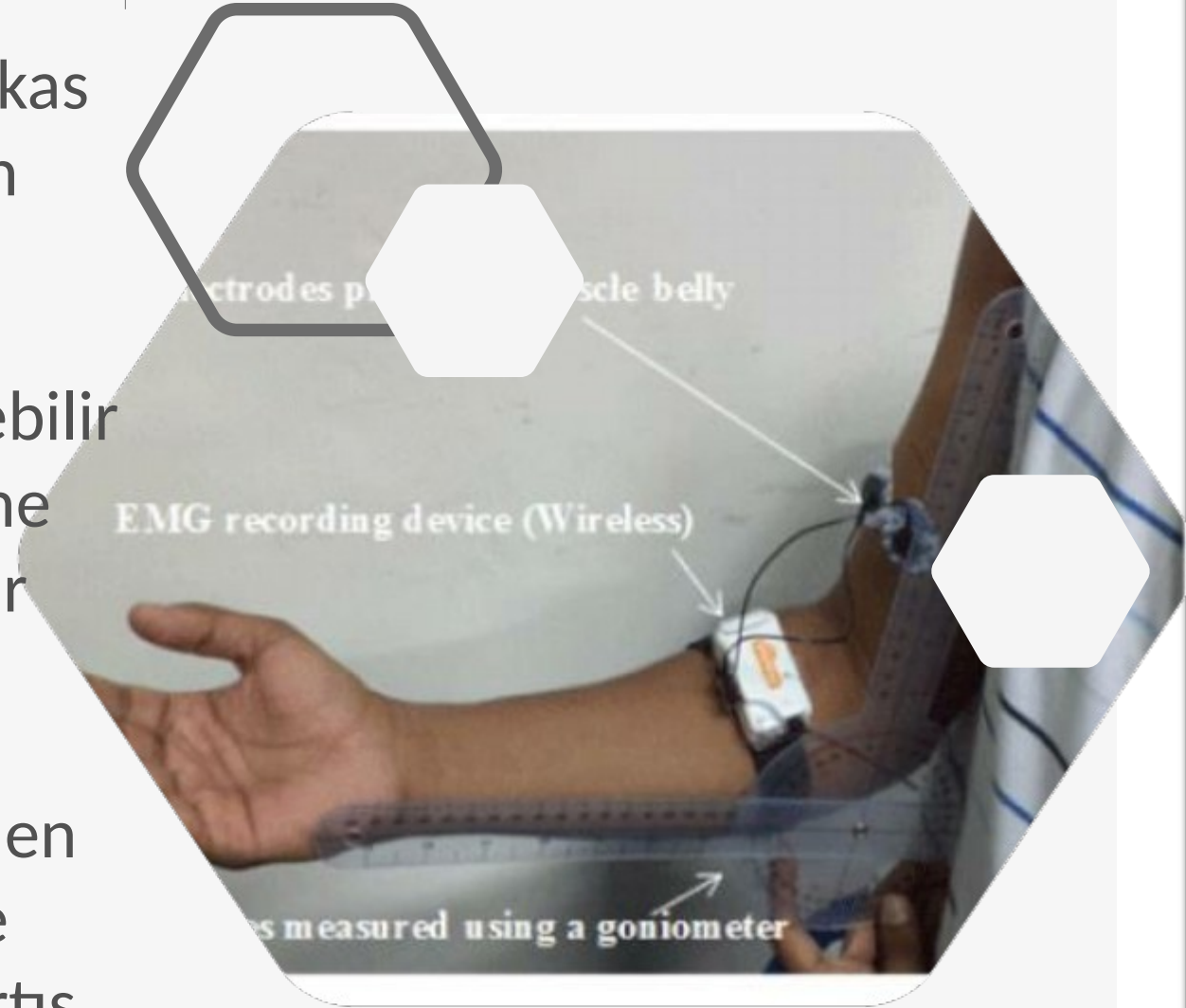


# AGONİSTLERİN ARTAN ETKİNLİĞİ

## 1. Elektromyografik Çalışmalar

# 1. Elektromyografik Çalışmalar

- Yaygın olarak, EMG kayıtları, ilgilenilen kas veya kasların üstündeki cilde uygulanan yüzey elektrotları kullanılarak yapılmaktadır.
- Kaydedilen EMG, farklı şekillerde ölçülebilir ve katılan motor ünite sayısı ile ateşleme oranlarının bir kombinasyonunu yansıtır (motor ünite aktivasyonu).
- Eğer antrenman, maksimal kasılma sırasında ölçülen EMG'de bir artışa neden olursa, motor ünite aktivasyonunda (ve dolayısıyla sinirsel adaptasyonda) bir artış olduğu sonucuna varılır.





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

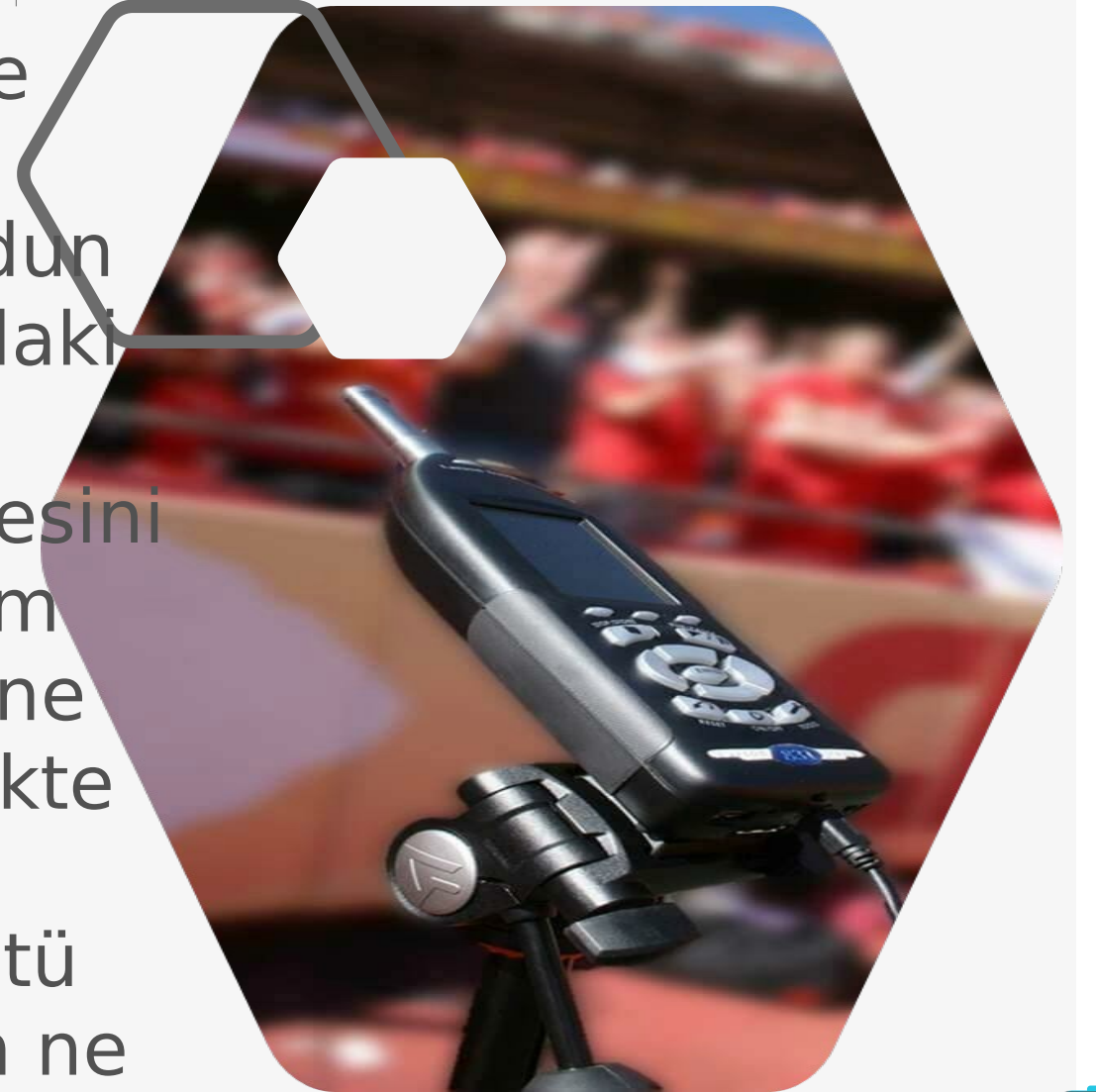
- Daha az yaygın olarak, EMG kayıtları iğne ya da ince tel elektrotların kasın içine yerleştirilmesi ile yapılmıştır (intramuskular teknik).
- Bu EMG tekniğinin avantajı, bireysel motor ünitelerinin katılım ve ateşleme oranı paternlerinin izlenmesine olanak vermesidir.



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

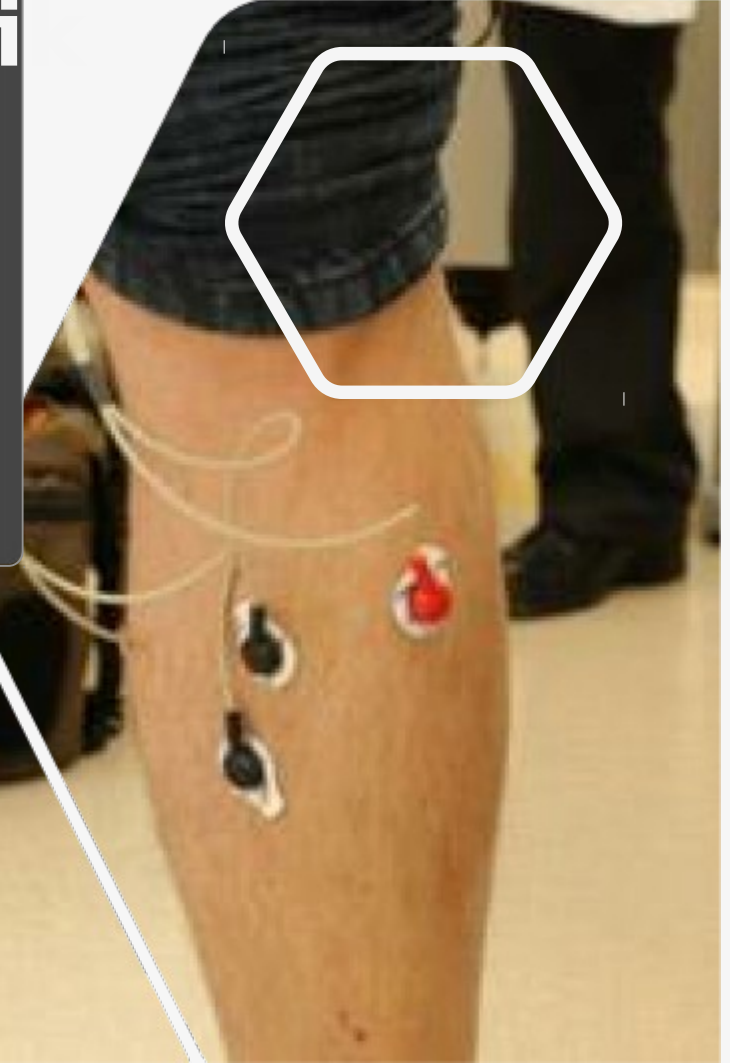
Buradaki zorluk tek bir motor ünite ele alındığı için antrenman öncesi ve sonrasında iğnenin ya da ince elektrodun aynı motor üniteye bağlanmasındaki zorluktur..

Analoji: Yüzeysel EMG bir kalabalığın sesini aydnetmeye benzer. Dışarıya gelen tüm gürültü kaydedilir fakat tek bir kişinin ne dediği anlaşılmaz. Intramuskular teknikte ise mikrofona bir seyirciye oldukça yakınlaştırılmıştır. Yine arkaplanda gürültü vardır fakat mic'in yakın olduğu kişinin ne dediği net bir şekilde anlaşılır.



# 1. Elektromyografi Çalışmalar

## a. Yüzeysel EMG Çalışmaları





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## a. Yüzeysel EMG Çalışmaları

- Quadriceps – En çok çalışılan kas grubu.
- Antrenman müdahale programları 1 hafta ila 48 hafta yıl arasında değişmektedir (kesitsel 4 yıl).





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

ORIGINAL ARTICLE

WILEY

## Neural adaptations after 4 years vs 12 weeks of resistance training vs untrained

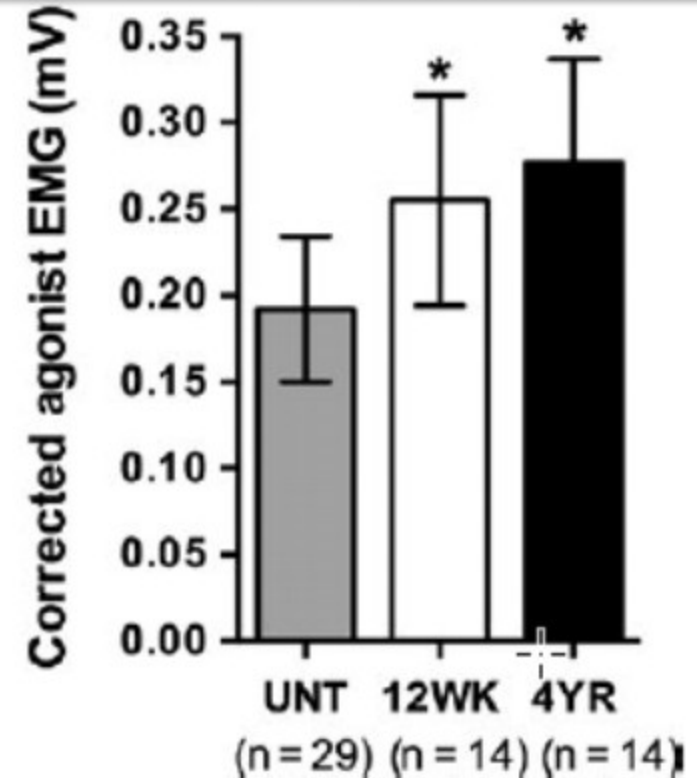
Thomas G. Balshaw<sup>1,2</sup> | Garry J. Massey<sup>1,2</sup> | Thomas M. Maden-Wilkinson<sup>2,3</sup> | Marcel B. Lanza<sup>2</sup> | Jonathan P. Folland<sup>1,2</sup>

## Yüzeysel EMG Çalışmaları

Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maden-Wilkinson, T. M., Lanza, M. B., & Folland, J. P. (2018). Neural adaptations after 4 years vs 12 weeks of resistance training vs untrained. *Scandinavian journal of sports medicine*

- MVT'deki agonist EMG, 4YR / 12WK için UNT'ye kıyasla + %44 / +% 33 daha büyüktü ( $P < 0.001$ ), ancak RT grupları arasında farklılık göstermedi.
- Sonuç olarak, 4YR ve 12WK, MVT'de benzer agonist aktivasyonuna sahipti ve bu adaptasyon, RT'nin ilk aylarında maksimize edilebilir.

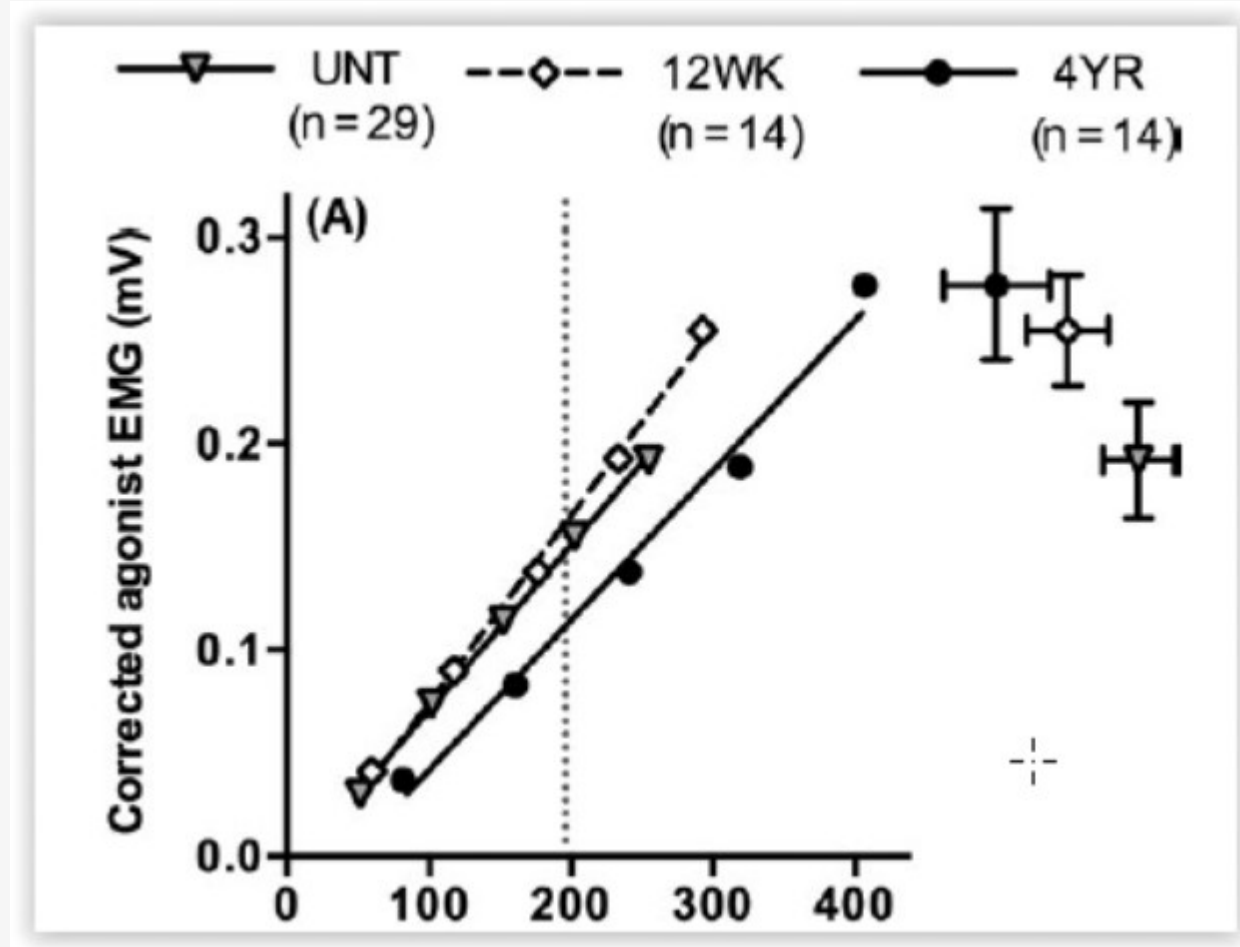
### AGONİST EMG



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## 9. Yüzeysel EMG Çalışmaları

Örnek ile agonist EMG genliği arasındaki ilişki



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## a. Yüzeysel EMG Çalışmaları

- Genel olarak quadriceps femoris'ten veri alınarak yapılan çalışmalarda gözlenenler şu şekildedir:
  - ✓ Çalışmaların çoğunda antrenmanla birlikte artan EMG aktivitesi ortaya konmuştur.
  - ✓ Quadriceps'in başları antrenmanlara aynı şekilde cevap vermeyebilirler.
  - ✓ Çalışmalarda birçok durum sonucu etkileyebilmektedir (Antrenman Yoğunluğu, hacmi, frekansı, süresi, hareket patterni, test ile antrenman ölçümleri arasındaki benzerlik gibi)



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## a. Yüzeysel EMG Çalışmaları

- Yapılan orijinal çalışmalardan birinde Yue ve Cole (1992) imgeleme ile gerçekte izometrik hareketi yapmayı karşılaştırmışlardır.
- İmgeleme ve gerçek hareketi yapmak kuvveti ve EMG aktivitesini arttırmıştır.





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## Yüzeysel EMG Çalışmaları

Grosprêtre, S., Jacquet, T., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Martin, A. (2018). Neural mechanisms of strength increase after one-week motor imagery training. *European journal of sport science*, 18(2), 209-218.

European Journal of Sport Science



Routledge  
Taylor & Francis Group

ISSN: 1746-1391 (Print) 1536-7290 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tejs20>

Neural mechanisms of strength increase after one-week motor imagery training

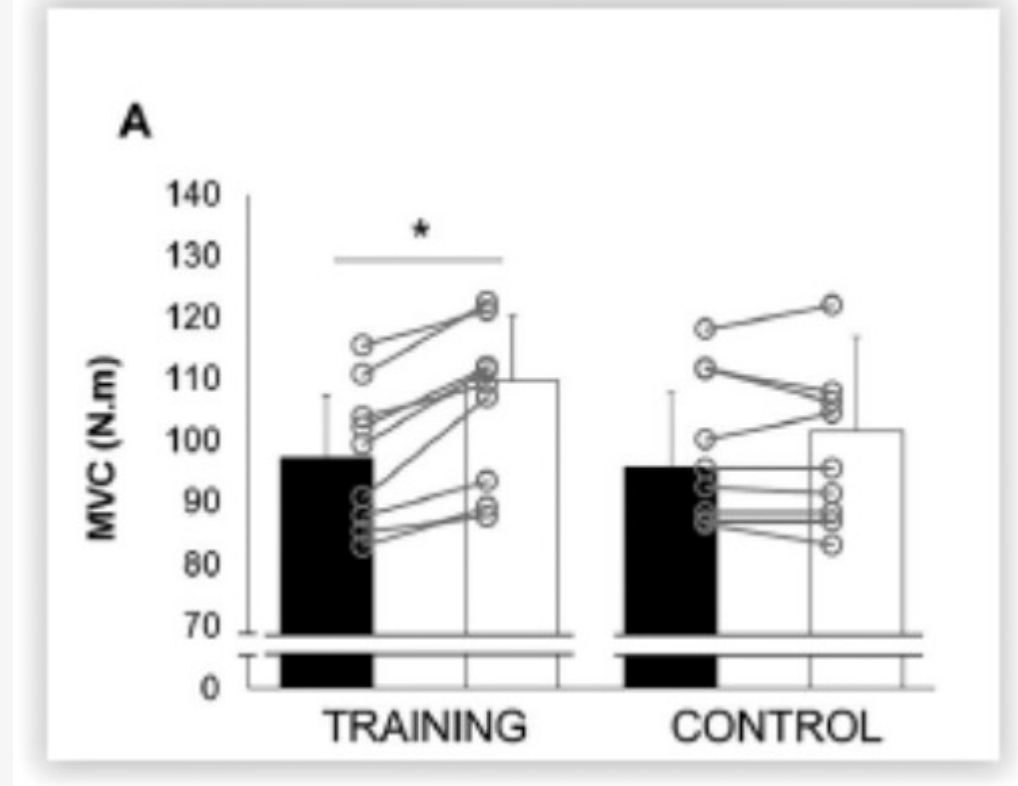
Sidney Grosprêtre, Thomas Jacquet, Florent Lebon, Charalambos Papaxanthis & Alain Martin

N=18, Yaş=22.5 ± 2.6

7 gün motor imgeleme yapan grup ve kontrol grubu (maksimal izometrik plantar fleksiyon imgelemesi)

Her iki grup için Maksimal İzometrik Plantar Fleksiyon Tork (MVC) ve Tork gelişme oranı (RTD) test edilmiştir

1 hafta sonunda sadece MI yapan grupta MVC ve RTD değerlerinde artış görülmüştür



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

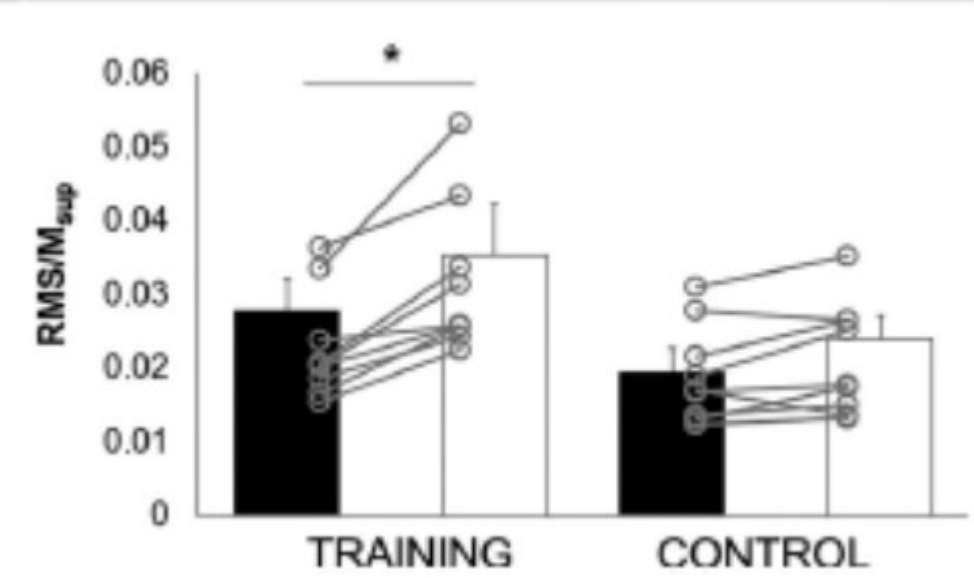
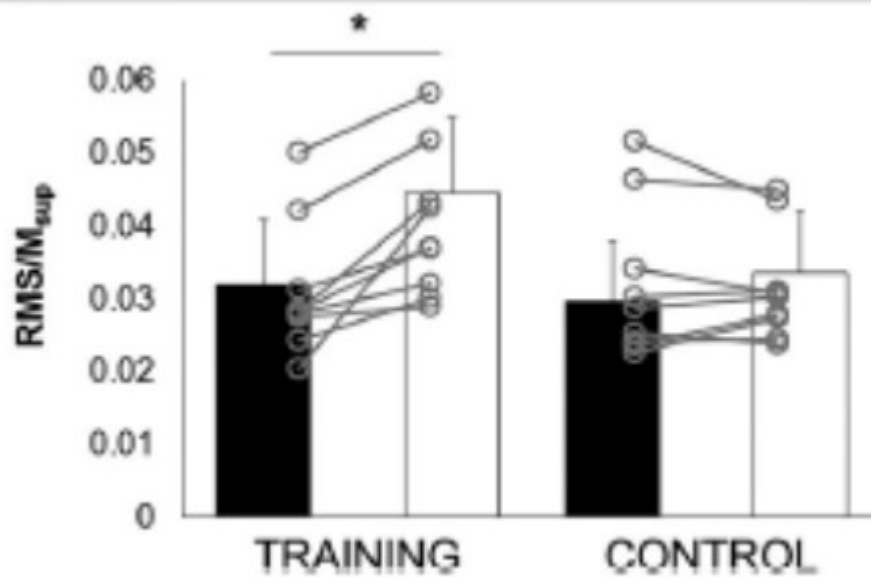
## Yüzeysel EMG Çalışmaları

Grosprêtre, S., Jacquet, T., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Martin, A. (2018). Neural mechanisms of strength increase after one-week motor imagery training. *European journal of sport science*, 18(2), 209-218.



Soleus EMG aktivitesi

Medial Gastrocnemicus EMG aktivitesi



7 gün motor  
kontrol grubu  
fle

Her iki grup için  
Tork (MVC) ve To

1 hafta sonra  
MVC ve RTD değeri  
değerlerinde artış görülmüştür

# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## 1.1. Yüzeysel EMG Çalışmaları

- Son olarak, bilateral antrenman sonrasında, bilateral hareketlerin unilateralde olduğundan daha fazla EMG artışına neden olabileceği gibi özel antrenman etkileri söz konusu olabilmektedir. (motor ünitelerin aktivasyonunda bir artışı göstermektedir (Häkkinen ve ark. 1996)).



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## NEUROMUSCULAR ADAPTATIONS TO UNILATERAL VS. BILATERAL STRENGTH TRAINING IN WOMEN

CÍNTIA E. BOTTON,<sup>1</sup> REGIS RADAELLI,<sup>1</sup> EURICO N. WILHELM,<sup>1</sup> ANDERSON RECH,<sup>1</sup> LEE E. BROWN,<sup>2</sup> AND RONEI S. PINTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Exercise Research Laboratory, Physical Education School, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil; and <sup>2</sup>Center for Sport Performance, Human Performance Laboratory, California State University, Fullerton, California

## Yüzeysel EMG Çalışmaları

Botton, C. E., Radaelli, R., Wilhelm, E. N., Rech, A., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2016). Neuromuscular adaptations to unilateral vs. bilateral strength training in women. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1924-1932.

N=43 (CON, BG, UG)

haftada 2 kez, 12 haftalık kuvvet antrenmanı  
Ö.t.-S.t. için alınan veriler: 1RM, Max. İzometrik  
Kuvvet, Kas EMG aktv.)

Unilateral izometrik kuvvet artışı, UG grubunda BG  
grubuna göre daha fazla meydana gelmiştir (%21.4,  $\pm$ 10.5  
vs. %10.3 $\pm$ 11.1)

(Ö.t.-S.t.) Sadece UG grupta Unilateral test  
sonuçlarında EMG akt. artışı meydana gelmiştir.



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## Yüzeysel EMG Çalışmaları

### NEUROMUSCULAR ADAPTATIONS TO UNILATERAL VS. BILATERAL STRENGTH TRAINING IN WOMEN

CÍNTIA E. BOTTON,<sup>1</sup> REGIS RADAELLI,<sup>1</sup> EURICO N. WILHELM,<sup>1</sup> ANDERSON RECH,<sup>1</sup> LEE E. BROWN,<sup>2</sup> AND RONEI S. PINTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Exercise Research Laboratory, Physical Education School, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil; and <sup>2</sup>Center for Sport Performance, Human Performance Laboratory, California State University, Fullerton, California

Botton, C. E., Radaelli, R., Wilhelm, E. N., Rech, A., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2016). Neuromuscular adaptations to unilateral vs. bilateral strength training in women. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7),

**TABLE 2.** Total electromyographic activation values, pre- and post-training, in unilateral and bilateral test condition (means  $\pm$  SD).\*

	UG		BG		CG	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
EMG <sub>T</sub> BIL ( $\mu$ V)	476.0 $\pm$ 110.5	591.4 $\pm$ 136.4	565.8 $\pm$ 264.8	610.9 $\pm$ 208.6	576.7 $\pm$ 380.6	596.69 $\pm$ 357.3
EMG <sub>T</sub> UNI ( $\mu$ V)	523.9 $\pm$ 99.0	731.2 $\pm$ 152.7†	680.9 $\pm$ 265.2	748.0 $\pm$ 288.0	715.8 $\pm$ 401.7	693.9 $\pm$ 256.5

\*UG = unilateral group; BG = bilateral group; CG = control group; EMG<sub>T</sub> = total electromyographic activation, sum of vastus lateralis and rectus femoris muscles of the right and left limbs; BIL = bilateral test condition; UNI = unilateral test condition (right + left).  
†Significantly greater than pre values ( $p \leq 0.05$ ).

şulunda EMG akt. artışı meydana gelmiştir.



# 1. Elektromyografi Çalışmalar

**b. Intramuscular EMG**

# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## b. Intramuscular EMG

- Antrenman öncesi ve sonrası motor ünitelerin katılımı ve ateşleme oranlarını izlemek için intramuskular kayıt elektrotlarını kullanan birkaç çalışma yapılmıştır.
- Bu çalışmalar, antrenmandan sonra maksimum kasılmada motor ünite ateşlenme oranlarının arttığını göstermiştir (Patten ve ark. 2001).





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## ADAPTATIONS IN MAXIMAL MOTOR UNIT DISCHARGE RATE TO STRENGTH TRAINING IN YOUNG AND OLDER ADULTS

CAROLYNN PATTEN, PhD,<sup>1,2</sup> GARY KAMEN, PhD,<sup>2</sup> and DANIEL M. ROWLAND, MS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rehabilitation Research & Development Center, VA Palo Alto Health Care System, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, California 94304, USA

<sup>2</sup> Department of Exercise Science, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA

Accepted 8 December 2000

## b. Intramuscular EMG

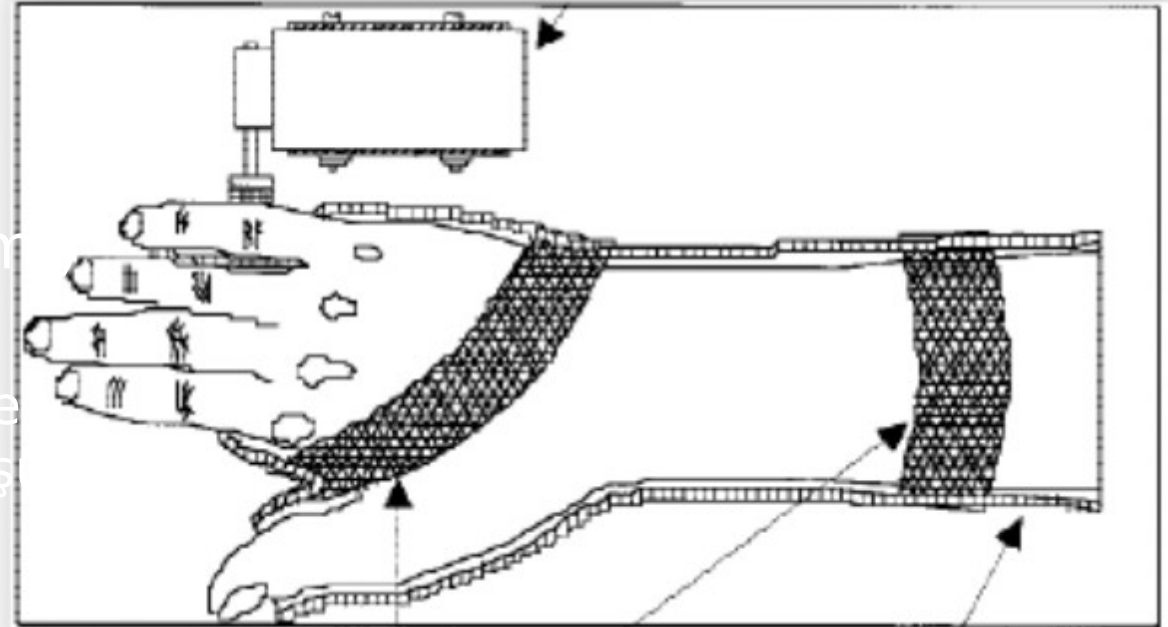
Patten, C., Kamen, G., & Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(4), 542-550.

6 genç, 6 yaşlı kişilerden oluşturulmuş grup

6 hafta İzometrik Direnç Egzersizi (5d/w)  
Parmak abduksiyonu (abduktor digiti minimi)

Maximal Motor Unite Dejarj Oranları (discharge rate)  
(MUDRs), başlangıçta yaşlıların gerçlere göre daha düşük

Maximal MUDR 2. günde anlamlı olarak arttı (% 11 artış,  
% 23 yaşlı,  $P < 0,05$ ), ancak yaşlı deneklerde daha sonra başlangıç seviyelerine geri dönmüştür.





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## ADAPTATIONS IN MAXIMAL MOTOR UNIT DISCHARGE RATE TO STRENGTH TRAINING IN YOUNG AND OLDER ADULTS

CAROLYNN PATTEN, PhD,<sup>1,2</sup> GARY KAMEN, PhD,<sup>2</sup> and DANIEL M. ROWLAND, MS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rehabilitation Research & Development Center, VA Palo Alto Health Care System, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, California 94304, USA

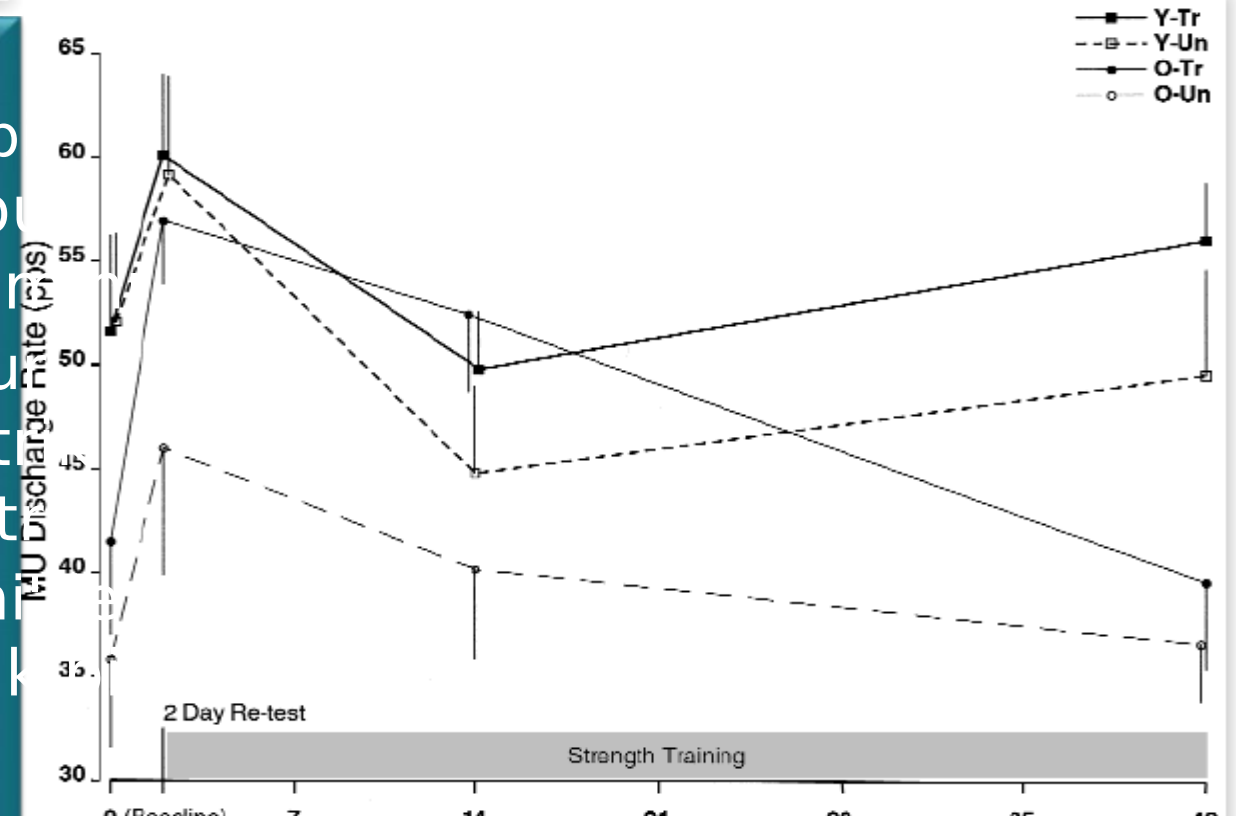
<sup>2</sup> Department of Exercise Science, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA

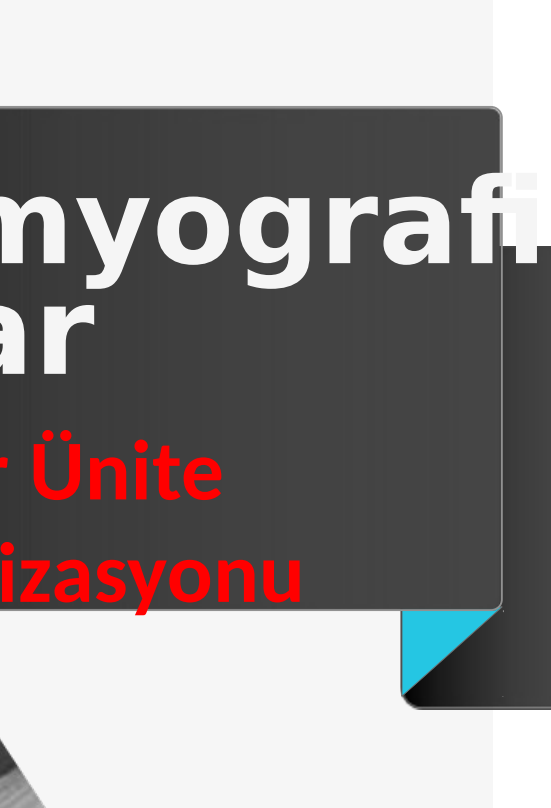
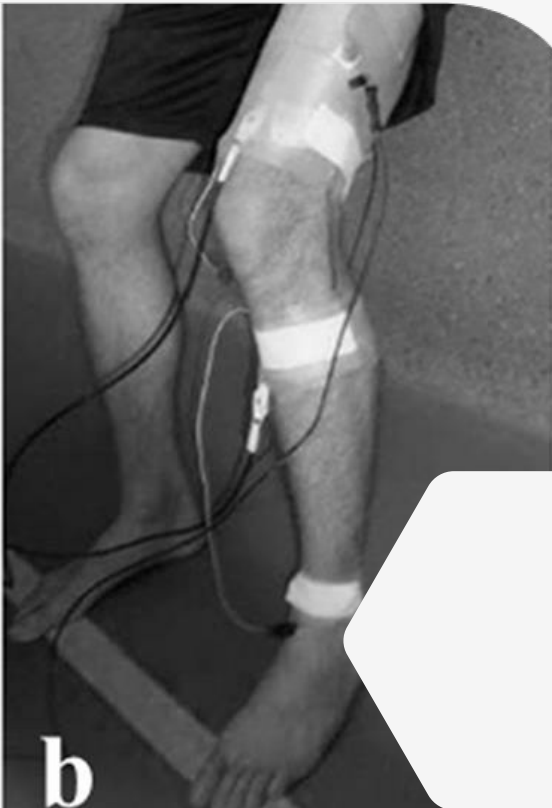
Accepted 8 December 2000

## b. Intramuscular EMG

Patten, C., Kamen, G., & Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(4), 542-550.

İntramusküler EMG, bir kas içindeki sadece bir motor ünite örneğinden kayıt yapar; bu nedenle, antrenmanın motor ünite katılımını artırıp arttırmadığını tahmin etmek zordur. Bununla birlikte, bu çalışmada, izometrik antrenmandan sonra, maksimum izometrik kontraksiyon sırasında abductor digiti minimi aktif motor ünite sayısında artışa yönelik eğilim olduğu bulunmuştur.





1. Elektromyografi  
Çalışmalar

c. Motor Ünite  
Senkronizasyonu

a

b

d

# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## c. Motor Ünite Senkronizasyonu

- Hem boylamsal (Milner-Brown ve ark. 1975) hem de kesitsel çalışmalardan (Milner-Brown ve ark. 1975; Semmler & Nordstrom 1998; Felici ve ark. 2001) ve hem yüzey hem de kas içi EMG yöntemleriyle elde edilen bulgularda kuvvet antrenmanı ile ilişkili artan motor ünitesi senkronizasyonu (ateşleme veya deşarj) yer almaktadır.





# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## c. Motor Ünite Senkronizasyonu

- Basitçe, daha senkronize bir motor ünitesi ateşleme şekli, yani herhangi bir zamanda aktif olan motor birimlerinin sayısının artırılması, belirli bir zamanda daha fazla sayıda lifin kasılmasına ve böylece daha büyük bir kuvvet çıktısına neden olması anlamına gelir.
- Geliştirilmiş motor ünitesi senkronizasyonu, kısa (6 hafta) bir antrenman programından sonra bir grup halterci grubunda gösterilmiştir (Cormie, McGuigan ve Newton 2011; Milner-Brown, Stein ve Yemm 1975).





## 2. MÜBALİŞMALAR



## 2. MRI Çalışmaları

- Kas aktivasyonunda antrenmanın neden olduğu değişiklikleri değerlendirmek için nispeten yeni bir teknik, manyetik rezonans görüntülemedir (MRI).
- MRI ile kas aktivitesinin değerlendirilmesi EMG ölçümleriyle iyi koreledir (Adams ve ark. 1992).
- MRI, quadricepslerin dört başının tümü (Ploutz ve ark. 1994) veya EMG ile erişilemeyen kasların kolayca incelenebilmesi avantajına sahiptir. (Derinde yer alan ekstatör kaslar gibi) (Conley ve ark. 1997a).



### 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma



d



# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

- Antrenmansız deneklerin kaslarını tam olarak aktive edip edemediği konusunu ele almak için, maksimum istendik kasılmalar sırasında motor ünite aktivasyon derecesini değerlendirmek için (elektriksel olarak) uyarılmış kasılmalar kullanılabilir.
- Eğer güçteki bir artış, arttırımlı (interpolated) uyarıcı veya uyarılardan kaynaklanıyorsa, istendik aktivasyonun maksimumdan daha az olduğu kabul edilir.





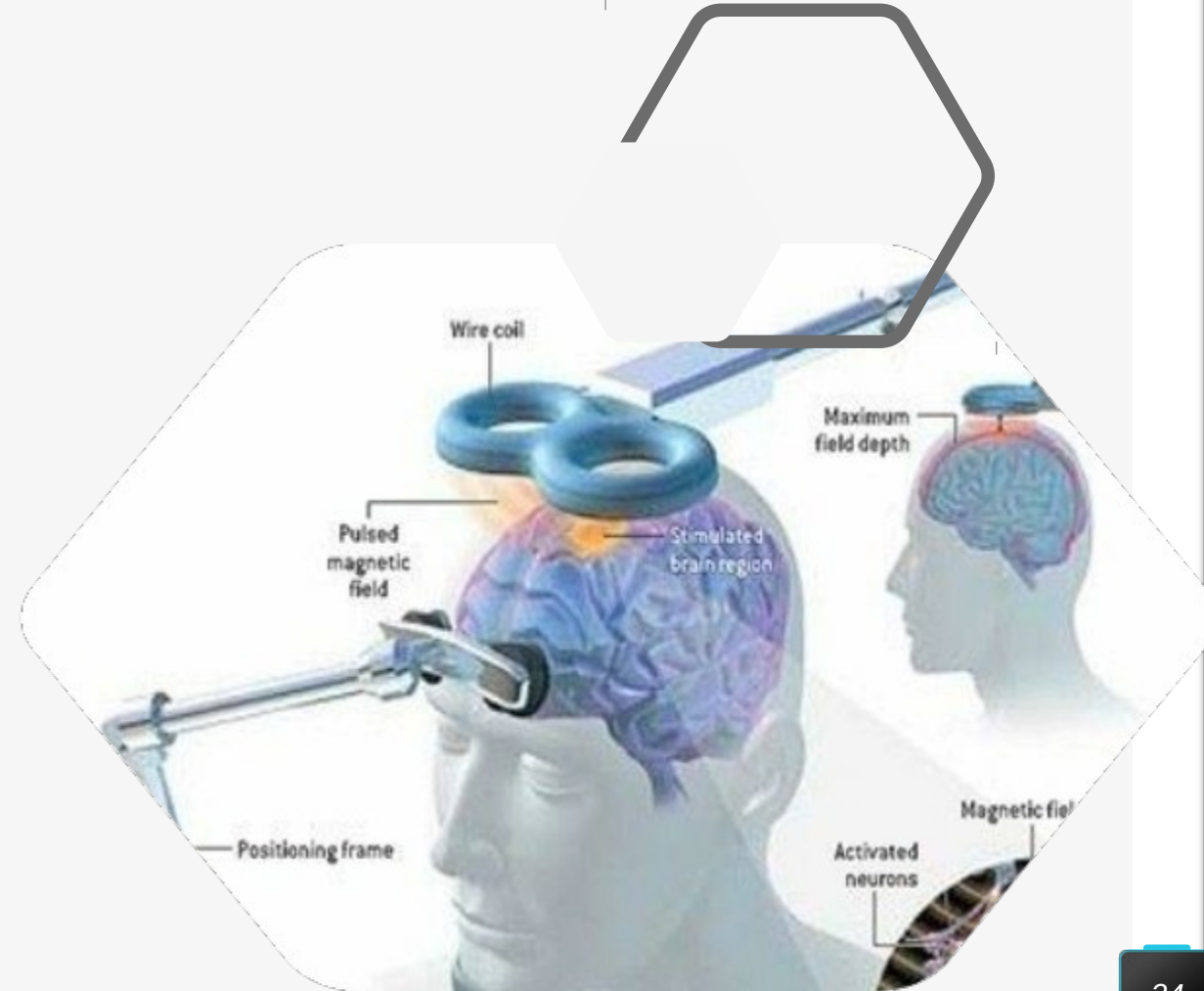
# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

- Çeşitli çalışmalar, antrenmansız deneklerde tam aktivasyonun elde edilmesinde, küçük (% 5-10) (Yue ve ark., 2000), ve önemli (% 20) bir aktivasyon açığını (Bulow ve ark., 1995) bildirmektedir.
- Motor ünite aktivasyonunun derecesini etkileyebilecek faktörler, test edilen kas grubu, eklem açısı / kas uzunluğu (etkisi olabilir veya olmayabilir) ve aktivasyonun, zirve güç / kuvvet gelişim oranı ile ilişkilendirilmiştir.



# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

- Motor sinirin elektriksel uyarılmasına göre daha yeni bir yöntem, maksimal izometrik bir eylem sırasında motor korteksin transkranial manyetik stimülasyon (TMS) yoluyla uyarılmasıdır.
- Bu yöntemle yapılan çalışmalarda da motor ünite aktivasyonunda maksimal kasılma devam ettikçe artan küçük bir uyarım eksikliğini ortaya koymaktadır (Gandevia ve ark. 1996).



# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

## TMS+EMG Çalışması

RESEARCH ARTICLE



Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males

Stuart Goodall<sup>1</sup> · Glyn Howatson<sup>1,2</sup> · Kevin Thomas<sup>1</sup>

Received: 22 August 2017 / Accepted: 1 December 2017 / Published online: 6 December 2017  
© The Author(s) 2017. This article is an open access publication

Goodall, S., Howatson, G., & Thomas, K. (2018). Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males. *Experimental Brain Research*, 236(2), 463-473.

13 kişi 3x30sn'lik izometrik maksimal diz ekstansör kasılma gerçekleştirmiştir.

Her kasılmanın ardından, nöromüsküler yorgunluk, kortikospinal uyarılabilirlik değerlendirilmiştir .

# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

## TMS+EMG Çalışması

RESEARCH ARTICLE



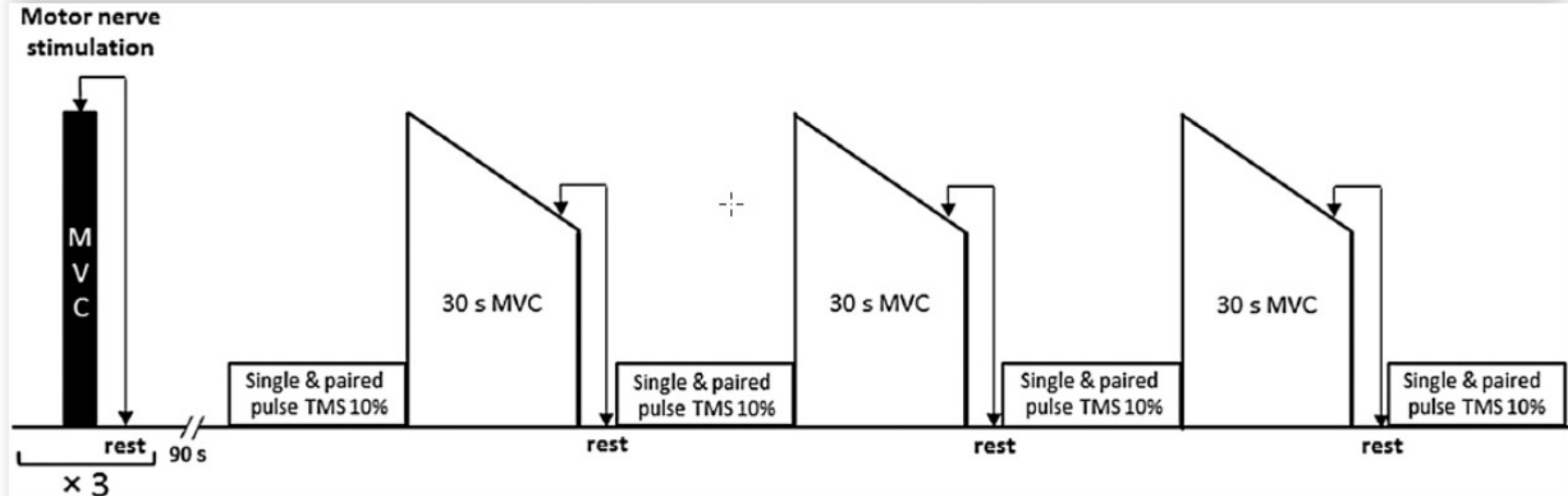
Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males

Stuart Goodall<sup>1</sup> · Glyn Howatson<sup>1,2</sup> · Kevin Thomas<sup>1</sup>

Received: 22 August 2017 / Accepted: 1 December 2017 / Published online: 6 December 2017

© Th

Goodall, S., Howatson, G., & Thomas, K. (2018). Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males. *Experimental Brain Research*, 236(2), 463-473.





# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

## TMS+EMG Çalışması

RESEARCH ARTICLE



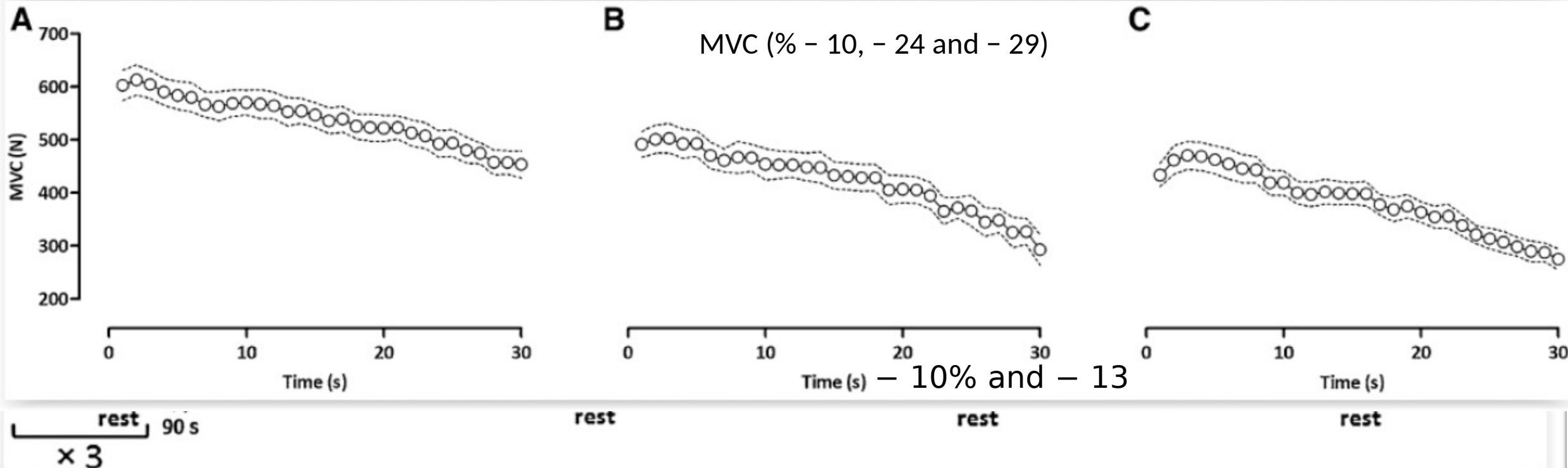
Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males

Stuart Goodall<sup>1</sup> · Glyn Howatson<sup>1,2</sup> · Kevin Thomas<sup>1</sup>

Received: 22 August 2017 / Accepted: 1 December 2017 / Published online: 6 December 2017

© Th

Goodall, S., Howatson, G., & Thomas, K. (2018). Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males. *Experimental Brain Research*. 236(2). 463-473.



# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

## TMS+EMG Çalışması

RESEARCH ARTICLE



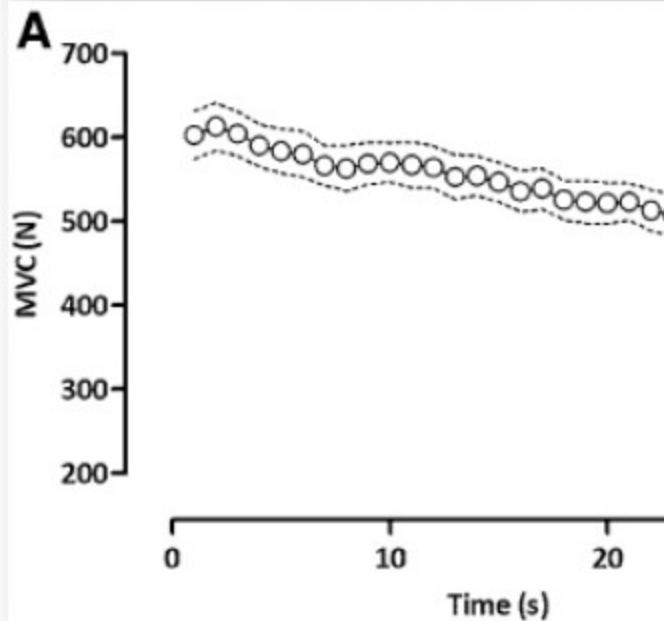
Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males

Stuart Goodall<sup>1</sup> · Glyn Howatson<sup>1,2</sup> · Kevin Thomas<sup>1</sup>

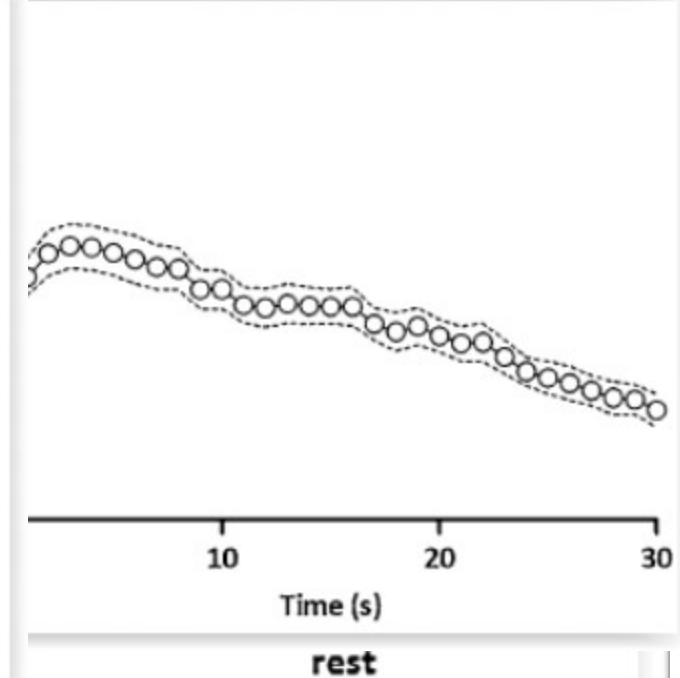
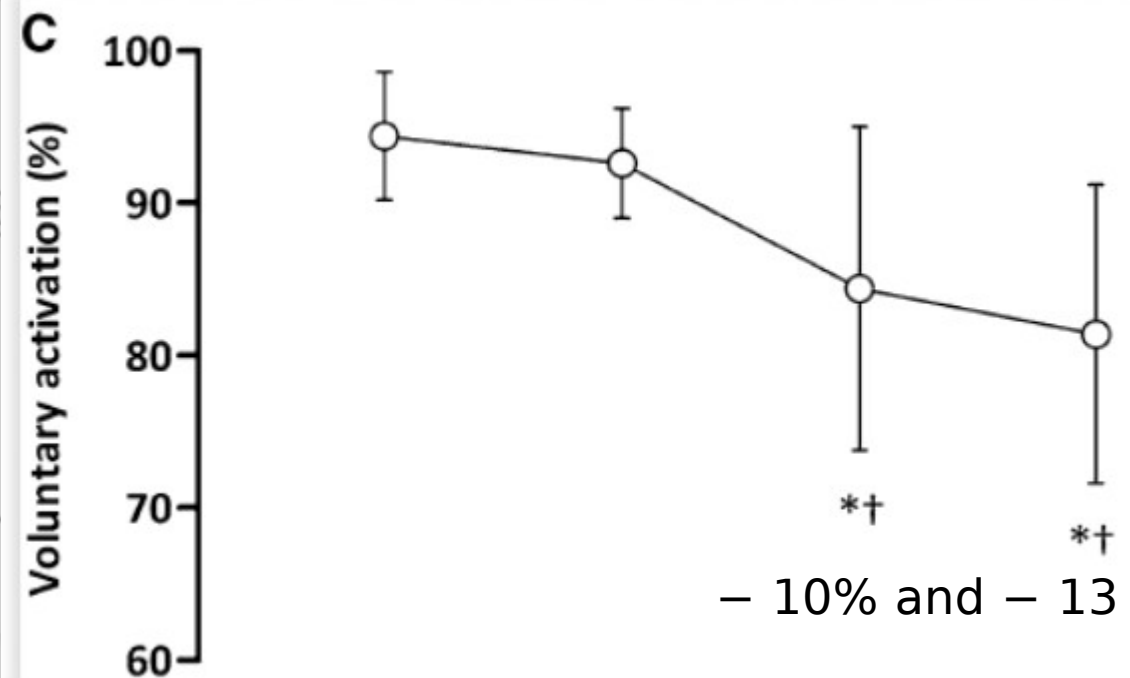
Received: 22 August 2017 / Accepted: 1 December 2017 / Published online: 6 December 2017

© Th

Goodall, S., Howatson, G., & Thomas, K. (2018). Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males. *Experimental Brain Research*. 236(2). 463-473.



rest 90 s  
x 3



# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

## TMS+EMG Çalışması

RESEARCH ARTICLE



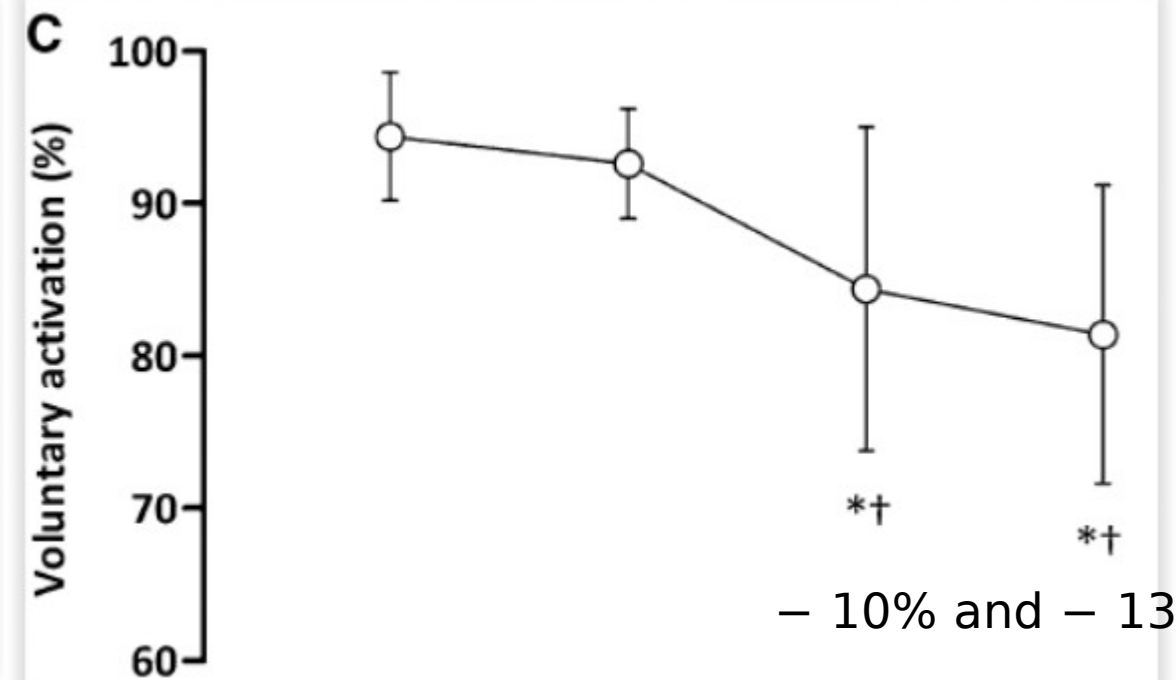
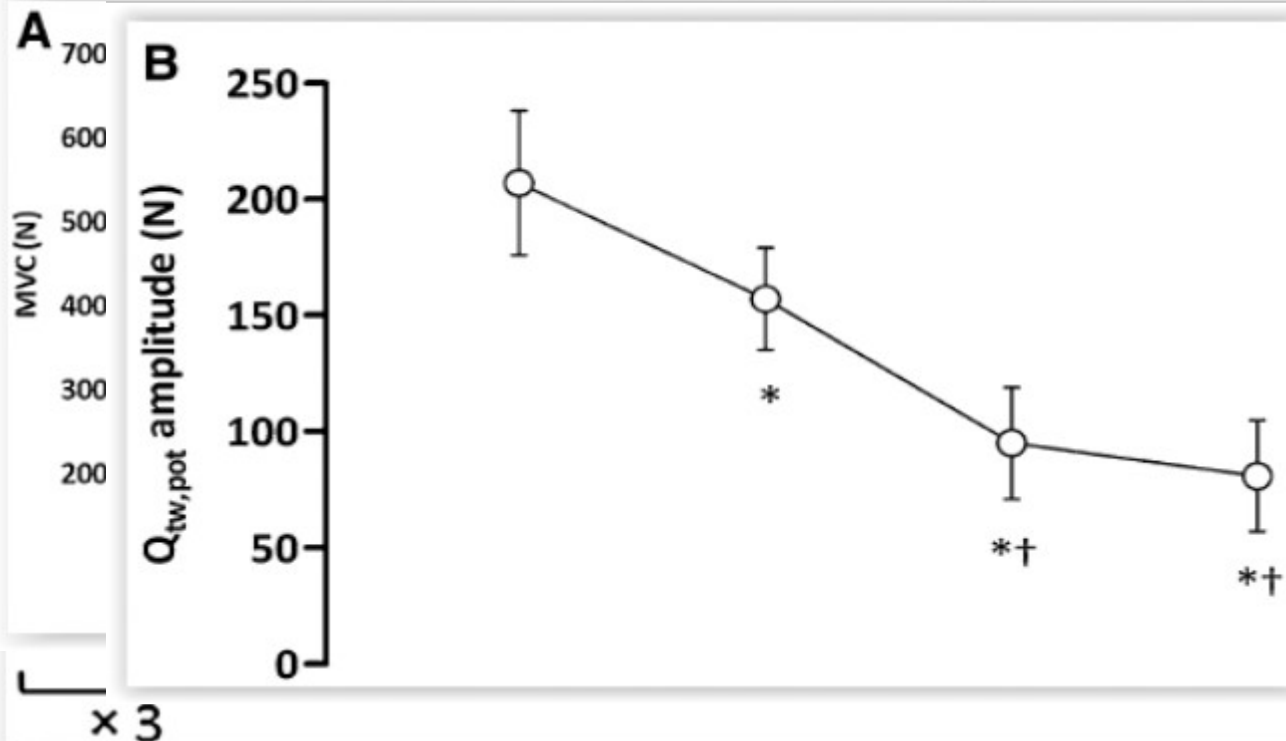
Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males

Stuart Goodall<sup>1</sup> · Glyn Howatson<sup>1,2</sup> · Kevin Thomas<sup>1</sup>

Received: 22 August 2017 / Accepted: 1 December 2017 / Published online: 6 December 2017

© Th

Goodall, S., Howatson, G., & Thomas, K. (2018). Modulation of specific inhibitory networks in fatigued locomotor muscles of healthy males. *Experimental Brain Research*, 236(2), 463-473.



- 10% and - 13

# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

- Özet olarak, stimülasyon yöntemleri, maksimum istendik kasılmalarda motor ünitesi aktivasyonunda bir miktar eksikliği/açığı göstermektedir.
- Antrenmana nöral adaptasyonlarla geliştirilebilecek kullanılmayan etkinleştirme potansiyenin aktivasyonu beklenenden daha düşüktür.
- Bununla birlikte, eksantrik hareketlerde, aktivasyon açığının büyüklüğü ile EMG aktivitesinin antrenmanla artması arasında iyi bir benzerlik olduğu görülmektedir.





# 3. İstendik vs. Uyarımla Kasılma

## Kronik nöral adaptasyon

Del Olmo, M. F., Reimunde, P., Viana, O., Acero, R. M., & Cudeiro, J. (2006). Chronic neural adaptation induced by long-term resistance training in humans. *European journal of applied physiology*, 96(6), 722-728.

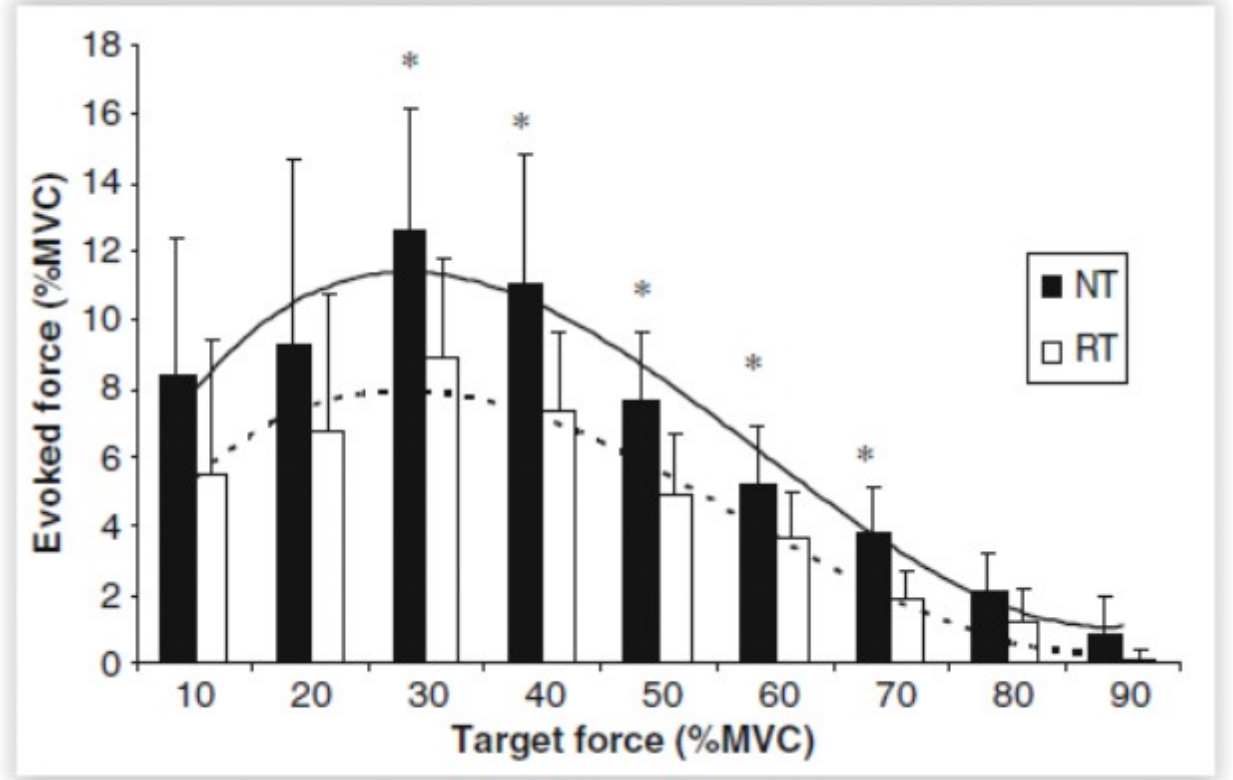
Eur J Appl Physiol (2006) 96: 722–728  
DOI 10.1007/s00421-006-0153-5

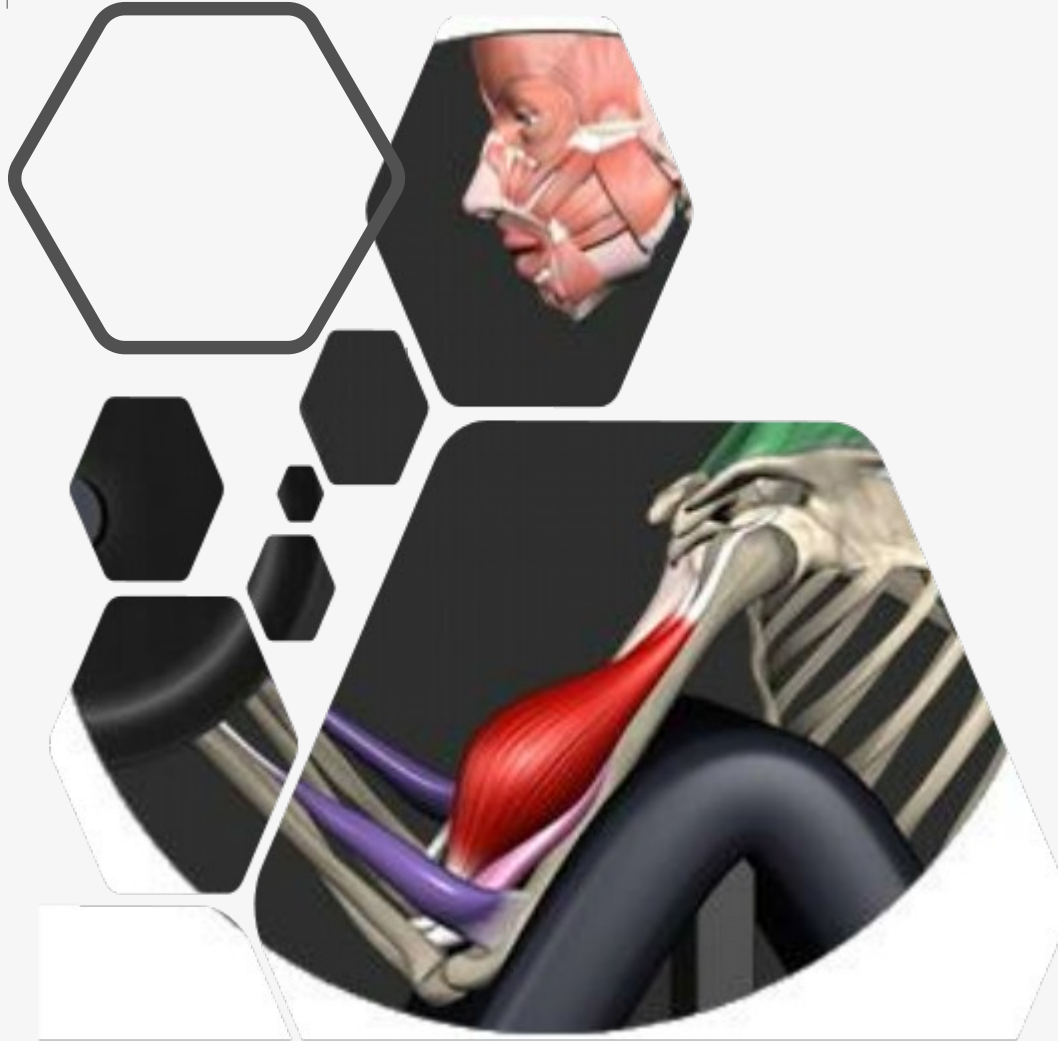
### ORIGINAL ARTICLE

Miguel Fernandez del Olmo · Pedro Reimunde  
Oscar Viana · Rafael Martin Acero · Javier Cudeiro

### Chronic neural adaptation induced by long-term resistance training in humans

- Kronik nöral adaptasyon çalışmaları oldukça sınırlı sayıda literatürde yer almaktadır.
- 2 yıldan uzun süredir antrenmanlı 10 (direnç ant. (RT) grubu) ve 10 antrenmansız katılımcının (NT) istendik kasılmaları sırasında TMS'ye verilen EMG cevapları karşılaştırılmıştır.

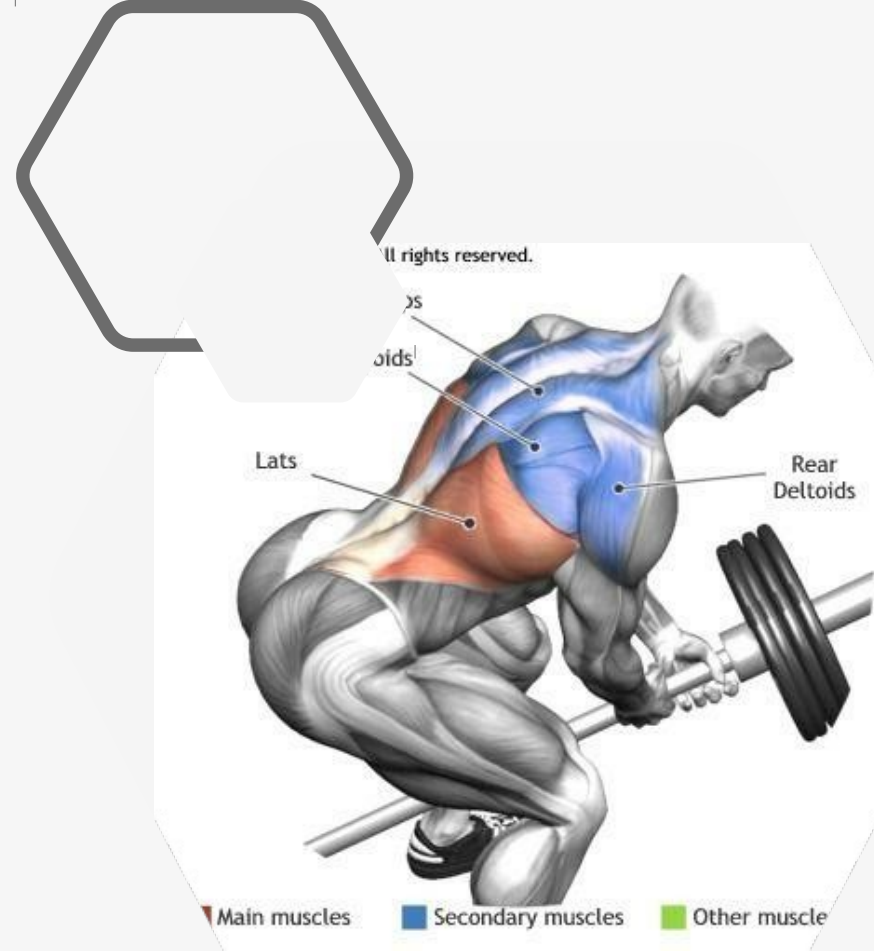




# SİNERJİST AKTİVASYONU

# SİNERJİST AKTİVASYONU

- Kuvvet performansında, sinerjistlerin uygun şekilde etkinleştirilmesi veya koordinasyonunun amacı, hedeflenen hareket yönünde mümkün olan en büyük gücün elde edilmesidir.
- Antrenmana sinirsel adaptasyonlarla bu koordinasyonun geliştirilmesi, antrenmana yanıtta spesifikliğı (specificity) ortaya koyan birçok çalışma tarafından önerilmektedir.
- Spesifiklik, **hareket paterni**, **kas hareketinin tipi** (eksantrik, izometrik, konsantrik) ve antrenmanda kullanılan **hız** ile ilgili olabilir.

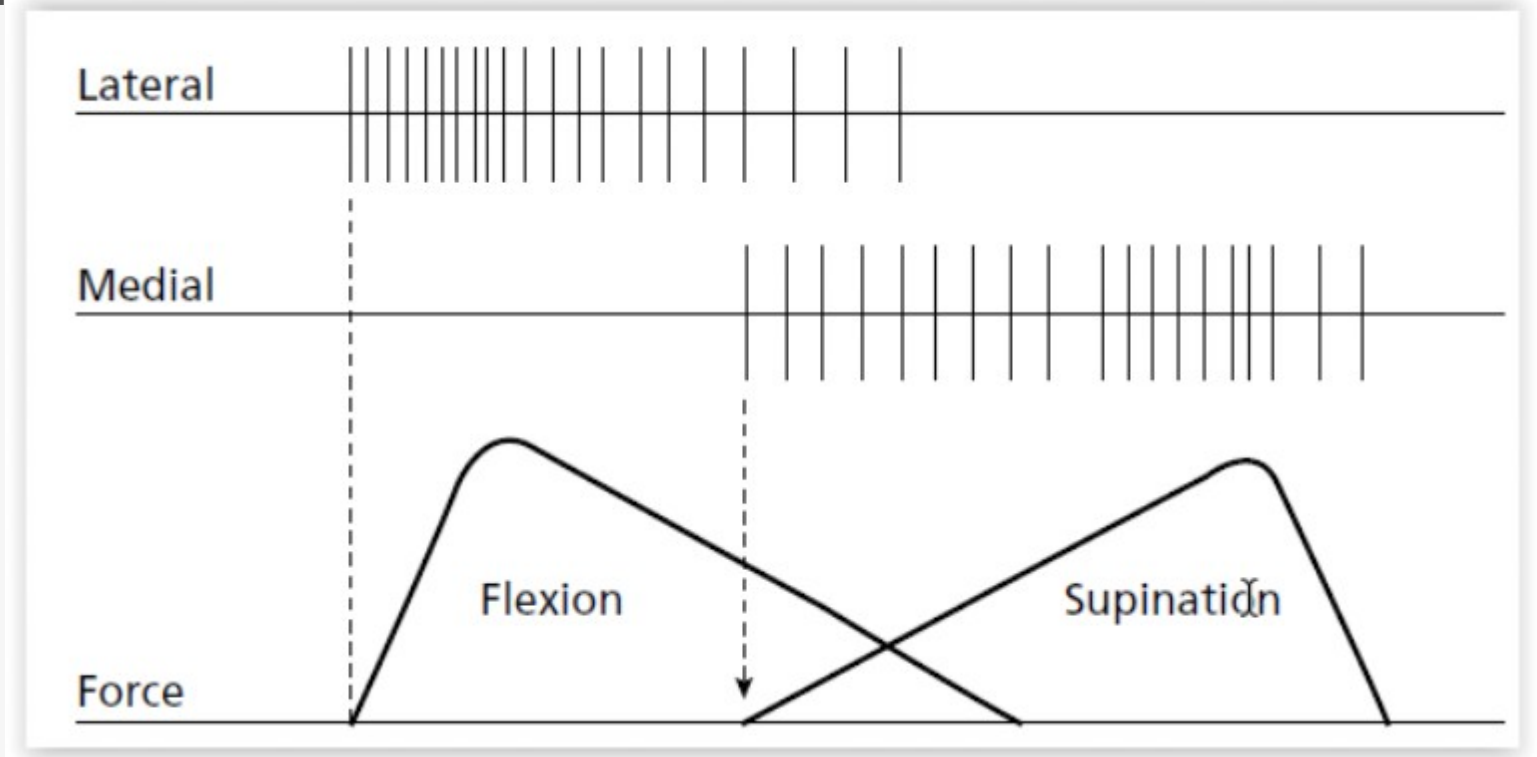


# 1. EMG Çalışmaları

## Göreve Bağlı Sinerjistik Koordinasyon

### Hareket Paterni

- Ör: Bicepsin uzun başında, horizontal yerleşmiş motor üniteleri, fleksiyonda aktive edilirken, medial olarak yerleştirilmiş üniteler, supinasyonda aktive edilir.



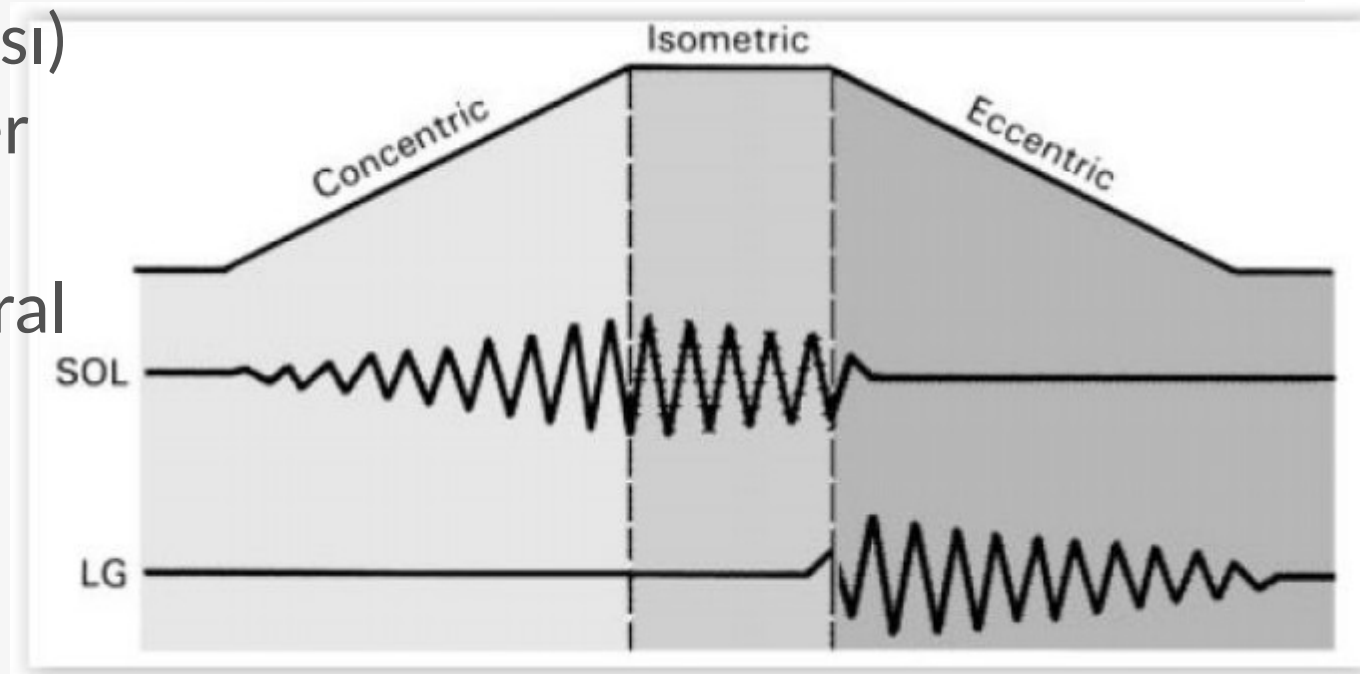


# 1. EMG Çalışmaları

## Göreve Bağlı Sinerjist Koordinasyon

### Kas Hareketinin Tipi

- Konsantrik (ağırlığın kaldırılması) ve izometrik (ağırlığın yukarda tutulması) harekette Soleus 'taki motor üniteler seçici olarak aktifken, eksantrik harekette (ağırlığın indirilmesi) Lateral Gastrocnemius'taki motor üniteler aktiftir.

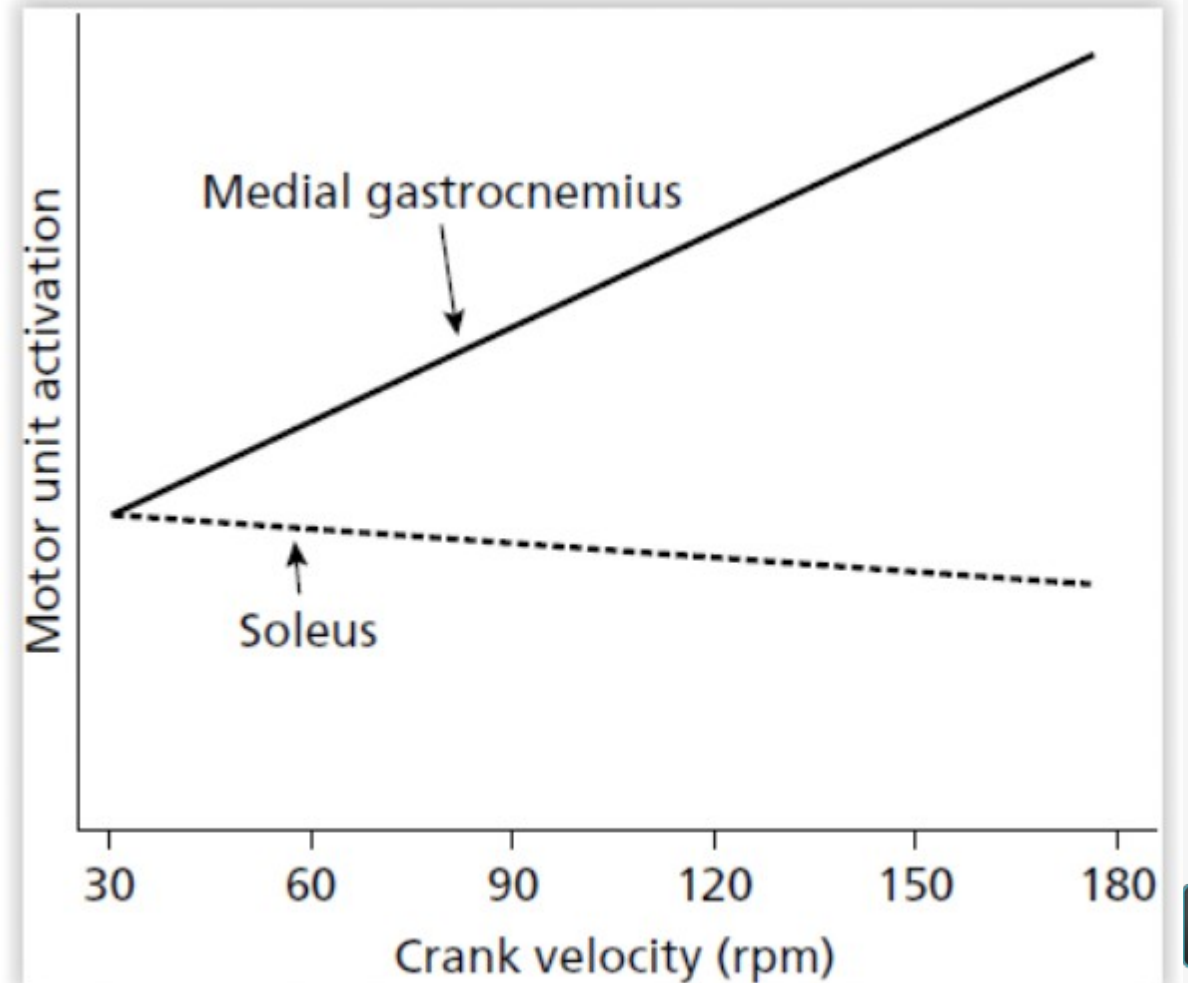


# 1. EMG Çalışmaları

## Göreve Bağlı Sinerjist Koordinasyon

### Hız

- Yan tarafta, sabit yüklü pedal çevirme hareketinde düşük ve yüksek rpm'de soleus ve medial gastrocnemius un motor ünite aktivasyon düzeyleri görülmektedir.



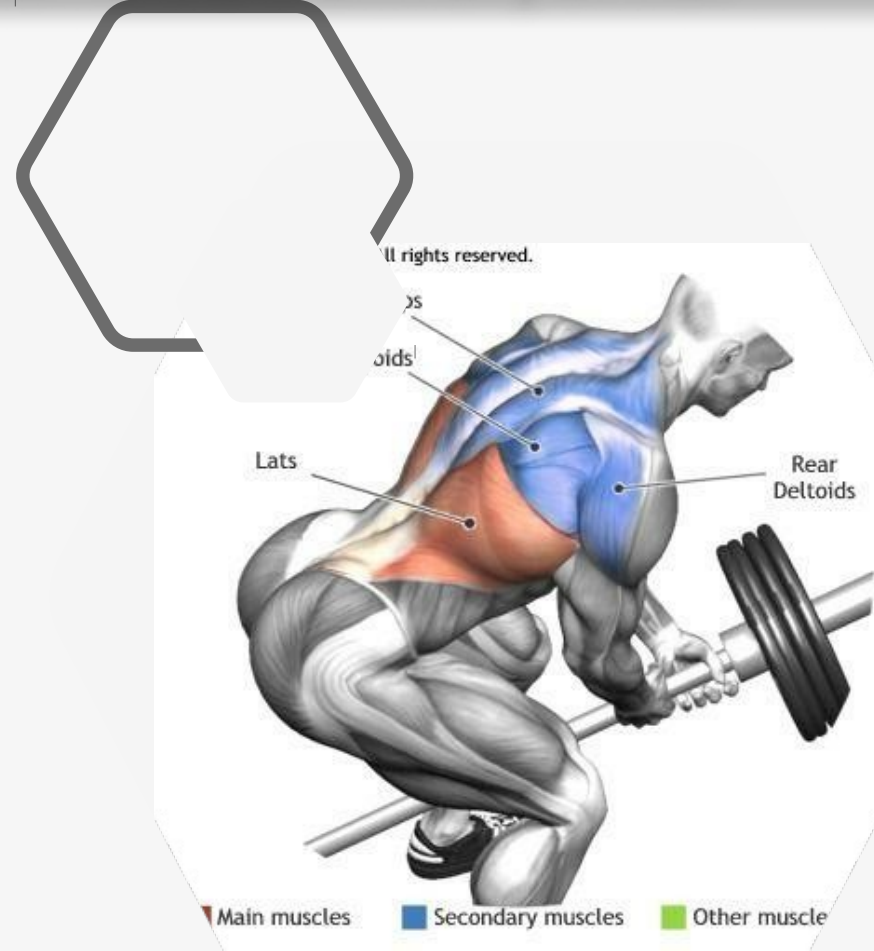


# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU

# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU

## Prevalans ve Fonksiyonlar

- Antagonist koaktivasyonun varlığını ve kapsamını ve bunun karşıt (agonistlere) etkilerini etkileyebilecek birkaç faktör (kas grubu, hız ve kas hareket tipi, eforun şiddeti, eklem pozisyonu ve sakatlık durumu) vardır.
- Bir kasa motor ünite katılım stratejisi, bir agonist veya bir antagonist olarak hareket etmesine bağlı olarak değişebilir.

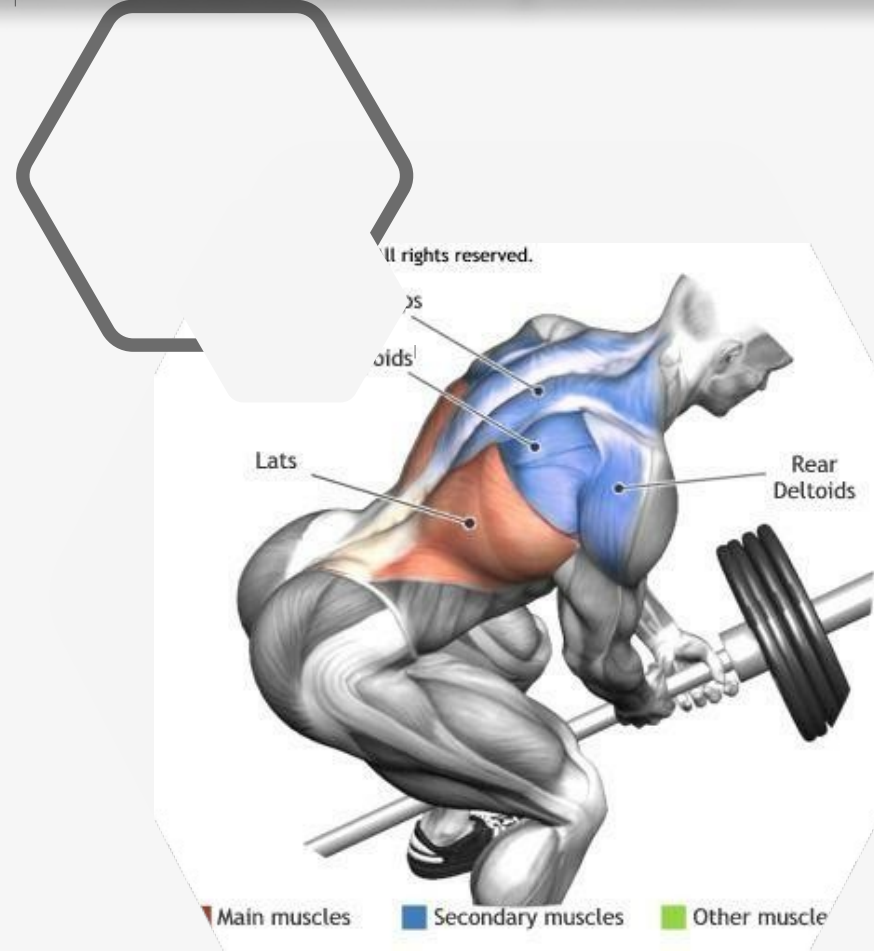




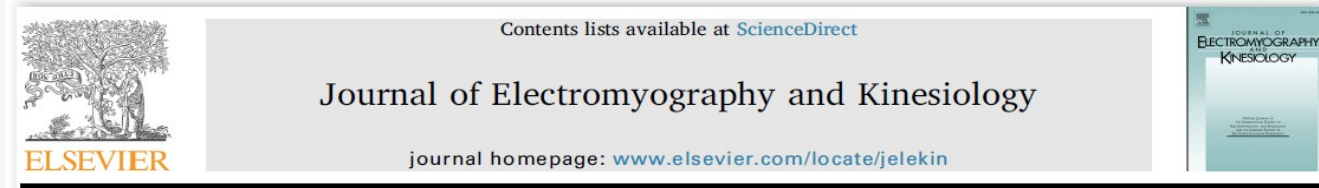
# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU

## Prevalans ve Fonksiyonlar

- Antagonistlerin koaktivasyonu, özellikle kuvvet görevlerinde zarar verici gibi görünmektedir, çünkü antagonistler tarafından geliştirilen karşıt yük/tork, amaçlanan hareket yönündeki net gücü/torku azaltacaktır.
- Bununla birlikte Antagonist koaktivasyonu eklem stabilitesinin korunmasına yardımcı olabilir (Aagaard ve ark., 2000; Solomonow ve Krogsgaard, 2001) ve bir hareketi koordine edebilir (Jongen ve ark., 1989).



# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU



Pincivero, D. M., Polen, R. R., & Byrd, B. N. (2019). Contraction mode and intensity effects on elbow antagonist muscle co-activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 44, 101-107.

Contraction mode and intensity effects on elbow antagonist muscle co-activation

Danny M. Pincivero<sup>a,\*</sup>, Rachael R. Polen<sup>b</sup>, Brittany N. Byrd<sup>b</sup>

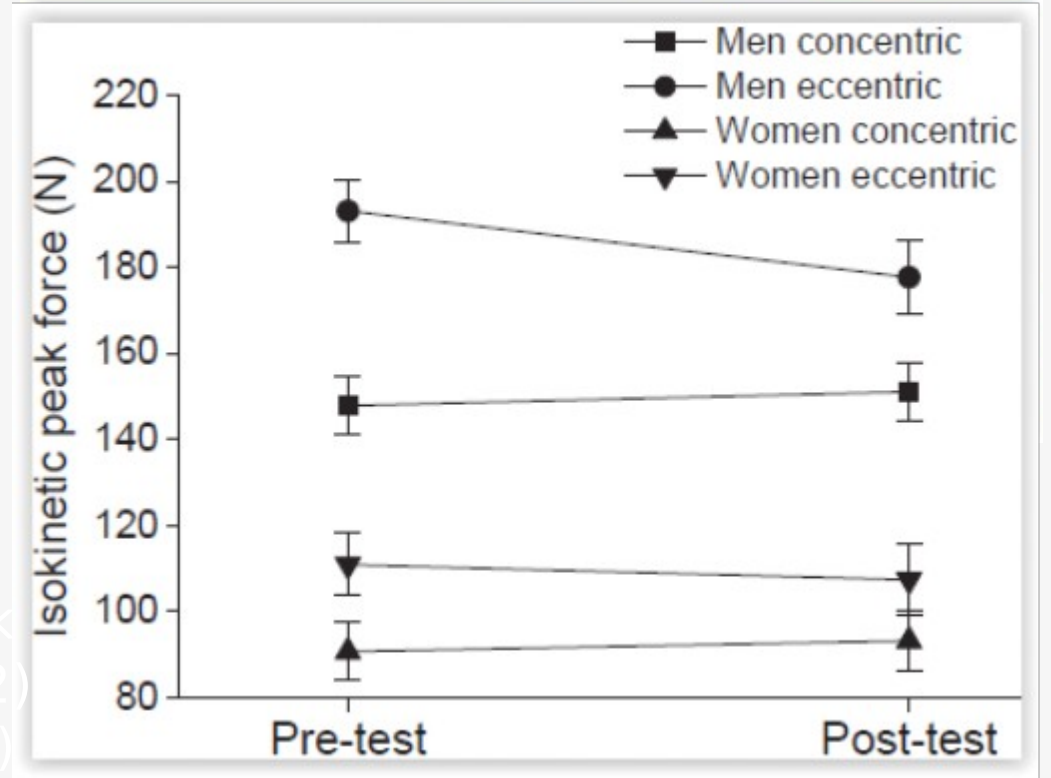
<sup>a</sup> Department of Kinesiology, University of Guelph-Humber, Canada  
<sup>b</sup> Department of Kinesiology, The University of Toledo, United States

15 Erkek ve 15 Kadın

Maksimal Dirsek Fleksör kasılması (önce-sonra)

Maksimal kasılmalar arasında 3-5 submaksimal  
Eksantrik/konsantrik

Sonuç olarak Antagonist Koaktivasyon: (1) artan yük (%10-90) ile birlikte artmıştır (% 5.40 -% 12.01'e); (2) kadınlarda erkeklerden daha yüksektir (% 12.06 -% 3.68); (3) konsantrik kasılmada eksantrik kasılmadan daha fazladır (% 9.82,% 5.92).



# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Journal of Electromyography and Kinesiology

ELSEVIER journal homepage

Contraction mode and intensity effects on antagonist co-activation

Danny M. Pincivero<sup>a,\*</sup>, Rachael R. Polen<sup>b</sup>, Br...

<sup>a</sup> Department of Kinesiology, University of Guelph-Humber, Canada  
<sup>b</sup> Department of Kinesiology, The University of Toledo, United States

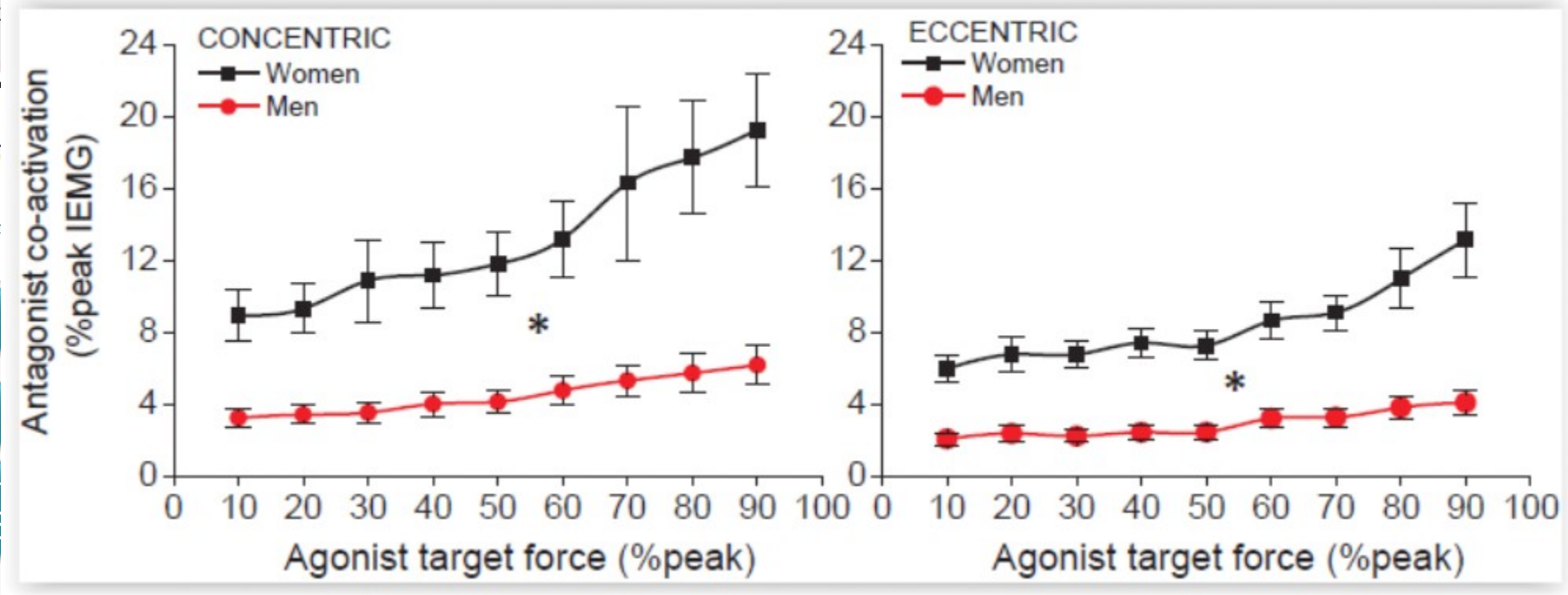
15 Eylül

Maksimal Dirsek Flexiyonu

Maksimal Kasılma



Pincivero, D. M., Polen, R. R., & Byrd, B. N. (2019).



Agonist aktivasyonu arttıkça antagonist koaktivasyonu da artmaktadır. Kadınlarda erkeklere göre antagonist koaktivasyonu anlamlı düzeyde fazladır. Skinfold thickness (kas deri kıvrım kalınlığı) düzeltmesi yapıldığında anlamlı fark yoktur. İki ana biyomekanik faktörün antagonist kas ko-aktivasyonunu etkilediği sonucuna varılmıştır: (1) istendik agonist kas aktivasyonunun büyüklüğü ve (2) izole bir agonist kasılması sırasında antagonist kasın uzama (veya kısılma) durumu.

# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU

## Antrenman Etkileri

- Antagonist koaktivasyonun düzenlenmesi, merkezi sinir sistemini bir ikileme sokar (net tork vs. stabilite).
- Gerçek kas aktivasyonu açısından, boylamasına antrenman çalışmalarında iki sonuç örneği gözlenmiştir:
  1. Azalmış bir mutlak antagonist aktivasyonuna eşlik eden, agonist aktivasyonu artışı veya hiç değişiklik olmaması.
  2. Değişmeyen bir mutlak antagonist aktivasyonu vardır, fakat agonist aktivasyonu artarak antagonist / agonist aktivasyon oranını azaltır.





# ANTAGONİSTLERİN KOAKTİVASYONU

ORIGINAL ARTICLE

WILEY

## Neural adaptations after 4 years vs 12 weeks of resistance training vs untrained

Thomas G. Balshaw<sup>1,2</sup> | Garry J. Massey<sup>1,2</sup> | Thomas M. Maden-Wilkinson<sup>2,3</sup> | Marcel B. Lanza<sup>2</sup> | Jonathan P. Folland<sup>1,2</sup>

Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maden-Wilkinson, T. M., Lanza, M. B., & Folland, J. P. (2018). Neural adaptations after 4 years vs 12 weeks of resistance training vs untrained. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*.

trik diz ekstansiyonu - 4 set x 10 tekrar x 3 gün/hafta 'dan oluşan 12 Haftalık program. arası koordinasyon, spesifik olarak antagonist koaktivasyonu, aşamalı olarak NMNAN SÜRESİ ARTTIKÇA azalmaktadır ve uzun süreli RT ile uyum göstermeye devam muhtemeldir.

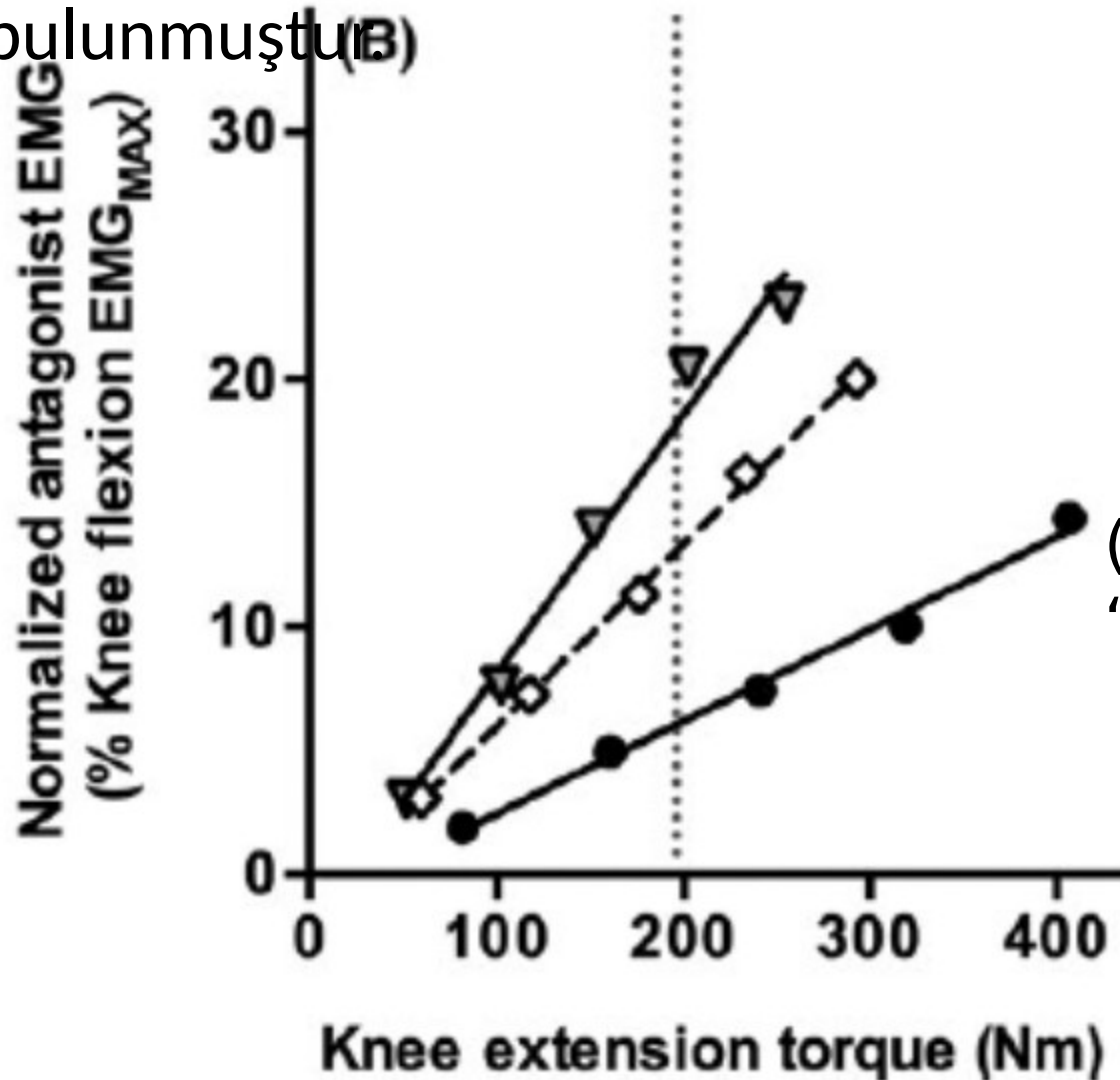
## ANTAGONİST EMG

	UNT (n = 29)	12WK (n = 14)	4YR (n = 14)	ANOVA P value
Normalized antagonist EMG (% Knee flexion EMG <sub>MAX</sub> ) - Corrected agonist EMG (mV)	132 ± 72	83 ± 41*	54 ± 43*	<0.001

# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## Yüzeysel EMG Çalışmaları

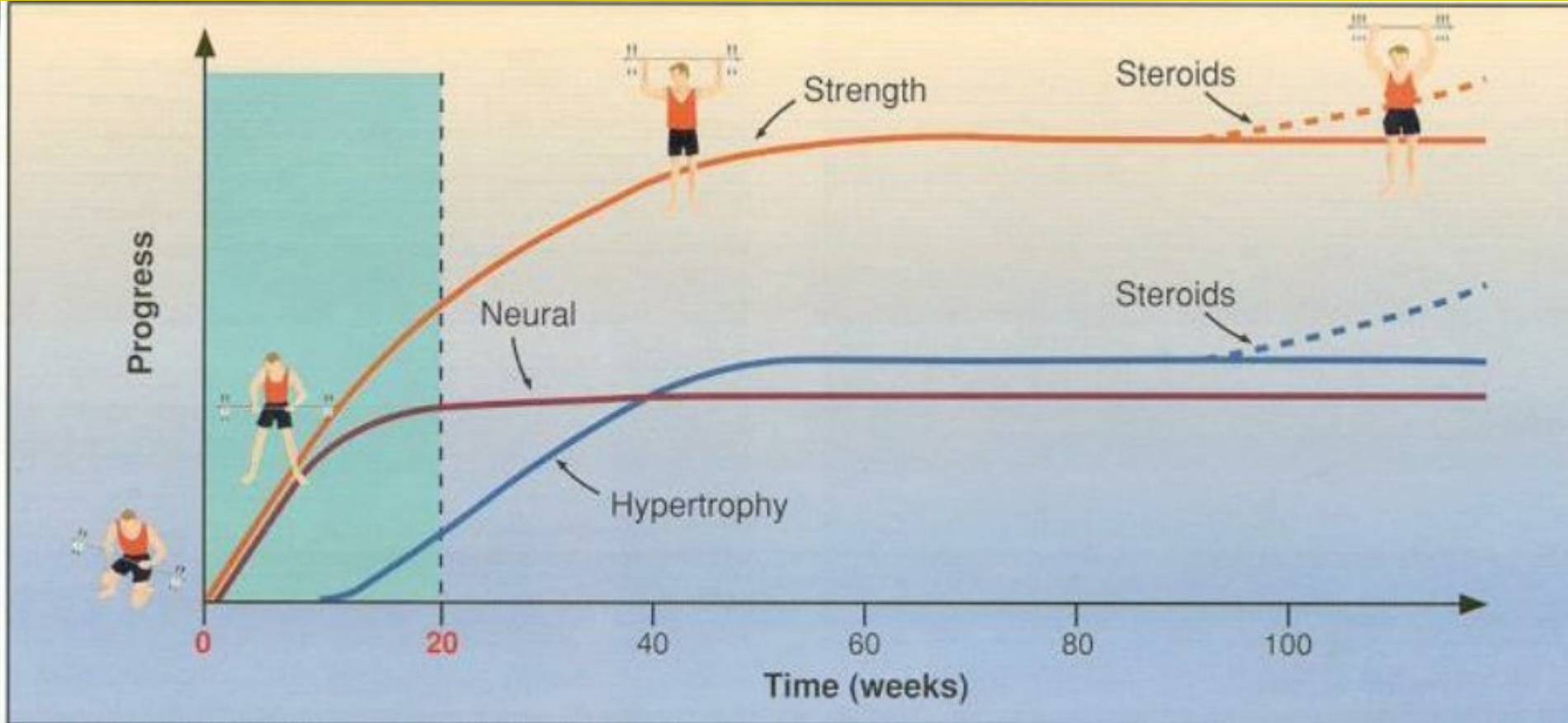
- Süre ile antagonist coaktivasyonu arasında ilişki bulunmuştur



4YR (-59%; LSD  $P < 0.001$   
ES = 1.22 "Large") and 12W  
(-37%;  $P = 0.028$ ; ES = 0.7  
"Moderate")



# NÖRAL VE MUSKULER ADAPTASYONLARIN ETKİLEŞİMİ



- Sinirsel adaptasyon kavramı muhtemelen üç temel gözlemden ortaya çıkmıştır.
1. Antrenman başlangıcında (ölçülebilir) hipertrofi yokluğunda hızlı bir kuvvet artışı.
  2. Kuvvet artışının kısmen hipertrofi ile açıklanabildiği (spesifik) kuvvet artışının genel büyüklüğü.
  3. Çapraz antrenman (Cross-training) etkisi: bir uzuvda yapılan antrenman kontralateral uzuvdaki kuvveti artırır.



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## b. Intramuscular EMG

### ADAPTATIONS IN MAXIMAL MOTOR UNIT DISCHARGE RATE TO STRENGTH TRAINING IN YOUNG AND OLDER ADULTS

CAROLYNN PATTEN, PhD,<sup>1,2</sup> GARY KAMEN, PhD,<sup>2</sup> and DANIEL M. ROWLAND, MS<sup>2</sup>

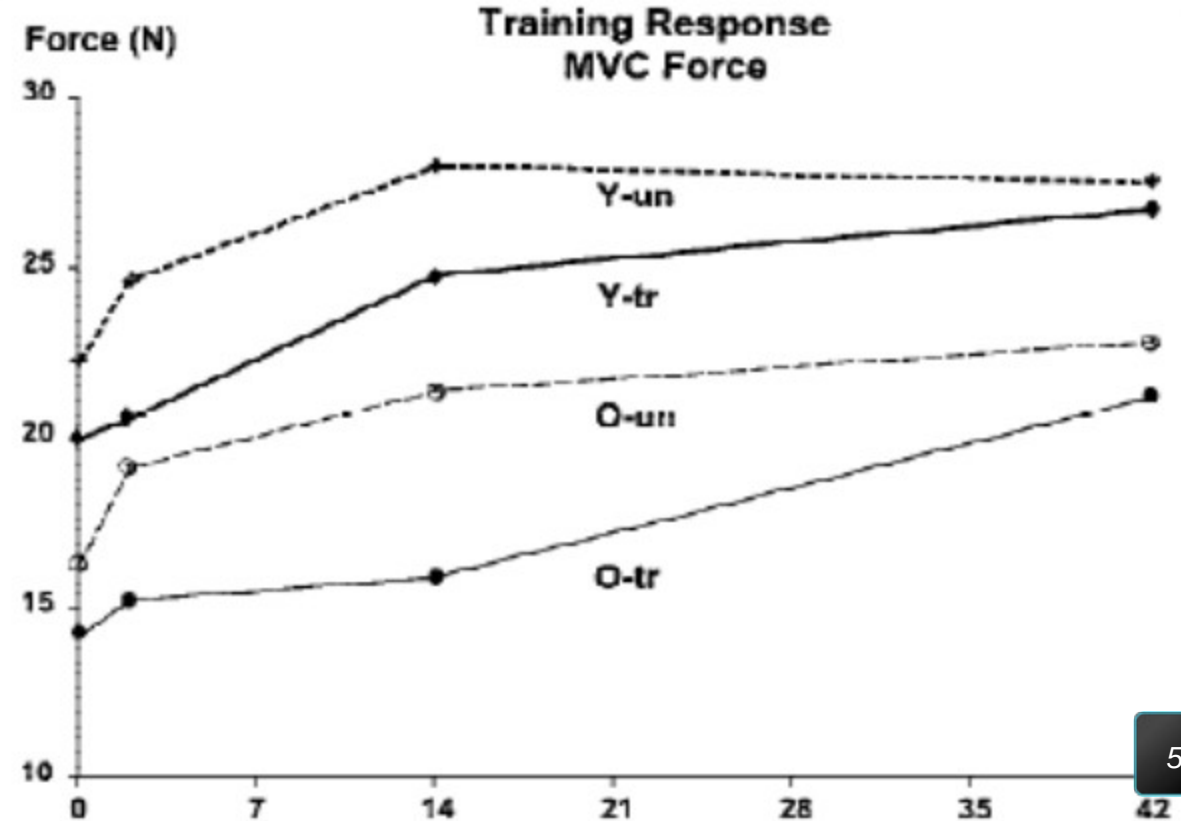
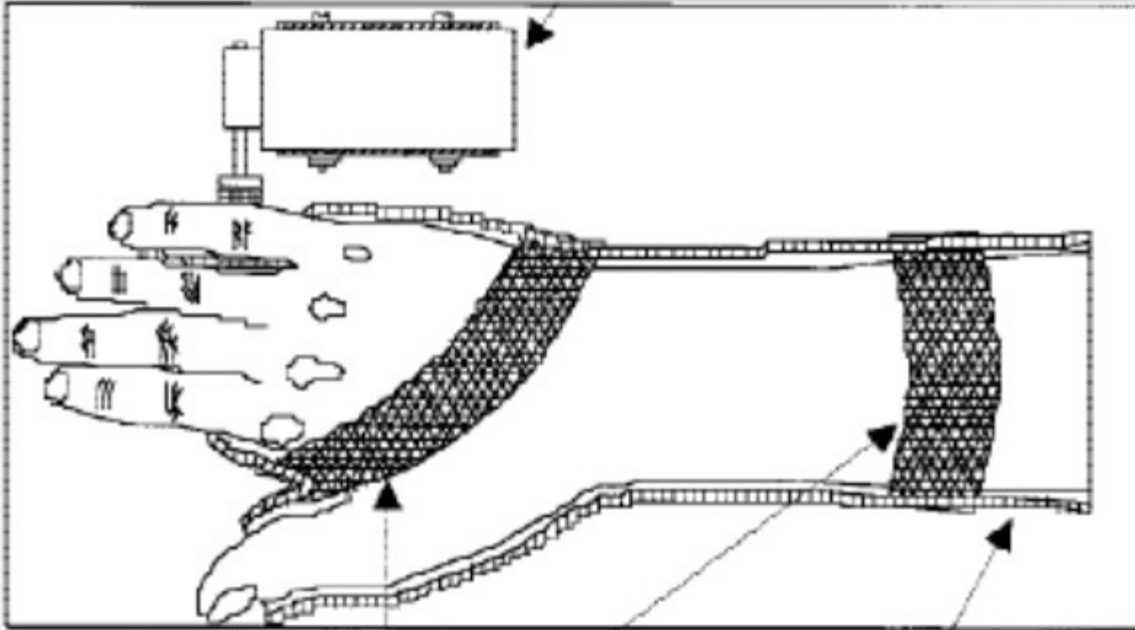
<sup>1</sup> Rehabilitation Research & Development Center, VA Palo Alto Health Care System, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, California 94304, USA

<sup>2</sup> Department of Exercise Science, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA

Accepted 8 December 2000

Patten, C., Kamen, G., & Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(4), 542-550.

6 genç, 6 yaşlı kişilerden oluşturulmuş grup



# 1. Elektromyografik Çalışmalar

## ADAPTATIONS IN MAXIMAL MOTOR UNIT DISCHARGE RATE TO STRENGTH TRAINING IN YOUNG AND OLDER ADULTS

CAROLYNN PATTEN, PhD,<sup>1,2</sup> GARY KAMEN, PhD,<sup>2</sup> and DANIEL M. ROWLAND, MS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rehabilitation Research & Development Center, VA Palo Alto Health Care System, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, California 94304, USA

<sup>2</sup> Department of Exercise Science, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA

Accepted 8 December 2000

## b. Intramuscular EMG

Patten, C., Kamen, G., & Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(4), 542-550.

6 genç, 6 yaşlı kişilerden oluşturulmuş grup

Antrenman süresi boyunca maksimum kasılma gücü grafiktedir. Antrenman programına alınan (tr) ve alınmayan (un) eller arasında istiksel olarak fark görülmedi, bu da antrenman ile çapraz transferini desteklediğini göstermektedir. (Burada kontrollü antrenman yapılmamış devri şeklindeydi bu nedenle kişilerin antrenmanı ne denli yaptığı ve sadece nondominant elde yapıp yapmadığı bir sınırlılıktır.)