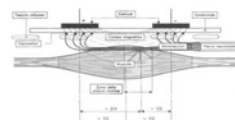


Η χρήση της νευρομυϊκής ηλεκτροδιέγερσης στη σύγχρονη προπονητική

Αμοιρίδης Γιάννης, Ph.D.
Γυμναστής

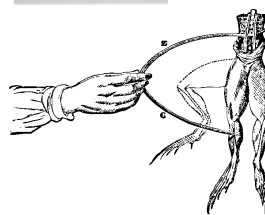
Ορισμός

- Ηλεκτροδιέγερση: τεχνική κατά την οποία παράγεται μυϊκή συστολή εφαρμόζοντας ηλεκτρικό ερεθισμό χρησιμοποιώντας ηλεκτρόδια επιφανείας (Vanderthommen & Crielaard 2001)



Η μικρή ιστορία της ηλεκτροδιέγερσης...

Luigi Galvani



- Ο πατέρας της νευροφυσιολογίας (1791)
- «Ηλεκτρική Διέγερση ενός μυϊκού ιστού προκαλεί συστολή και παραγωγή δύναμης»

Picture Source: <http://butler.cc.tut.fi/~mahtivaio/bem/bembook/01/01.htm>

Duchenne de Boulogne

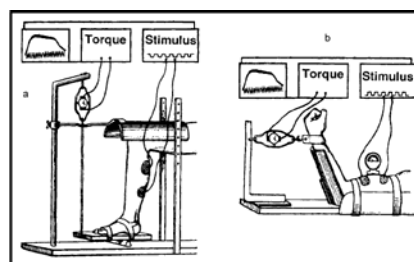


- Χρήση του ηλεκτρισμού ως εργαλείο έρευνας...
- Πρώτη τοπογραφία των κινητικών σημείων (1849)
- Τι είναι κινητικό σημείο και πως το βρίσκουμε;...

- Ο ΠΙΟΝΙΕΡΟΣ -

Yakov Kots

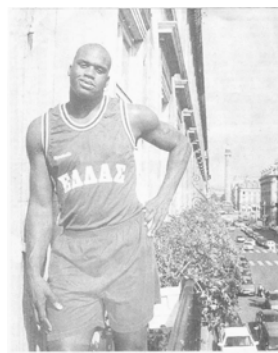
Ρωσία 1960-1970



Επιμύες (1989-1991)

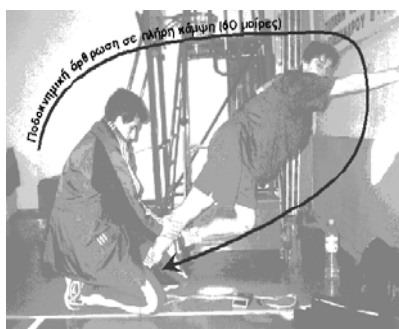


Αθλητές υψηλού επιπέδου (1990-1992)



Ο ...χοντρός με τη φανέλα της Εθνικής

Le Shag sur le ballon de sa suite - (parfois) - à l'étranger, dans le même costume en compétition - son état très bon pour le grand nombre d'années.



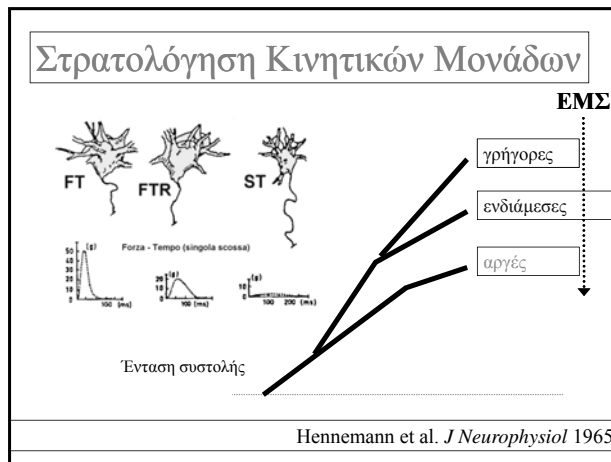
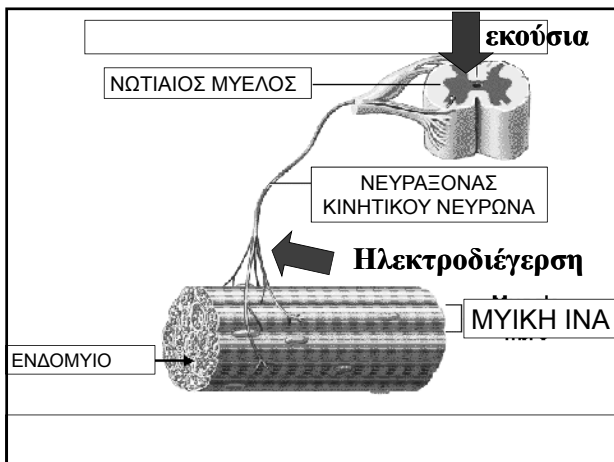
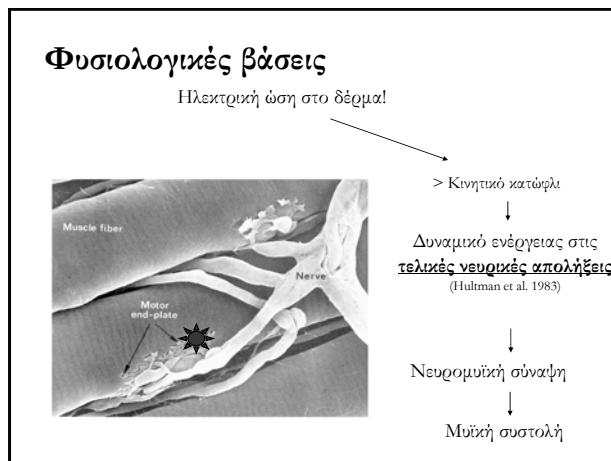
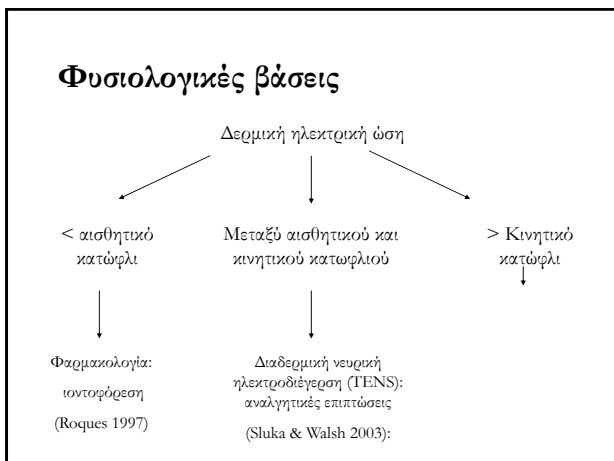
Παραδείγματα χρήσης της ηλεκτροδιέγερσης

- Μετεγχειρητική αποκατάσταση
- Αρθρική παθολογία (μυϊκή αποθεραπεία, πρόληψη ατροφίας κατά τη διάρκεια της ακινησίας)
- Κολπική και πρωκτική αποθεραπεία
- Θεραπεία χρόνιου πόνου με αναλγητική δράση
- Αναπνευστική και καρδιακή ανεπάρκεια
- Ηλικιωμένοι
- Εγκεφαλικό επεισόδιο
- ΑΘΛΗΤΕΣ

Αθλητές

- Ενδυνάμωση (μέγιστη και εκρηκτική δύναμη)
- Αλτική ικανότητα
- Πρόληψη μυϊκής ατροφίας
- Βελτίωση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας
- Βελτίωση της ικανότητας ανάληψης
- Πρόληψη μυϊκών θλάσεων και αγκύλωσης αρθρώσεων
- Αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος και της λεμφικής λειτουργίας

Φυσιολογικές και μεθοδολογικές βάσεις



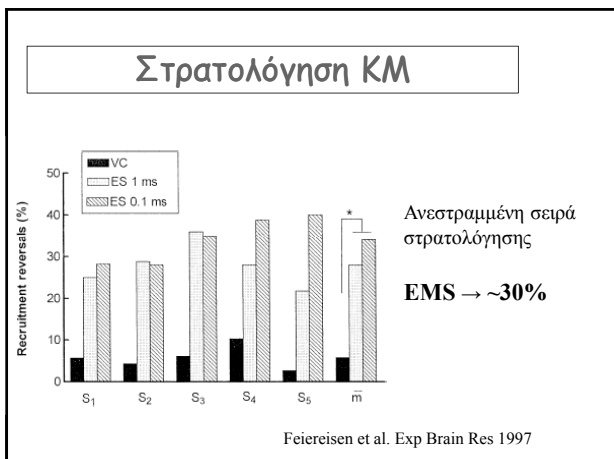
Αντιστροφή της αρχής στρατολόγησης των κινητικών μονάδων κατά την ηλεκτροδιέγερση

—Στρατολόγηση ΚΜ—

Νευρομυοδιέγερση ≠ Εκούσια λειτουργία (IIB)

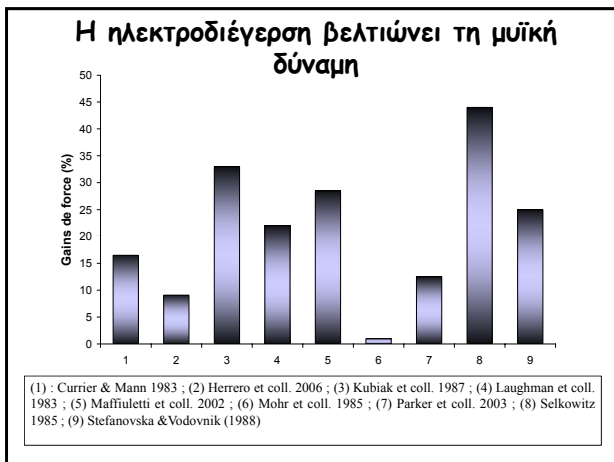
1. Διάμετρος νευράξονα αντιστρόφως ανάλογη με το κατώφλι διεγερσιμότητας: Νευρώνες με μεγάλη διάμετρο έχουν χαμηλό κατώφλι διεγερσιμότητας (Blair & Erlanger 1933)
2. Ανατομική-γεωγραφική θέση (IIB στην επιφάνεια)
3. Δερμικοί υποδοχείς: μπορούν να αλλάξουν τη σειρά στρατολόγησης μέσω της αντανακλαστικής διέγερσης α-κινητικών νευρώνων (Garnett & Stephens 1981)

(Enoka Sports Med 1988)



Η ηλεκτροδιέγερση βελτιώνει τη μυϊκή δύναμη

Πρωτόκολλα Kots				
Συγγραφέας	Τύπος ρεύματος	Πρόγραμμα	Αριθμός συνεδριών	% βελτίωση δύναμης
Kotz (1971)	2500 module 50Hz	10 x (10' -50')	19	38%
Portmann (1978)	**	10 x (10' -50')	24	28,8%
Lysens (1981)	**	10 x (10' -50')	14	11%
Owens & Malene (1983)	**	10 x (10' -50')	10	22%
Laughman et al. (1983)	**	10 x (10' -50')	25	22%
Currier & Mann (1983)	**	10 x (10' -50')	15	16%
Selkowitz (1985)	**	10 x (10' -100')	12	44%
Stefanowska et coll. (1985)	**	10 x (10' -50')	21	13%
Miller et coll. (1980)	**	5 x 5 x (5' -30')	15	30%
Cometti (1987)	**	10 x (10' -50')	9	33%

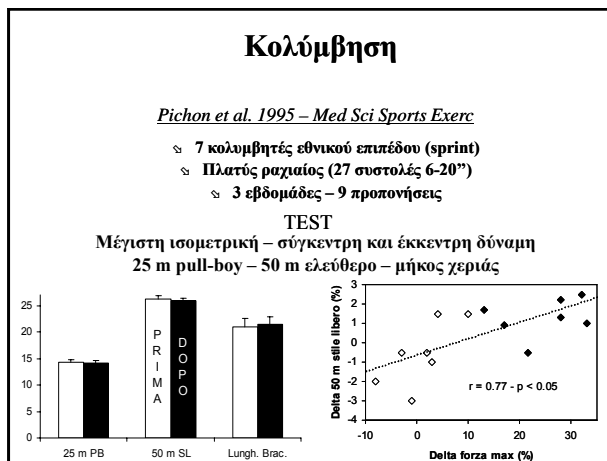


Η ηλεκτροδιέγερση βελτιώνει τη δύναμη διαφόρων μυϊκών ομάδων

- Τετρακέφαλος
Τουλάχιστον 50 έρευνες (90% των ερευνών στην ηλεκτροδιέγερση!)
- Δικέφαλος βραχιόνιος
Miller & Théraut-Mathieu 1993
- Κοιλιακοί
Alon et coll. 1992, Porcari et coll. 2005
- Τρικέφαλος βραχιόνιος
Colson et coll. 2000
- Προσαγωγός του αντίχειρα
Duchateau & Hainaut 1988
- Πελματιαίοι καμπτήρες
Maffiuletti et al. 2002, Cabric et al. 1987

Άσκηση σε υγιείς

- Αθλητές υψηλού επιπέδου,
- Φοιτητές ΤΕΦΑΑ,
- Αγύμναστοι,
- Ηλικιωμένοι



Οι επιπτώσεις της προπόνησης ηλεκτροδιέγερσης

↓

Μέγιστη δύναμη



Ειδική δύναμη





Τετρακέφαλος Γαστροκνήμιοι

Μπάσκετ

Maffiuletti et al. 2000 – Int J Sports Med
 ≈ 10 καλαθοσφαιριστές Α1 Γαλλίας
 ≈ 8 εβδ κατά την αγωνιστική περίοδο

5 προπονήσεις
1 match

0

TEST

4

TEST

8


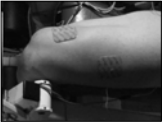

TEST

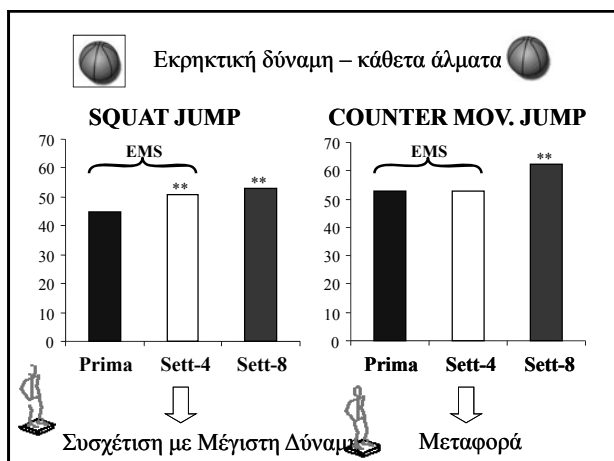
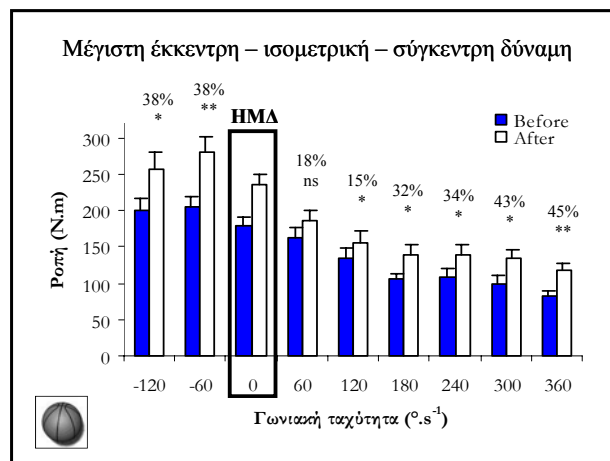
EMS τετρακέφαλο

Μέγιστη δύναμη ισομετρικά – δυναμικά
 Εκρηκτική δύναμη – κάθετο άλμα

Μπάσκετ

- 3 προπ/εβδομάδα (συν 12) - διάρκεια 16 min
- Leg extension ⇒ γωνία γόνατος 120°
- Συχνότητα διέγερσης: 100Hz - Διάρκεια παλμού: 400μs - Ένταση: 60-100mA
- 3 s συστολή+ 17 s διάλειμμα, 48 συστολές
- Έλεγχος δύναμης με δυναμόμετρο (~80% MVC)

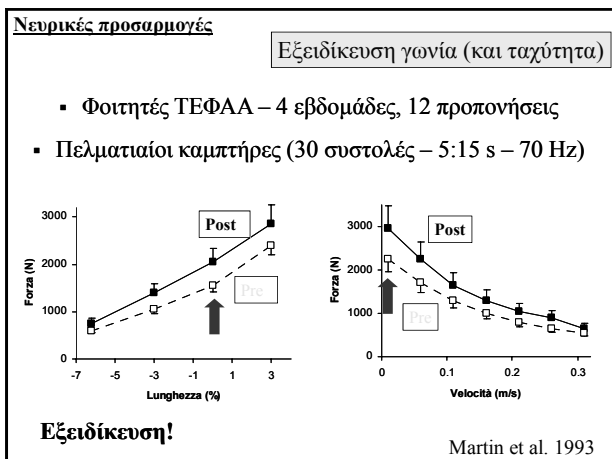


Μπάσκετ

Άμεση αύξηση της μέγιστης δύναμης
Απαραίτητη η μεταφορά σε εκρηκτική δύναμη

Η ΗΜΔ κατά τη φάση προετοιμασίας

- ① απότομη αύξηση της μέγιστης δύναμης χωρίς να μεταβληθεί η τεχνική
- ② μετατροπή και προσαρμογή της μέγιστης δύναμης σε εκρηκτική (ειδική)



Neuroscience Letters 350 (2003) 137–140
www.elsevier.com/locate/neulet

Age-induced modifications of static postural control in humans

Ioannis G. Amiridis^{a,*}, Vassilia Hatzitaki^b, Fotini Arabatzis^a

^aBiomechanics Laboratory, Department of Physical Education and Sport Sciences, Aristotle University of Thessaloniki at Serres, Agia Ioannis, 621 00 Serres, Greece
^bMotor Control and Learning Laboratory, Department of Physical Education and Sport Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, 540 06 Thessaloniki, Greece

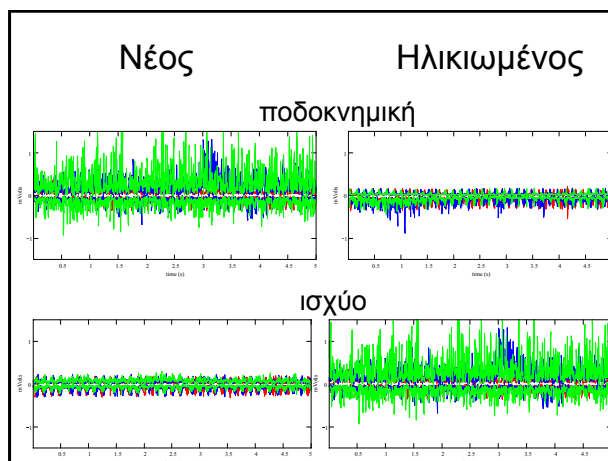
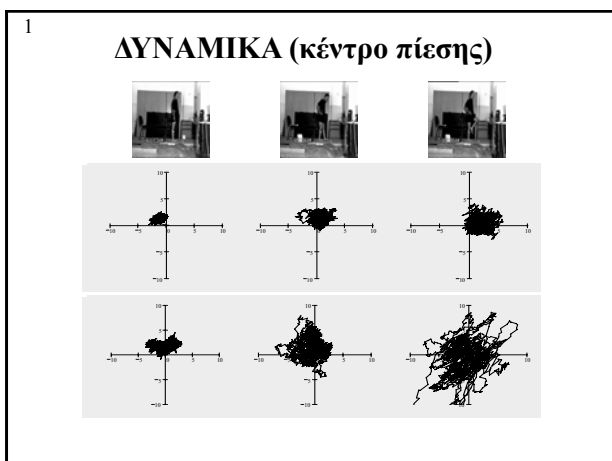
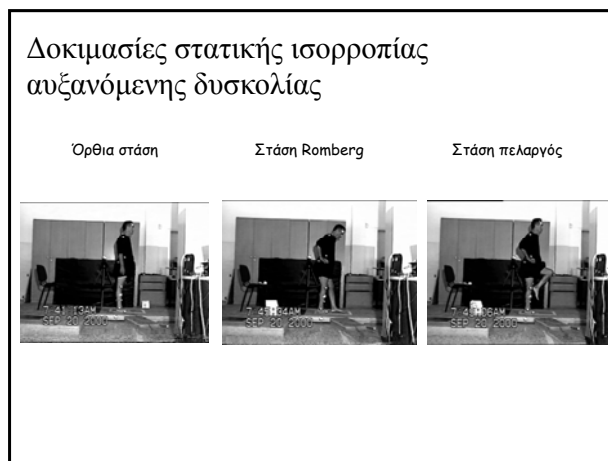
Received 27 June 2003; received in revised form 15 July 2003; accepted 16 July 2003

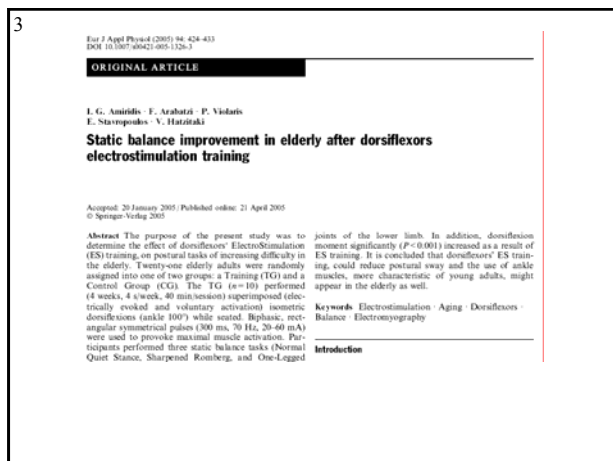
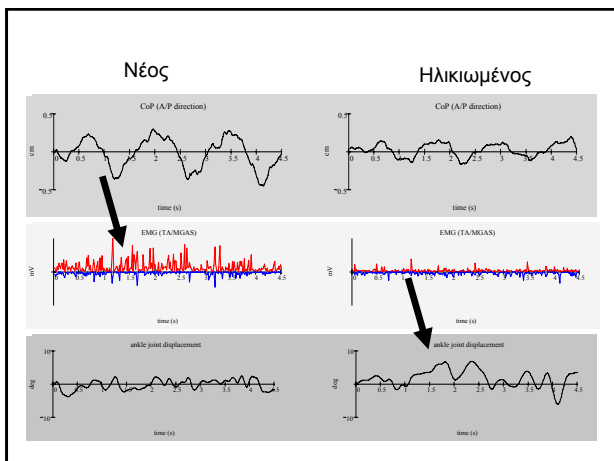
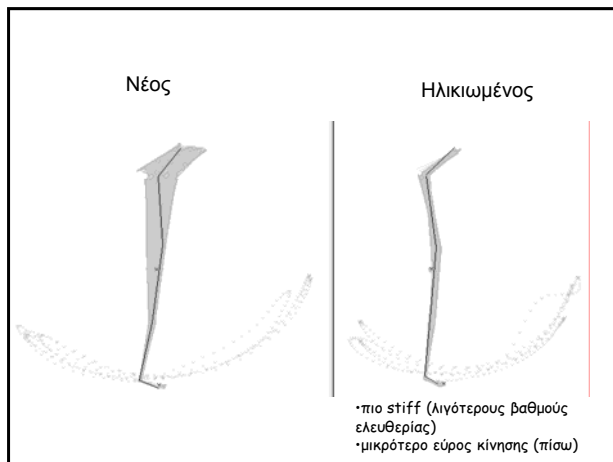
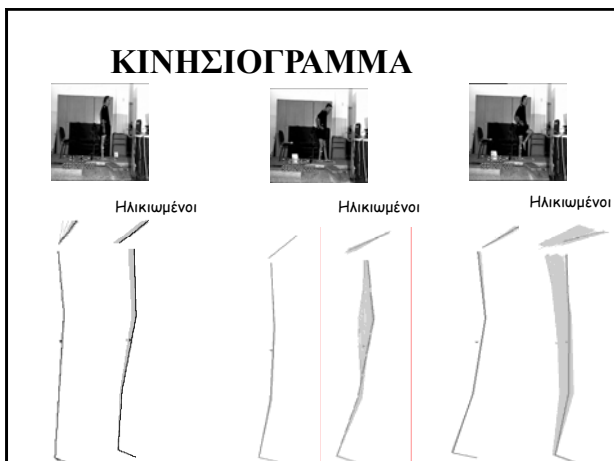
Abstract

We examined how young and older adults adapt their posture to static balance tasks of increasing difficulty. Participants stood barefoot on a force platform in normal quiet, Romberg-sharpened and one-legged stance. Center of pressure (CoP) variations, electromyographic (EMG) activity of ankle and hip muscles and kinematic data were recorded. Both groups increased postural sway as a result of narrowing the base of support. Greater CoP excursions, EMG activity and joint displacements were noted in older compared to younger adults. Older adults displayed increased hip movement accompanied by higher hip EMG activity, whereas no similar increase was noted in the younger group. It is concluded that older adults rely more on their hip muscles when responding to self-induced perturbations introduced by increased task constraints during quiet standing.

© 2003 Published by Elsevier Ireland Ltd.

Keywords: Aging; Postural sway; Static balance; Electromyography; Kinematics; Humans



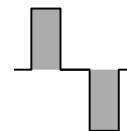


Προπόνηση

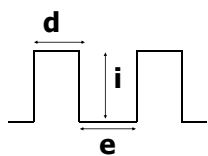
- Ισομετρικές ραχιαίες κάμψεις (οριζόντια σταθερή μπάρα - 10 εκ. από το έδαφος)
 - Γωνία ισχίου 90°, γωνία γόνατος 120°,
 - Γωνία ποδοκνημικής 100°; 180° πλήρη πελματιαία κάμψη
- Δύο ορθογώνια ηλεκτρόδια (50x90mm) τοποθετήθηκαν το πρώτο 4εκ. κάτω και πλάγια από την επιγονατίδα και το δεύτερο στη γαστέρα του Πρώσθιου κνημιαίου
- Η ροπή που αναπτύχθηκε κατά τη συστολή με ηλεκτροδιέγερση αντιπροσωπεύει το 70% της μέγιστης ισομετρικής συστολής.

Χαρακτηριστικά συνεδρείας

- 16 συνεδρείες (4συν/εβδ)
- Διάρκεια συνεδρείας: 40λεπτά (3 φάσεις)
 - Προθέρμανση (5 λεπτά, εύρος παλμού: 200μsec, συχνότητα: 10Hz, ένταση: 20-30mA),
 - Κύριο μέρος (25 λεπτά, 300μsec, 70Hz, 30-70mA) και
 - Αποθεραπεία (10 λεπτά, 200μsec, 9Hz, 20-30mA)
- Συστολή / Διάλειμμα: 1/3 μέχρι 1/7 (ελάχιστος χρόνος συστολής: 3sec)
- Συνολικός αριθμός συστολών: 80
- Διφασικοί, συμμετρικοί ορθογώνιοι παλμοί παρήχθησαν από το διεγέρτη Physio 4, (Cefar, Σουηδία)

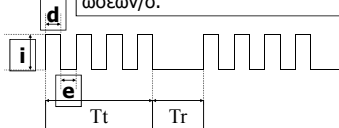


Ώση και σειρά ώσεων



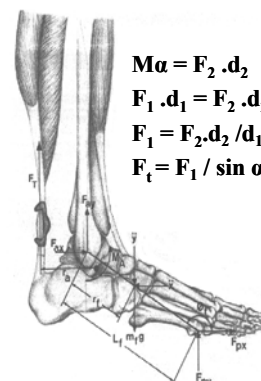
- ✓ i=ένταση (mA)
- ✓ d=διάρκεια (μs)
- ✓ e=χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών ώσεων (ms)
- ✓ F=συχνότητα (Hz)=αριθμός ώσεων/δ.

- ✓ Tt = άσκηση
- ✓ Tr = ανάληψη

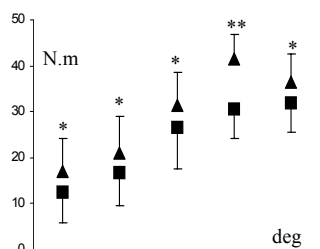


S. MAITRE

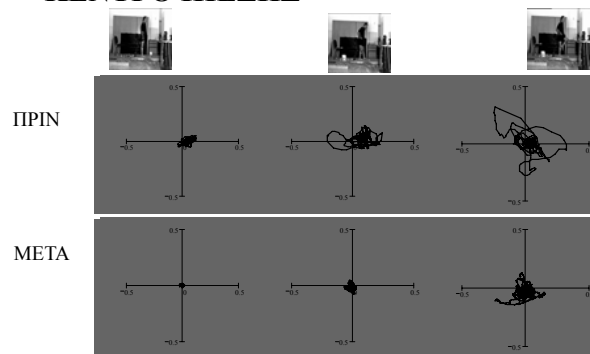
- Μελέτη των νευρομυϊκών ιδιοτήτων των καμπτήρων της ποδοκνημικής
- Καταγραφή των μηχανικών και ηλεκτρομυογραφικών απαντήσεων

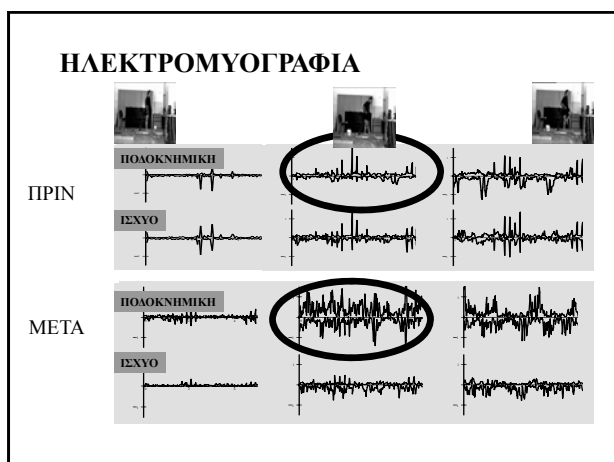


Μέγιστη ισομετρική δύναμη κατά τη ραχιαία κάμψη



ΚΕΝΤΡΟ ΠΙΕΣΗΣ



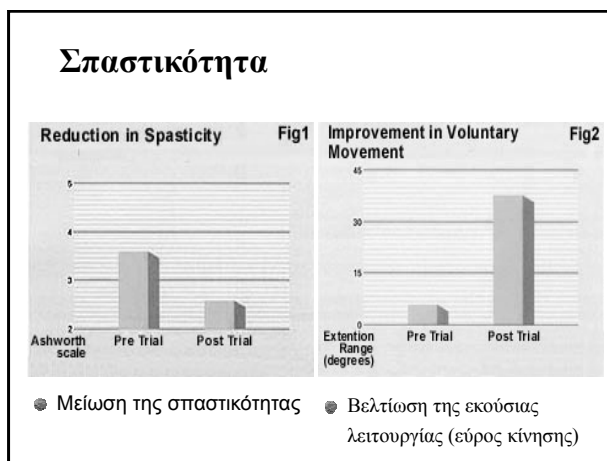
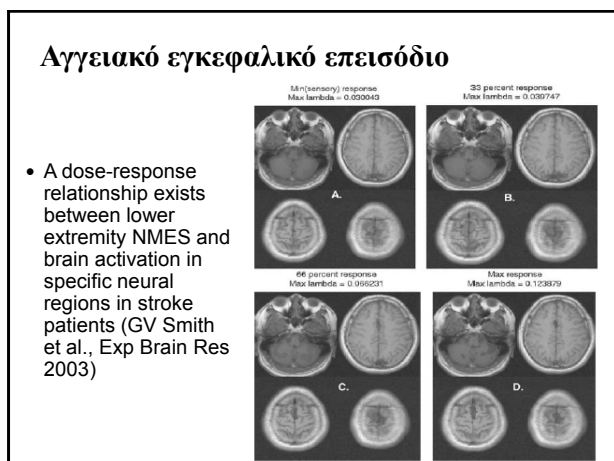
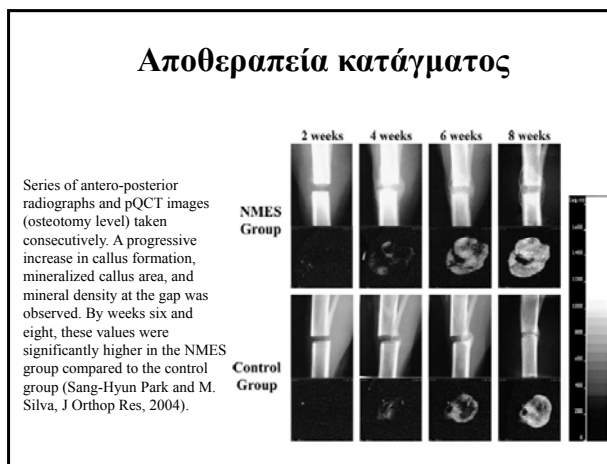


ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

- Η ενδυνάμωση των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής, ως αποτέλεσμα της προπόνησης με ηλεκτροδιέγερση, μπορεί να βελτιώσει την στατική ισορροπία του ηλικιωμένου ατόμου
- Η χρήση της στρατηγικής της ποδοκνημικής που τόσο χαρακτηριστική είναι στους νέους μπορεί να εμφανιστεί και στους ηλικιωμένους.

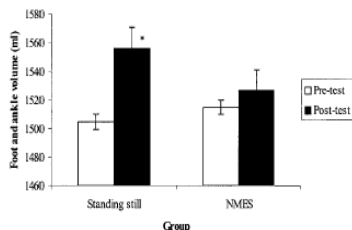
Θεραπευτική άσκηση

Μέχρι που είστε διατιθεμένοι να πάτε;;;

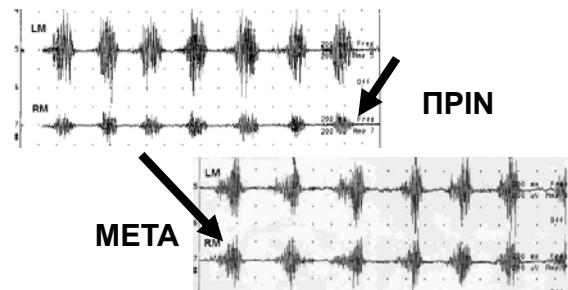


Βελτίωση της φλεβικής κυκλοφορίας

- The activation of the musculo-venous pump by NMES-induced muscle contraction may have minimized the increase in foot and ankle volume by increasing venous return, reducing venous stasis, increasing lymph flow, and increasing interstitial hydrostatic pressure, which would reduce capillary filtration and assist fluid reabsorption (Man et al. Med Sci Sports Exerc 2003)



Κρανιοσιαγωνιαίες ανωμαλίες...



Bevilaqua-Grosso et al., J Oral Rehab 2002

Ολική αρθροπλαστική γονάτου

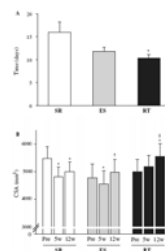
Session	Weeks After Surgery	Force (N)	Force (N/kg)	Frequency (Reps/7)
1	3	100	140	75
2	4	100	100	50
3	4	100	100	75
4	4	90	90	75
5	5	110	110	75
6	5	115	115	50
7	6	110	110	50
8	6	120	120	40
10	5	105	105	40
11	7	110	110	40
12	8	120	140	40
18	10	130	140	40



Lewek et al. 2001, Phys Ther 81(9) 1565-1571

Ολική αρθροπλαστική ισχίου

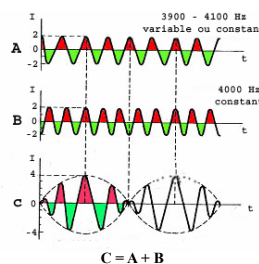
- A. Μικρότερη διαμονή στο νοσοκομείο μετά την επέμβαση
- B. Μεγαλύτερη ανατομική κάθετη διατομή τετρακεφάλου πριν, 5 και 12 εβδομάδες μετά την επέμβαση.



Χαρακτηριστικά ρευμάτων

Ρεύματα

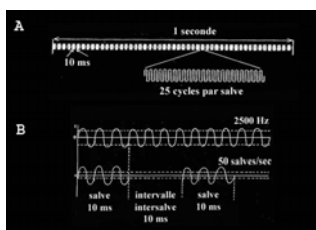
- Εναλλασσόμενο διαδυναμικό ρεύμα



- Υπέρθεση 2 ημιτονοειδών ρευμάτων των οποίων οι συχνότητες είναι γειτονικές
- Χρησιμοποιείται πολύ λίγο στην ηλεκτροδιέγερση

Ρεύματα

- Εναλλασσόμενο ρεύμα τροποποιημένο σε συχνότητα



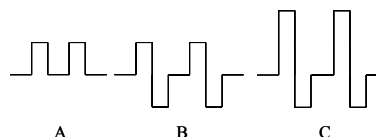
▪ Πιο γνωστό με το όνομα «ρώσικα ρεύματα» ή «ρεύματα Kots»

▪ Ημιτονοειδές εναλλασσόμενο ρεύμα των 2500 Hz τροποποιημένο σε 50 Hz

Ρεύματα

- Παλμικά ρεύματα

- ✓ Μονοφασικά ή μονής κατεύθυνσης
- ✓ Διφασικά ή διπλής κατεύθυνσης

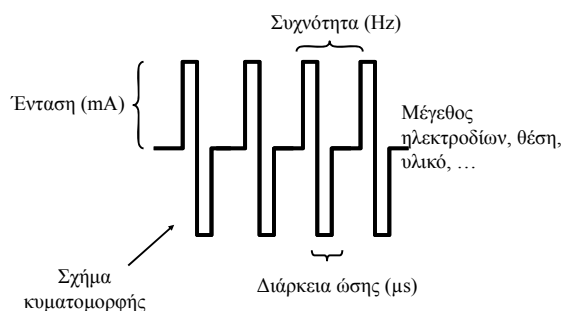


Η επιλογή των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται είναι πολύ σημαντική για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα...

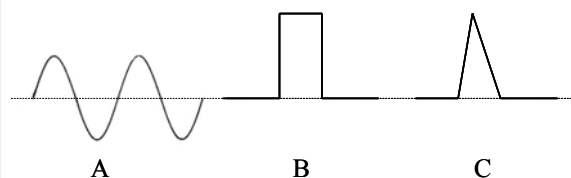
Επιπτώσεις του τύπου ρεύματος

- Εναλλασσόμενο τροποποιημένο σε Hz = τετράγωνες μονοφασικές ώσεις (Grimby & Wigerstad-Lossing 1989).
- Διφασικές συμμετρικές ώσεις > εναλλασσόμενο διαδυναμικό ρεύμα (Snyder-Mackler et coll. 1989).
- Διφασικές συμμετρικές ώσεις = εναλλασσόμενο τροποποιημένο σε Hz (Lyons et coll. 2005)
- Διφασικές και μονοφασικές ώσεις > εναλλασσόμενο (Laufer et coll. 2001)

Παράμετροι της ηλεκτρικής διέγερσης

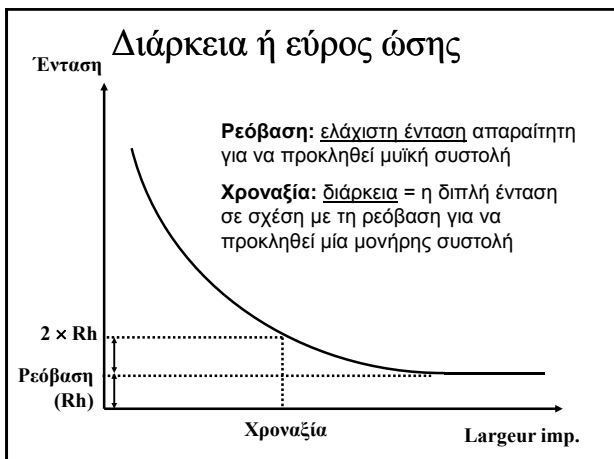


Σχήμα κυματομορφής



Η προτίμηση προς το ένα ή το άλλο σχήμα κυματομορφής εξαρτάται και από τα γούστα του καθενός... (το κατώφλι πόνου είναι υποκειμενικό, κλπ., Baker et coll. 1988, Delitto & Rose 1986).

Ο τετράγωνος-ορθογώνιος παλμός είναι ο κατ'εξοχήν προτιμητέος (Vanderthommen & Crielaard 2001)



Διάρκεια παλμού

Πρέπει να είναι ισοδύναμη με τη χροναξία των κινητικών νευρώνων (Vanderthommen & Crielaard 2001)

Τρικέφαλος βραχιόνιος: 100 μs (Alon et coll. 1983)

Τετρακέφαλος: 300-400 μs παρά 50-300 μs (Bowman & Baker 1985)

Ιδανικό: 200 – 400 μs (Vanderthommen & Crielaard 2001)

Εύρος ή ένταση ρεύματος

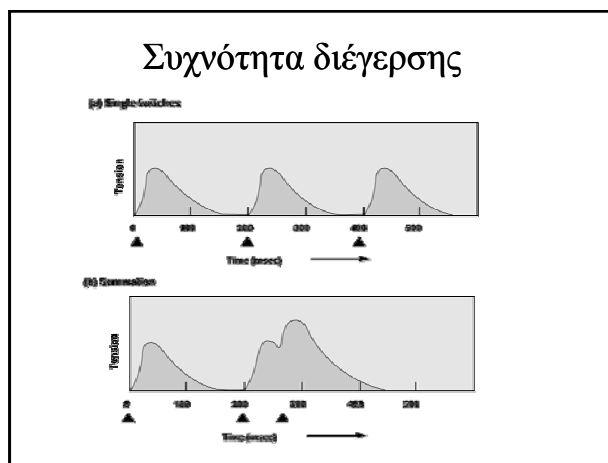
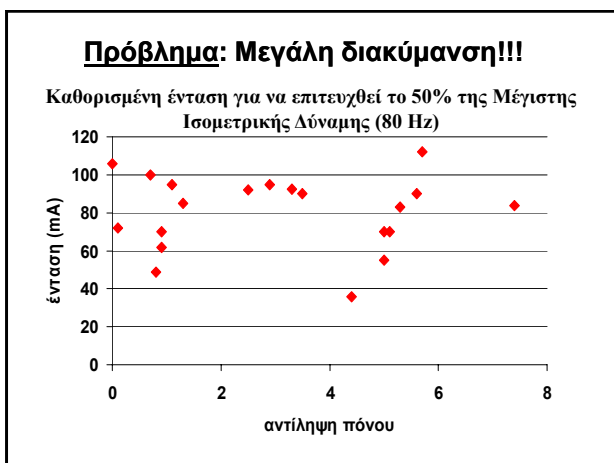
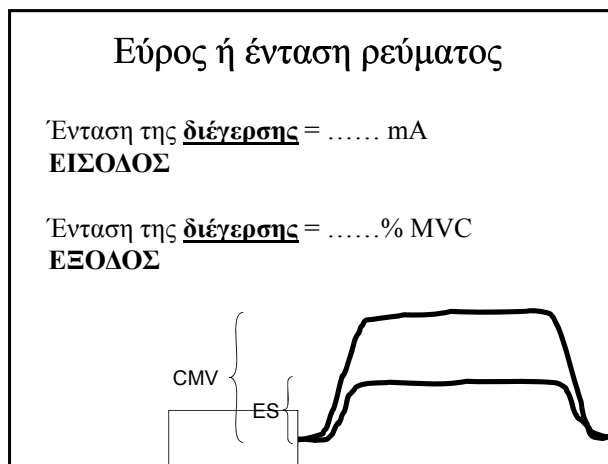
Μέγιστη...

Γραμμική σχέση μεταξύ της προκλητής δύναμης με ηλεκτροδιέγερση και της έντασης της διέγερσης

(Fergusson et al. 1989, Underwood et al. 1990)

+ σημαντική προκλητή δύναμη, + σημαντική βελτίωση της δύναμης

(Selkowitz 1989)



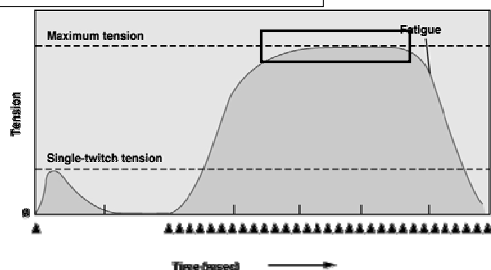
Συχνότητα διέγερσης

Χαμηλές συχνότητες
($< 40-50$ Hz)

Υψηλές συχνότητες
(> 50 Hz)

ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ, ΑΝΑΛΗΨΗ

ΔΥΝΑΜΗ



Μέγεθος και τοποθέτηση ηλεκτροδίων

Ηλεκτρόδια: μέγεθος προσαρμοσμένο στη μυϊκή ομάδα που θα διεγερθεί (Alon et coll. 1994):

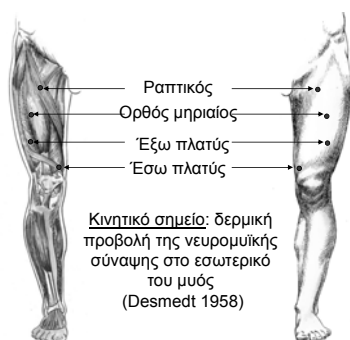
- ✓ Πολύ μικρή επιφάνεια: δυσφορία
- ✓ Πολύ μεγάλη επιφάνεια: διέγερση ανταγωνιστών

Ηλεκτρόδιο «διεγερτικό» = θετικό = κάθοδος στο κινητικό σημείο του διεγερόμενου μυός

Αρνητικό ηλεκτρόδιο + μεγάλο = άνοδος

Τοποθέτηση ηλεκτροδίων

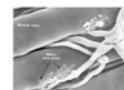
Χαρτογραφία κινητικών σημείων



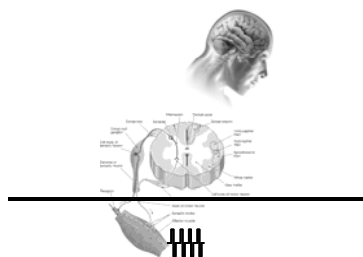
Θέση - αντίθεση

Lieber & Kelly 1991

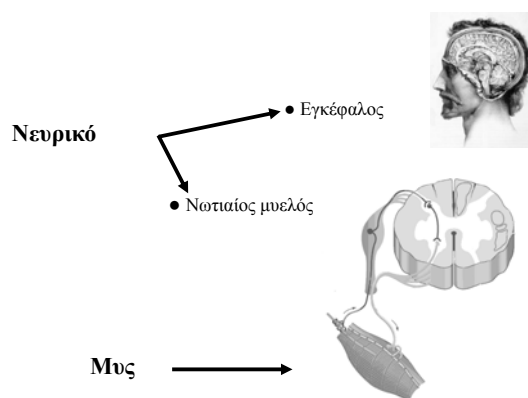
«Ο καθοριστικός παράγοντας της δύναμης που αναπτύσσεται κατά την ηλεκτροδιέγερση δε συνδέεται ούτε με το μέγεθος των ηλεκτροδίων, ούτε με τον τύπο του ρεύματος, ούτε με καμία άλλη εξωτερική παράμετρο αλλά μόνο με ορισμένες εγγενείς ιδιότητες του μυός»



Το ΚΝΣ κατά τη διάρκεια της ηλεκτροδιέγερσης



EMS και Νευρομυϊκό σύστημα



Σημειώσεις...

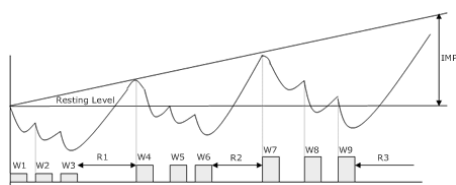
- ⊃ Η ηλεκτροδιέγερση μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης
- ⊃ Νευρικές και μυϊκές προσαρμογές
- ⊃ Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στο νευρομυϊκό σύστημα είναι συγκρίσιμες με αυτές της εκούσιας άσκησης
- ⊃ Μικρές μεταφορές σε λειτουργικές αθλητικές δραστηριότητες
- ⊃ Προσοχή: χαμηλές vs υψηλές συχνότητες

Μακρογόνιες επιπτώσεις της ηλεκτροδιέγερσης σε υγιή άτομα

- Μεθοδολογικές θεωρήσεις
- Επιπτώσεις στη μυϊκή δύναμη
 - Νευρικές προσαρμογές
 - Μυϊκές προσαρμογές
- Μυϊκή λειτουργία και λειτουργικές δραστηριότητες

Πολλές Π.Μ. ηλεκτροδιέγερσης

= Πρόγραμμα προπόνησης με ηλεκτροδιέγερση



Κλασικό πρόγραμμα προπόνησης με ηλεκτροδιέγερση

- ❶ +2 προπονήσεις/εβδομάδα
- ❷ 3-6 εβδομάδες
- ❸ +20-30 συστολές/προπόνηση



Ισομετρία vs.
Δυναμική
↙ ↘
Παύση vs. συστολή

Morrissey 1988

Πόσες προπονήσεις την εβδομάδα ?

Quadriceps ⇒ 3 καλύτερα από 2

NIMES 2 Sessions per wk			NIMES 3 Sessions per wk		
PreMVIC	PostMVIC	% Change	PreMVIC	PostMVIC	% Change
678	812	19.7	523	532	1.7
474	525	10.8	411	425	3.3
556	563	1.2	645	745	15.5
785	887	13.0	756	863	14.1
578	612	5.8	763	863	13.1
634	623	-1.8	767	776	1.2
478	592	23.7	445	500	12.5
838	792	-5.6	456	552	21.0
534	525	-1.7	389	505	29.7
Mean ± SE					
617 ± 43	659 ± 45	7.2 ± 3.4	573 ± 53	640 ± 57	12.5 ± 3.1

Parker et al. 2003

Ισομετρία ή δυναμική λειτουργία ?

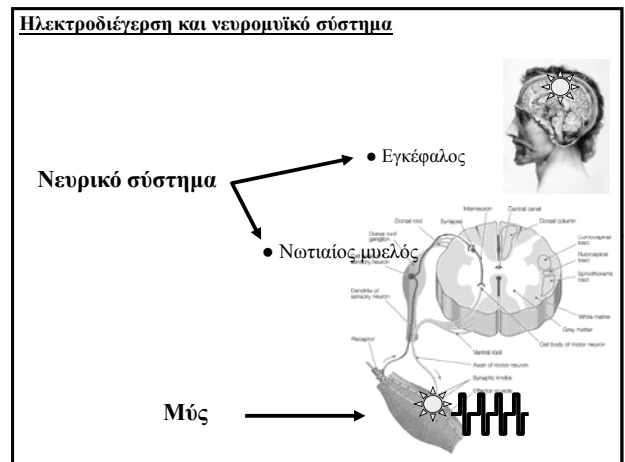
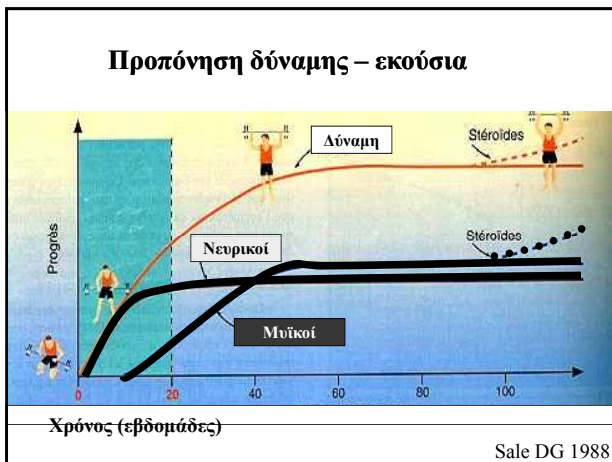
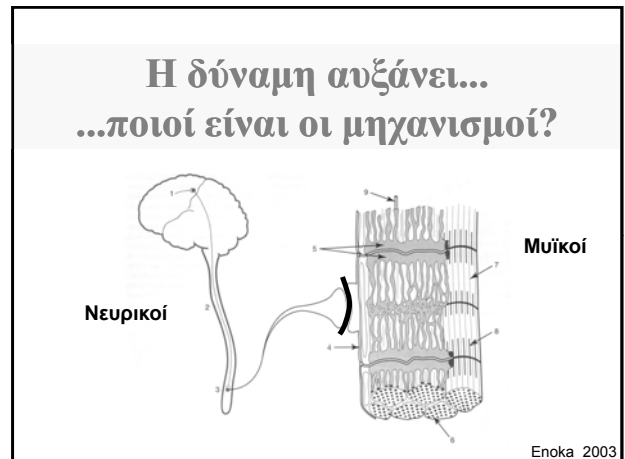
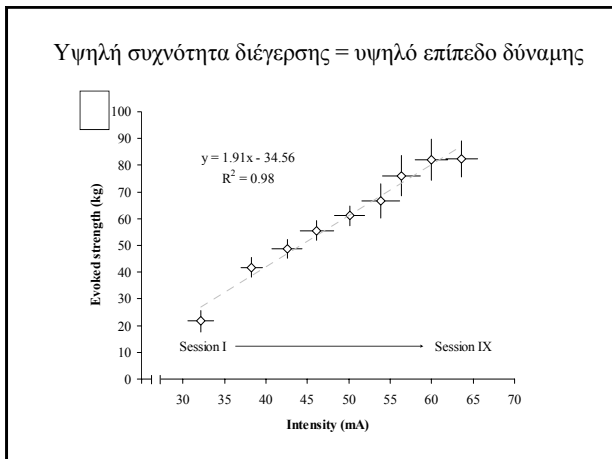
Ισομετρία⁺

- Έλεγχος της έντασης
- Έλλειψη κινδύνου αρθρικού τραυματισμού
- Υψηλή συχνότητα = υψηλό επίπεδο δύναμης
- Δυνατότητα προπόνησης σε «ειδικές θέσεις»

Ισομετρία⁻

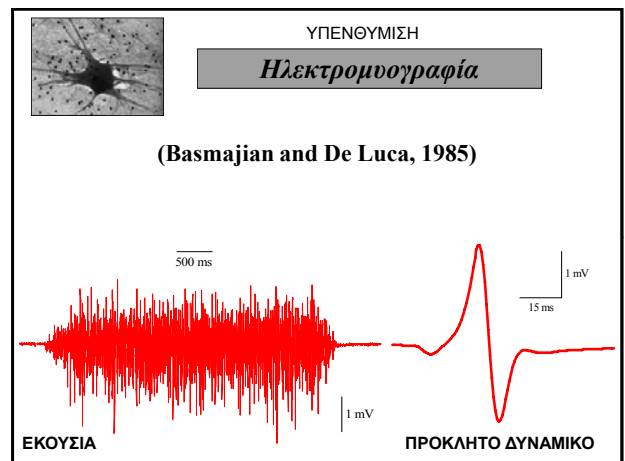
- Εξειδίκευση της βελτίωσης δύναμης ανάλογη με το μήκος του μυός
- Έλλειψη αθλητικής εξειδίκευσης ή λειτουργικών δραστηριοτήτων

Χρήση διαφορετικών γωνιακών θέσεων *Romero et coll. 1982*



ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ

Ηλεκτρομυογραφία



Νευρικές προσαρμογές

Maffiuletti et al. 2002

-4 προπονήσεις/εβδ για 4 εβδομάδες

- Πελματιαίοι καμπτήρες
- 40 συστολές (τετρακέφαλο) στο 50 -70 % της ΜΕΣ στα 75 Hz – 400 μs – 6 s/ 20 s

Νευρικές προσαρμογές

↑ Δύναμη: + 8%

↑ Ενεργοποίηση: + 11%

↑ EMG

Πως εξηγούνται οι νευρικές προσαρμογές;

ΔΥΝΑΜΗ αντανάκλ.
↓
Αισθητικό Feed-back
↓
ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
↑
Άξονες
↑
ΔΥΝΑΜΗ «Άμεση»

Κεντρομόλα και φυγόκεντρη μετάδοση ρεύματος

Collins et coll. (2001)

Νευρικές προσαρμογές στην προπόνηση με ΗΜΔ

Εξειδίκευση θέσης
Martin et al. 1993

Cross-education effect
Zhou et al. 2001, Hortobagyi et al. 1999

↑ EMG
Colson et al. 2000

↑ Επίπεδο ενεργοποίησης
Maffiuletti et al. 2002

↑ V reflex
Gondin et al. 2006

Διάρκεια προπόνησης < 4-5 εβδομάδες

Μυϊκές προσαρμογές μετά από προπόνηση με ηλεκτροδιέγερση

Υψηλές συχνότητες

Pérez et al. 2002

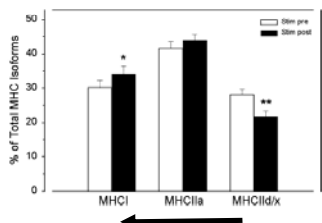
- Τετρακέφαλος (και τα δύο πόδια)
- 30 λεπτά/ημέρα – 3 ημέρες/εβδομάδα – 6 εβδομάδες (45-60 Hz)

Myosin heavy chain isoform

Χαμηλές συχνότητες

Nuhr et al. 2003

- Εκτεινόντες και καμπήρες του γόνατος (και τα 2 πόδια)
- 4 ω/ημέρα κατά τη διάρκεια 8 εβδομάδων (15 Hz)



Μυϊκές προσαρμογές

↑ CSA (type II)
Cabric et al. 1987

Υπερτροφία 10% 9 εβδ
Ruther et al. 1995

Υπερτροφία 12% 8 εβδ
Stevenson & Dudley 2001

↑ CSA ίνες τύπου I > ίνες τύπου II
Maffiuletti et al. (2006)

NAI



Παράμετροι

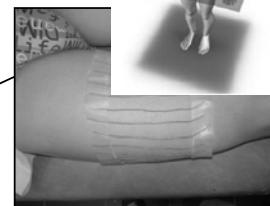
- Ροπή δύναμης κατά την έκταση του γόνατος (MVC)
- Επίπεδο ενεργοποίησης & EMG (νευρικοί παράμετροι)
- Ανατομική Κάθετη Διατομή (ACSA) τετρακεφάλου & γωνία πρόσφυσης του Έξω πλατύ (μυϊκές παράμετροι)

Study I: Methods

Ανατομική Κάθετη Διατομή (ACSA) τετρακεφάλου



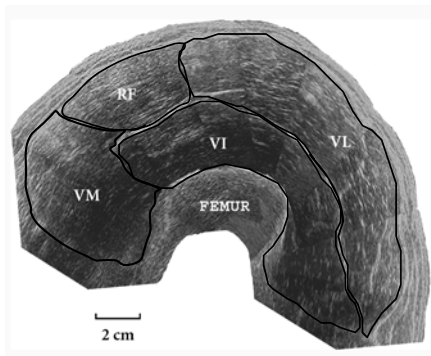
Subjects wa
for at leas
shift to or



Echo-absorptive external markers
(Reeves et al. 2004)

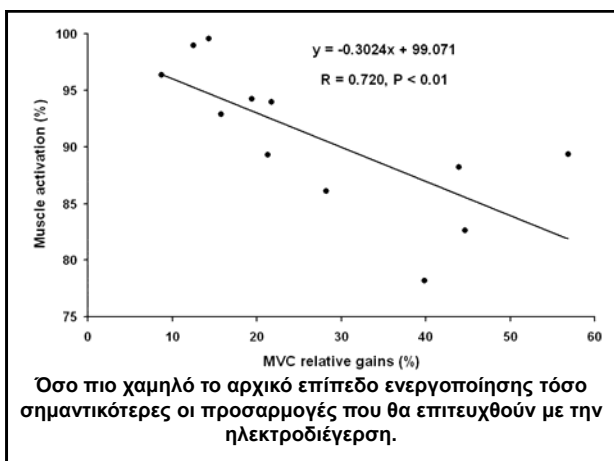
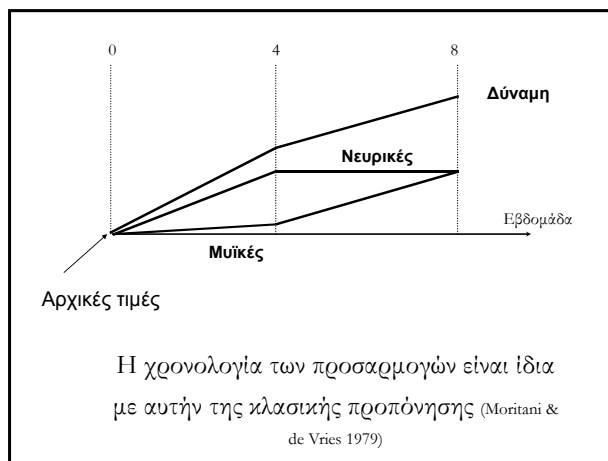
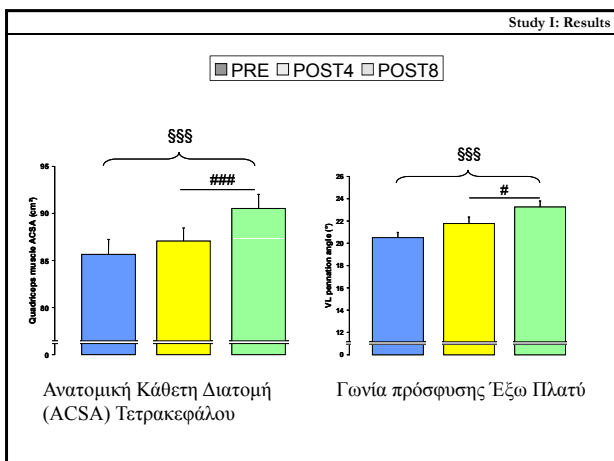
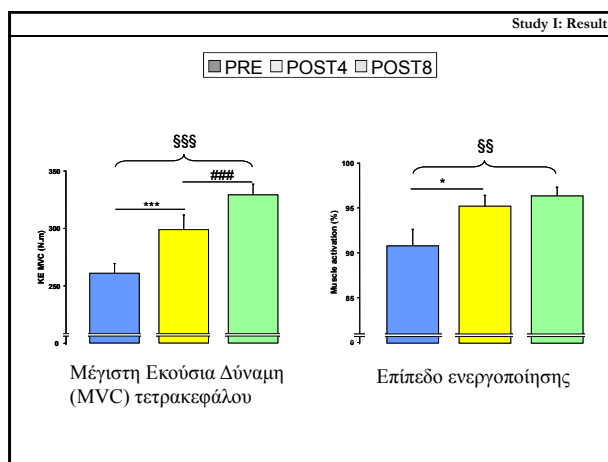
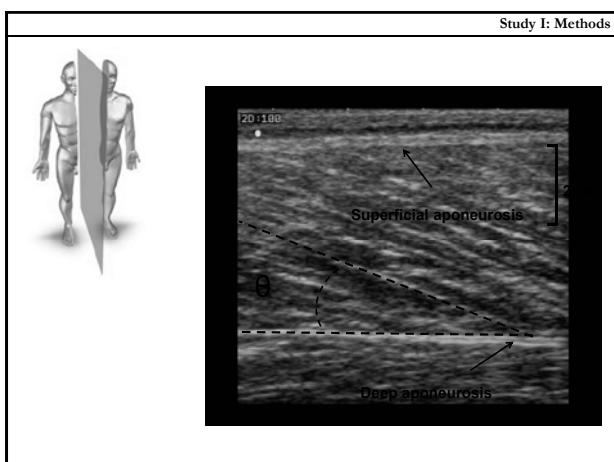
Study I: Methods

Image analysis



Study I: Methods





Το ρεύμα, υπό συγκεκριμένες
προϋποθέσεις, μπορεί να γίνει ένα
καλό βοηθητικό εργαλείο στα χέρια
του ...

γυμναστή !

Ευχαριστώ