



Φυσιολογία της εργασίας και ενεργειακά συστήματα

Δρ Παναγιώτης Β. Τσακλής

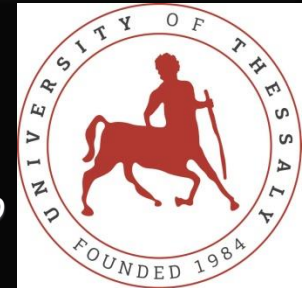
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Εργαστήριο Εμβιομηχανικής & Εργονομίας @ErgoMechLab

ΤΕΦΑΑ – ΠΘ

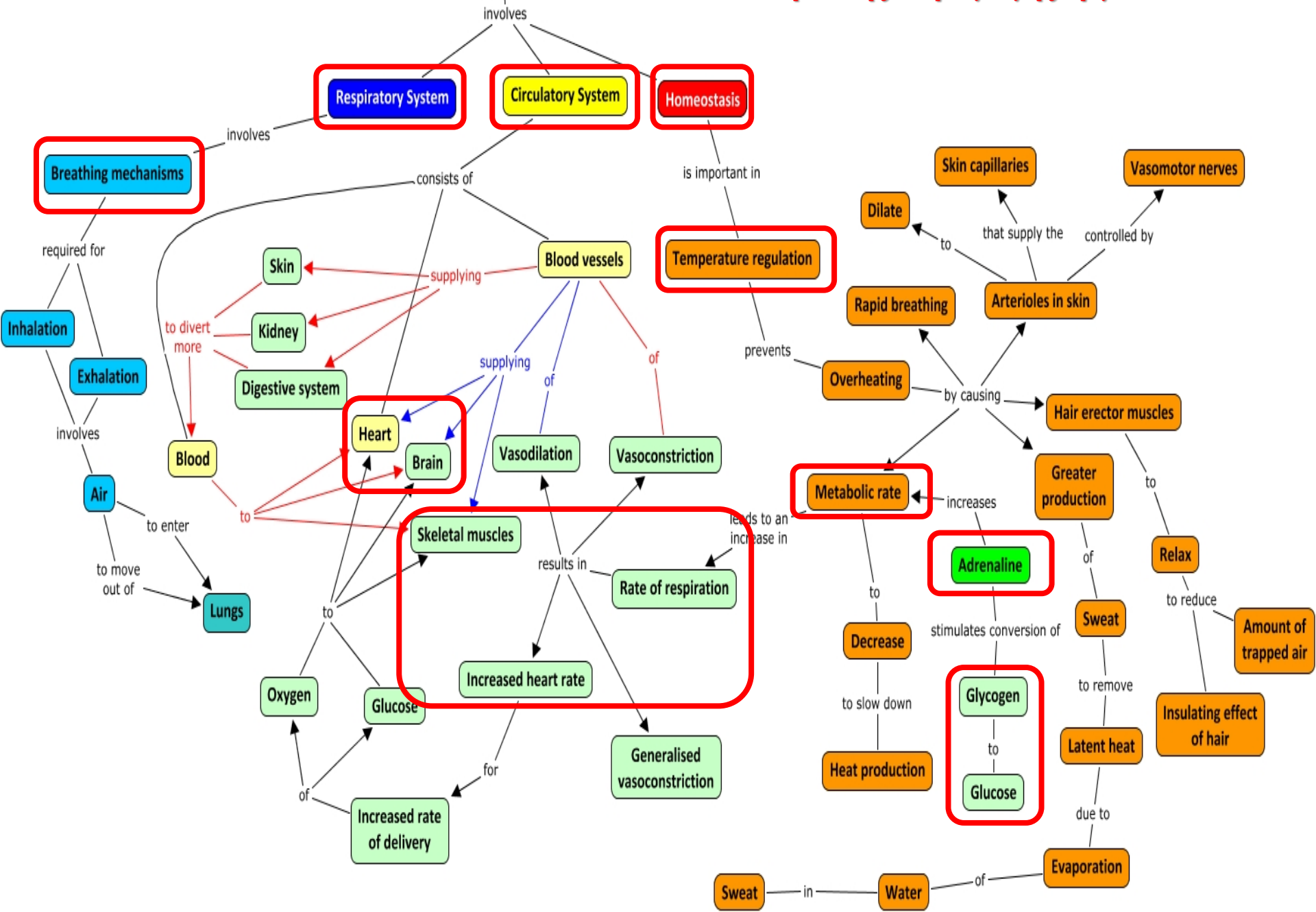
Assoc Department of Molecular Medicine and Surgery

Karolinska Institute



εργασία

Η συνθετότητα της παραγωγής έργου...!!



Το ανθρώπινο σώμα έχει δομηθεί ώστε να μπορεί να κινείται με πολλούς τρόπους

- Γρήγορα και δυναμικά
- Με χάρη & συντονισμό
- Με αντοχή για πολλές ώρες

Και είναι εξαρτημένο από την δυνατότητα παραγωγής ενέργειας

Έτσι, έχουμε μεγάλη ποικιλομορφία

- Ταχείες κινήσεις – διαρκούν μερικά δευτερόλεπτα
- Μειωμένης ταχύτητας – διαρκούν μερικά λεπτά
- Μειωμένης έντασης (50%)- Διαρκούν μερικές ώρες

Το σώμα χρησιμοποιεί διαφορετικά ενεργειακά συστήματα για κάθε δραστηριότητα

Τα κύτταρά μας απαιτούν ενέργεια για να μένουν ζωντανά και να διατηρήσουν την λειτουργία τους

- ▣ Η ενέργεια στο ανθρώπινο σώμα προέρχεται από την αποδόμηση συστατικών όπως **υδατάνθρακες**, **πρωτεΐνες** και **λίπη**

Τροφή = Ενέργεια (ATP)

- ▣ Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της αποδόμησης είναι η παραγωγή ενέργειας σε μορφή **Τριφωσφορικής Αδενοσίνης (ATP)**

Μονοπάτια προς την Ενέργεια

- ▣ Οι δυο κύριοι τρόποι με τους οποίους το σώμα μετατρέπει θρεπτικά συστατικά σε ενέργεια είναι:
- ▣ **Αερόβιος** μεταβολισμός (με οξυγόνο)
- ▣ **Αναερόβιος** μεταβολισμός (χωρίς οξυγόνο)
- ▣ Υπάρχουν **3 Ενεργειακά Συστήματα** που ενεργούν για να παρέχουν το απαιτούμενο καύσιμο για την εργασία και την άσκηση, με την ένταση και διάρκεια να καθορίζουν ποια μέθοδος θα ενεργήσει και πότε...

1) **Σύστημα ATP-PC** (Αναερόβιο, χωρίς οξυγόνο)

2) **Αναερόβια Γλυκόλυση** (Αναερόβιο, χωρίς οξυγόνο)

3) **Αερόβιο** (Με οξυγόνο)

Επικρατούντες μηχανισμοί απόδοσης της ενέργειας....



- ATP (2-3 seconds)
- ATP-CP Energy System (8-10 seconds)
- Anaerobic Energy System (2-3 minutes)
- Aerobic Energy System (3 minutes +)

Αναερόβιο Ενεργειακό Σύστημα

- Χωρίς Οξυγόνο = Δραστηριότητες που απαιτούν μεγάλη έκρηξη ενέργειας για μικρό χρονικό διάστημα
- Αναερόβια Γλυκόλυση = Παραγωγή ATP από υδατάνθρακες χωρίς οξυγόνο (διάσπαση της γλυκόζης)

• Εφόσον η γλυκόζη είναι αποθηκευμένη στους μυς & το συκώτι, είναι γρήγορα διαθέσιμο

• Αυτό το σύστημα διαθέτει ATP όταν το σύστημα ATP-CP εξαντλείται...

• Το σύστημα ATP-CP διαρκεί για μερικά δευτερόλεπτα, ενώ το Αναερόβιο Ενεργειακό Σύστημα επιτρέπει 2-3 λεπτά έργου

1. Αυτή η διαδικασία παραγωγής ATP δεν είναι όσο γρήγορη όσο της ATP-CP, οδηγώντας σε βραδύτερη μυϊκή σύσπαση
2. Σε απουσία οξυγόνου, το τελικό προϊόν της γλυκόλυσης είναι το **Γαλακτικό οξύ**, που προκαλεί κόπωση στους μυς.
3. Η Αναερόβια Γλυκόλυση είναι λιγότερο αποδοτική στην παραγωγή ATP από την Αερόβια Γλυκόλυση, **ΑΛΛΑ** είναι απαραίτητη για μεγάλες εκρήξεις ενέργειας που διαρκούν λίγα λεπτά

0 sec 4 sec 10 sec 1.5 min 3 min +



δύναμη - ισχύς:
άρση βαρών, σφαίρα, golf swing

Παρατεταμένη ισχύς:
sprints, fast breaks, football

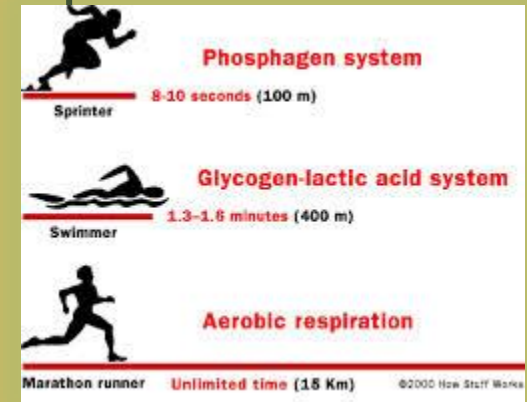
Αναερόβια ισχύς - αντοχή:
200-400 m dash, 100 m swim

Αερόβια ισχύς:
πάνω από 800 m run



άμεσα/βραχεία
μη-οξειδωτικά συστήματα

αερόβια-οξειδωτικά
συστήματα



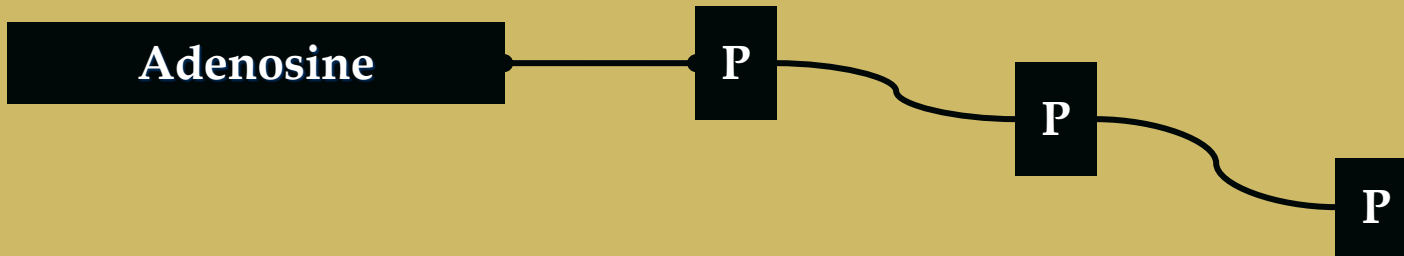
Ενεργειακό Σύστημα / ATP-CP

...το ATP αποθηκεύεται στους μυς & ήπαρ για “Γρήγορη Ενέργεια”

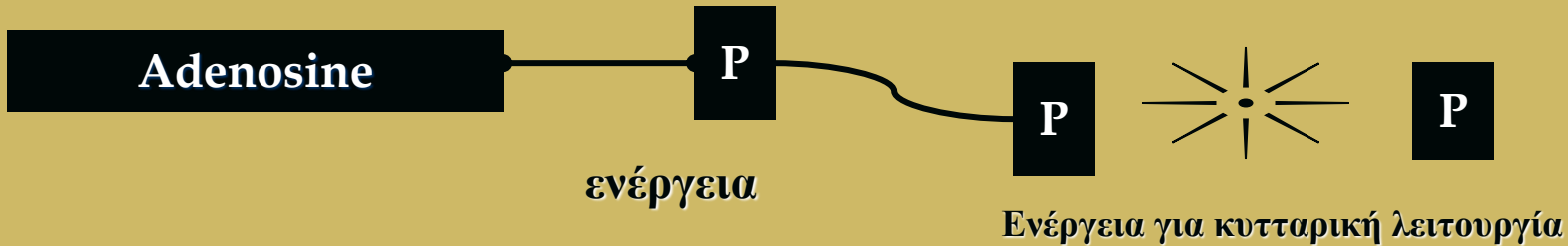
- Νευρικά ερεθίσματα, ενεργοποιούν τη διάσπαση του ATP σε ADP
- ADP = Adenosine Diphosphate & 1 Phosphate
- *Το σπάσιμο του φωσφορικού δεσμού= ενέργεια για έργο...*

Το μόριο του ATP

α. Adenosine Triphosphate (ATP)



β. η διάσπαση του ATP:



$ATP = ADP + \text{ενέργεια για βιολογικό έργο} + P$

(ADP = Adenosine Diphosphate)

Για παρατεταμένες συστολές...το ATP θα πρέπει να ΑΝΑΔΟΜΗΘΕΙ...

Αυτό γίνεται από το διαχωρισμό της ΦωσφοΚρεατίνης, CP (Creatine Phosphate μία πηγή υψηλής ενέργειας, αυτόματα)



Όταν χρησιμοποιείται το ATP – ανασυντίθεται καθ'όσον υπάρχει CP

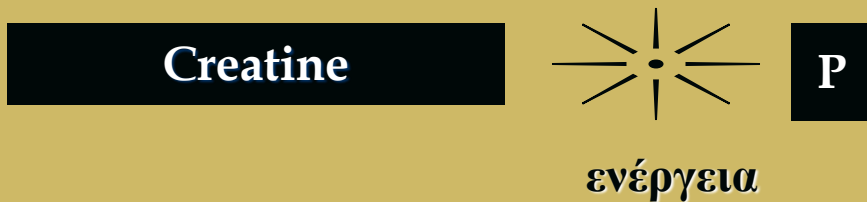
Η ενέργεια που απελευθερώνεται από τη διάσπαση της CP, επανασυνδέει το ADP & P..

Η άμεση ανασύνθεση του ATP από την CP

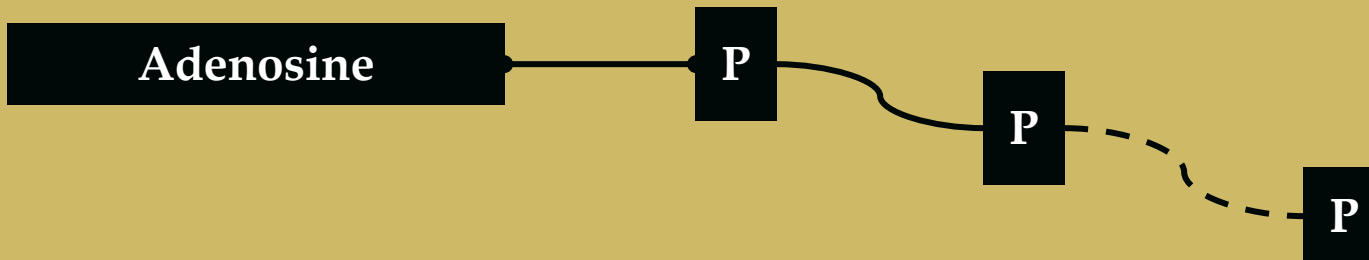
α. Creatine Phosphate (CP)



β. CP = Creatine + ενέργεια για ανασύνθεση του ATP + P



γ. ADP + ενέργεια από CP + P = ATP



ΘΥΜΗΘΕΙΤΕ !!

*μόνο μικρές ποσότητες ΑΤΡ αποθηκεύονται = μόνο για
2-3 sec. ενέργειας*

ΑΤΡ-CP = 8-10 sec Ενέργειας.....

*...η χρησιμότητα δεν βασίζεται στην ΠΟΣΟΤΗΤΑ ενέργειας,
αλλά στη δυνατότητα για ΓΡΗΓΟΡΕΣ & ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ
κινήσεις...*

*Για μεγαλύτερες περιόδους έργου = θα πρέπει να
αξιοποιηθούν τα συστήματα Αερόβιας & Αναερόβιας
ενέργειας*

Όσο το Γλυκογόνο αποθηκεύεται στους μυς και το ήπαρ, είναι διαθέσιμο άμεσα...

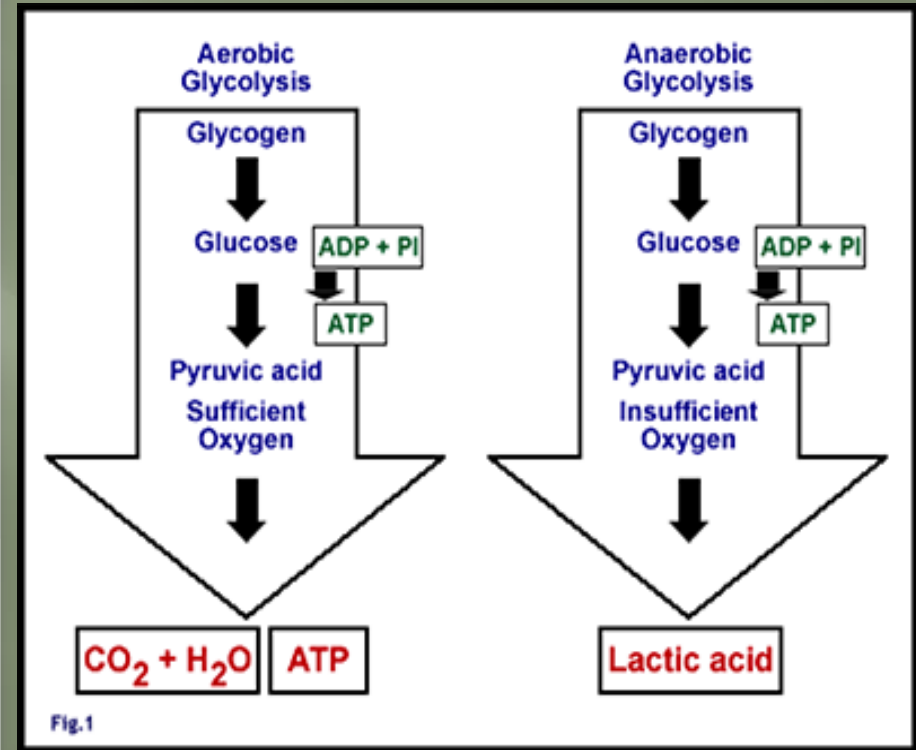
Αυτό το σύστημα παρέχει ATP, όταν το ATP-CP τελειώνει...

...ενώ πάλι το ATP-CP διαρκεί για λίγα δευτερόλεπτα, το σύστημα αναερόβιας ενέργειας επιτρέπει 2-3 λεπτά έργου...

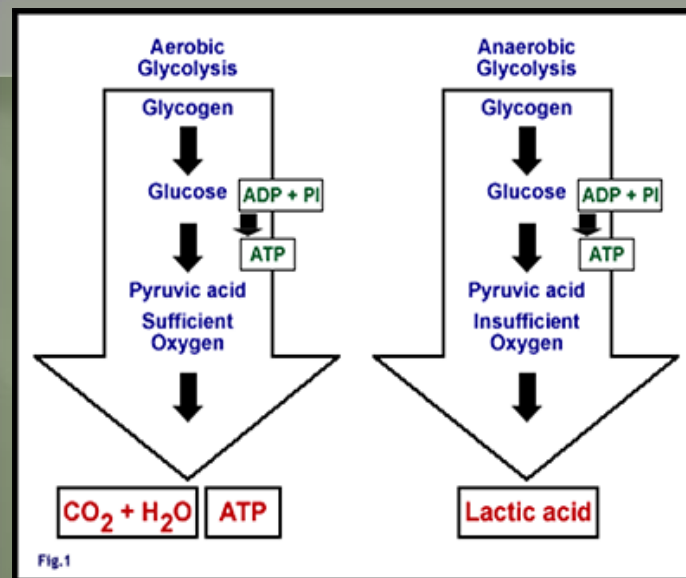


Συστήματα αερόβιας & αναερόβιας ενέργειας

- Απουσία Οξυγόνου = δραστηριότητες που απαιτούν μεγάλη δαπάνη ενέργειας σε μικρή χρονική περίοδο...
- Αναερόβια Γλυκόλυση = Παραγωγή του ATP από υδατάνθρακες, δίχως οξυγόνο (διάσπαση της γλυκόζης)



1. Η διαδικασία παραγωγής του ATP, δεν είναι τόσο γρήγορη όσο του συστήματος ATP-CP, και κάνει πιο αργή τη μυϊκή συστολή
2. Όταν δεν υπάρχει Οξυγόνο παρόν, το τελικό προϊόν της γλυκόλυσης είναι το Γαλακτικό Οξύ (*lactic acid*), το οποίο προκαλεί τη μυϊκή κόπωση...
3. Η αναερόβια γλυκόλυση, είναι λιγότερο αποτελεσματική στο να παράγει ATP, από την αερόβια γλυκόλυση, αλλά χρειάζεται για υψηλή ενεργοποίηση ολίγων λεπτών...



Αερόβιο Σύστημα

- ▣ Το Αερόβιο Σύστημα τροφοδοτεί την **περισσότερη ενέργεια που απαιτείται για μια δραστηριότητα μεγάλης διάρκειας.**
- ▣ **Χρησιμοποιεί Οξυγόνο** για να μετατρέψει συστατικά σε ATP.
- ▣ Αυτό το σύστημα είναι λίγο **πιο αργό από το αναερόβιο.**
- ▣ **Βασίζεται στο κυκλοφορικό σύστημα να μεταφέρει οξυγόνο στους ενεργούς μυς πριν δημιουργήσει ATP.**
- ▣ Πότε χρησιμοποιείται; Σε απαιτήσεις αντοχής, **δραστηριότητες και εργασία μικρότερης έντασης που έχουν μεγάλη χρονική διάρκεια.**
- ▣ Το σύστημα αυτό **παράγει 38 μόρια ATP από 1 μόριο γλυκόζης...**

Αναερόβιο Ενεργειακό
Σύστημα = Υδατάνθρακες
είναι η μόνη πηγή καυσίμου

Με παρατεταμένη άσκηση, οι
Υδατάνθρακες είναι η
πρώτη επιλογή καυσίμου,
όσο η άσκηση συνεχίζεται,
τα λίπη γίνονται
επικρατέστερα

Η πρωτεΐνη δεν είναι κύρια
πηγή καυσίμου εκτός από
καταστάσεις ανάγκης

Με Οξυγόνο

Γλυκόζη + O₂ = 36ATP + H₂O + CO₂

Λιπαρά Οξέα + O₂ = 129ATP

Το Σωματικό Λίπος είναι πολύ καλή πηγή
Ενέργειας

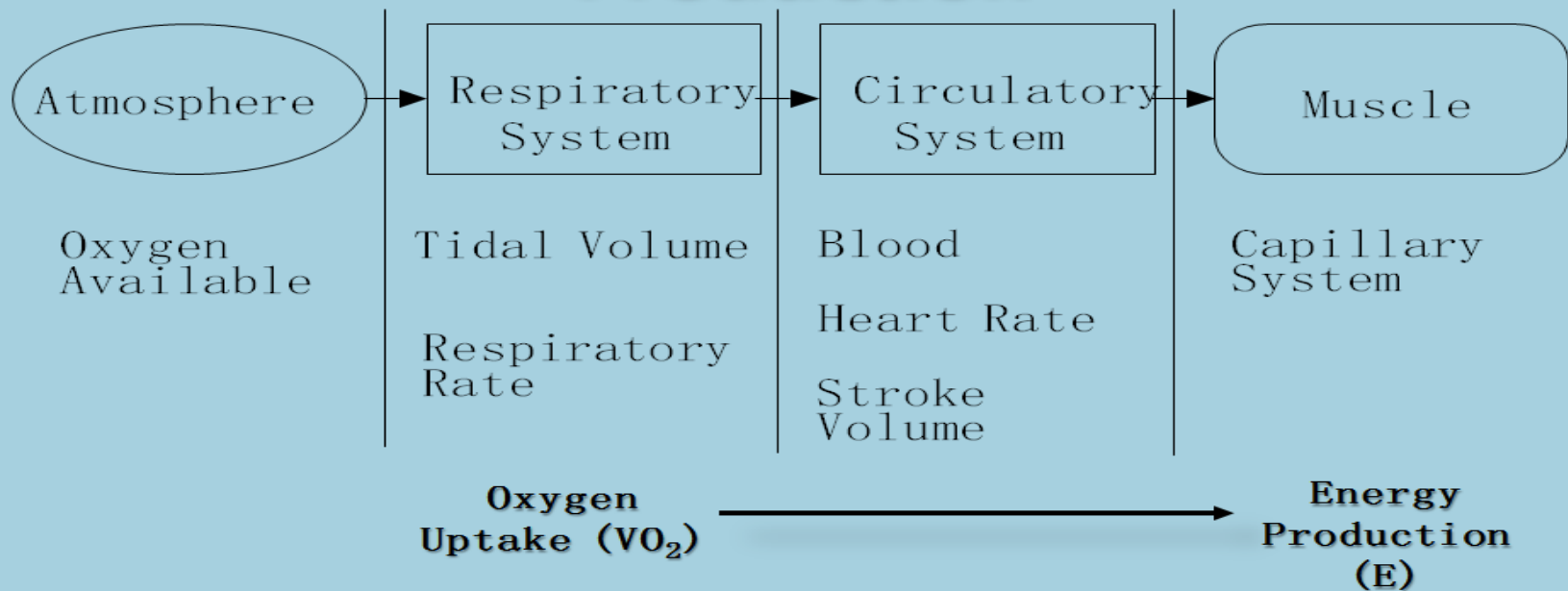
Έλλειμα οξυγόνου = Το σώμα δεν μπορεί να
διοχετεύσει αρκετό O₂ στους μυς ώστε να
καλύψει τις απαιτήσεις τους

•Όταν οι μυς δεν δέχονται αρκετό οξυγόνο,
φτάνουν σε εξάντληση, προκαλώντας άμεση και
ακούσια πτώση στην ένταση

Αερόβια Ικανότητα...

- ▣ Η Αερόβια Ικανότητα αντιπροσωπεύει την **ικανότητα** του σώματος να δέχεται, να μεταφέρει και να καταναλώνει O_2 στην μονάδα του χρόνου (L/min)
- ▣ Όσο μεγαλύτερη η Αερόβια Ικανότητα, τόσο μεγαλύτερη η ικανότητα ενός ανθρώπου να παράγει έργο (ενέργεια)...
- ▣ Η Αερόβια Ικανότητα βασίζεται στην αρμονική συνεργασία του **Αναπνευστικού, Καρδιαγγειακού και Μυϊκού Συστήματος**

Oxygen Uptake and Energy Production



Αναερόβια Ικανότητα

- ▣ Ο όρος Αναερόβια Ικανότητα περιγράφει το σύνολο της ενέργειας (ATP) που προέρχεται από την PCr και τους Υδατάνθρακες που είναι αποθηκευμένοι στην μορφή γλυκόζης στους μυς
- ▣ Κανονικά, η Αναερόβια Ικανότητα επηρεάζεται άμεσα από την ηλικία (πτώση κατά 6% κάθε χρόνο μετά τα 20) και έμμεσα από την μυϊκή μάζα, τον τύπο των μυϊκών ινών, τις ενεργειακές αποθήκες του μεταβολισμού και την αντοχή του ατόμου...

1.9

2.1

3.4

4.0

4.5

Η ενεργειακή ισορροπία και η σύσταση του σώματος,
ο μεταβολικός ρυθμός και η ενέργεια που απαιτείται
κατά την εργασία



Ενεργειακή Ισορροπία και Σωματική Σύσταση

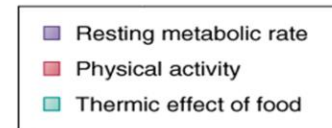
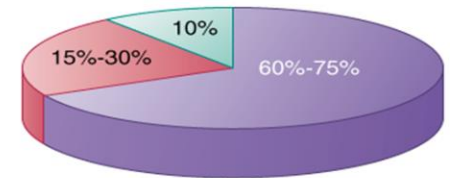
Ενέργεια είναι η δυνατότητα να παράγουμε έργο.

Ενέργεια χρειαζόμαστε για :

- ▣ τον Βασικό Μεταβολισμό

Βασικός Μεταβολικός Ρυθμός- BMR: Η ενέργεια που απαιτείται για την δραστηριότητα των εσωτερικών οργάνων και την διατήρηση της σωματικής θερμοκρασίας.

- ▣ τη σωματική Δραστηριότητα – Εργασία
- ▣ το μεταβολισμό της Τροφής

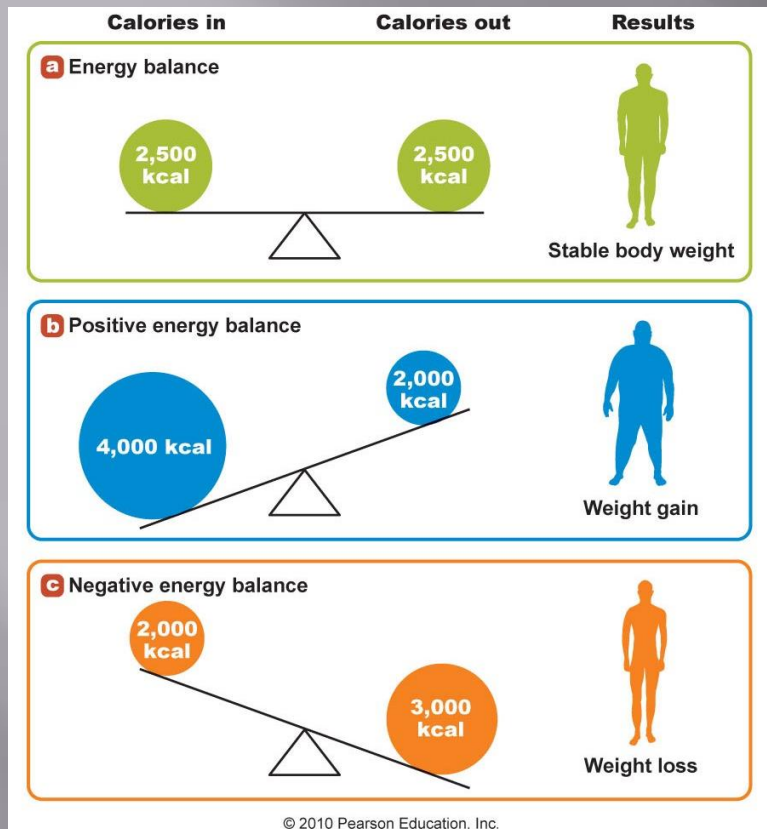


Contributions of resting metabolic rate, physical activity, and the thermic effect of food to total energy expenditure.

Θερμίδα: Μονάδα μέτρησης της Ενέργειας

- ▣ Η Χιλιοθερμίδα (Kcal) είναι μια μονάδα ενέργειας που καθημερινά χρησιμοποιείται για να εκφράσουμε την ενεργειακή αξία των τροφών
- ▣ Η Ενέργεια Τροφής είναι η ποσότητα ενέργειας της τροφής που είναι διαθέσιμη μέσω της πέψης. Η ενεργειακή τιμή της τροφής αναδεικνύει την αξία της στο σώμα ως καύσιμο.

Η έννοια της Ενεργειακής Ισορροπίας



Βασικός Μεταβολικός Ρυθμός

Το άθροισμα όλων των εσωτερικών εργασιών του σώματος κατά την ηρεμία

- Εκφράζεται ως kcal/Ημέρα
- Ο Βασικός Μεταβολικός Ρυθμός (BMR) είναι όμοιος με τον Μεταβολικό Ρυθμό Ηρεμίας RMR, αλλά απαιτεί πλήρη σωματική ηρεμία (δύσκολο να επιτευχθεί)

Η διατήρηση του Βασικού Μεταβολικού Ρυθμού (BMR) όσο υψηλότερα γίνεται είναι σημαντικό στην απώλεια βάρους και στην διατήρηση υγιούς ποσοστού σωματικού λίπους

Άνδρες $BMR = (9,99 \times \Sigma B) + (6,25 \times \text{ύψος}) - (5 \times \text{ηλικία})$

Γυναίκες $BMR = (9,99 \times \Sigma B) + (6,25 \times \text{ύψος}) - (5 \times \text{ηλικία}) - 161$

Παράγοντες που επηρεάζουν τον Βασικό Μεταβολικό Ρυθμό

- ▣ **Άσκηση/ Εργασία:** Ένας από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν τον BMR.
- ▣ **Ορμόνες:** Μια αύξηση στις ορμόνες του θυροειδούς αυξάνει τον BMR, ενώ μια μείωση στο επίπεδο των ορμονών οδηγεί σε μείωση του BMR.
- ▣ **Σωματική Θερμοκρασία:** Υπερβολική ζέστη ή κρύο αυξάνουν τον BMR.
- ▣ **Φύλλο:** Οι άνδρες τείνουν να έχουν υψηλότερο BMR από τις γυναίκες λόγω ποικίλων ορμονών όπως τεστοστερόνη και αυξημένα επίπεδα μυϊκής μάζας, συγκριτικά με τις γυναίκες.
- ▣ **Ηλικία:** Όσο αυξάνεται η ηλικία, ο BMR γίνεται όλο και μικρότερος.
- ▣ **Επιφάνεια σώματος:** Ψηλότερα άτομα έχουν μεγαλύτερο BMR συγκριτικά με κοντότερα άτομα.

Σωματική Σύνθεση

- ▣ Η αναλογία μεταξύ λιπώδους ιστού και άπαχης μάζας σώματος (Μύες, Οστά, Όργανα)
- ▣ Συχνά αναφέρεται ως: *Ποσοστό Σωματικού Λίπους*
 - Σημαντικό στην μέτρηση διαφόρων κινδύνων για την υγεία που σχετίζονται με αυξημένο σωματικό λίπος
- ▣ Δύο είδη λίπους που αποτελούν το συνολικό σωματικό λίπος
 - **Ζωτικό Λίπος**
 - ▣ Βρίσκεται στον μυελό των οστών, στην καρδιά, στα πνευμόνια, στο συκώτι, στον σπλήνα, στα νεφρά, στα έντερα, στους μυς και στο κεντρικό νευρικό σύστημα
 - ▣ Οι γυναίκες έχουν 4 φορές περισσότερο από ότι οι άνδρες
 - **Αποθηκευμένο Λίπος**
 - ▣ Βρίσκεται στον Διπώδη Ιστό
 - ▣ Υποδόριο Λίπος – Υπό του δέρματος
 - ▣ Σπλαχνικό Λίπος – Γύρω από τα όργανα στην κοιλιακή χώρα

Πως εκτιμάμε το υγιές Σωματικό Βάρος;

- ▣ Ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) είναι ένα σημαντικό εργαλείο εκτίμησης υγιούς σωματικού βάρους για τους περισσότερους ανθρώπους
 - **Ο Δείκτης μάζα σώματος(BMI)** υπολογίζει το σωματικό βάρος σε σχέση με το ύψος
 - $BMI = \text{Σωματικό Βάρος (σε kg)} / \text{Ύψος}^2 \text{ (σε m)}$
 - $BMI = \text{Σωματικό Βάρος (σε λίβρες/pounds)} \times 703 / \text{Ύψος}^2 \text{ (Σε ίντσες)}$

▣ Υγιές Βάρος:	BMI 18.5–24.9
▣ Υπέρβαρος:	BMI 25–29.9
▣ Παχύσαρκος:	BMI ≥ 30

Τι είναι το MET?

Όρος Μεταβολικού Ισοδύναμου

Εκφράζει το ενεργειακό κόστος των Σωματικών Δραστηριοτήτων και ορίζεται ως ο λόγος του μεταβολικού ρυθμού (άρα ο ρυθμός ενεργειακής κατανάλωσης) κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης σωματικής άσκησης με έναν αναφερόμενο μεταβολικό ρυθμό

**1 MET = «Βασική» αερόβια κατανάλωση οξυγόνου για να διατηρηθεί ζωντανός
= 3.5 mlO₂ /Kg/min**

(Διαφέρει με την κατάσταση του θυροειδούς, μετά από άσκηση, σε παχυσαρκία, σε καταστάσεις ασθενείας,)

Epidemiology and Genomics Research Program
Table 4: Summary MET values for Occupation

Major Category	ATUS Occupational Code (TRDTOCC1)	CPS Occupational Code	Summary MET value
05 Working and Work Related Activities	1 Management	0010 - 0430	1.73
05 Working and Work Related Activities	2 Business and Financial	0500 - 0950	1.67
05 Working and Work Related Activities	3 Computer and Mathematical	1000 - 1240	1.58
05 Working and Work Related Activities	4 Architecture and Engineering	1300 - 1560	1.64
05 Working and Work Related Activities	5 Life, Physical, and Social Science	1600 - 1960	2.00
05 Working and Work Related Activities	6 Community and Social Services	2000 - 2060	2.08
05 Working and Work Related Activities	7 Legal	2100 - 2150	1.50
05 Working and Work Related Activities	8 Education, Training, and Library	2200 - 2550	2.50
05 Working and Work Related Activities	9 Arts, Design, Entertainment, Sports, Media	2600 - 2960	2.13
05 Working and Work Related Activities	10 Healthcare Practitioner and Technical	3000 - 3540	2.22
05 Working and Work Related Activities	11 Healthcare Support	3600 - 3650	2.83
05 Working and Work Related Activities	12 Protective Service	3700 - 3950	2.56
05 Working and Work Related Activities	13 Food Preparation and Serving Related	4000 - 4160	2.58
05 Working and Work Related Activities	14 Bldg & Grounds Cleaning, Maintenance	4200 - 4250	3.58
05 Working and Work Related Activities	15 Personal Care and Service	4300 - 4650	2.53
05 Working and Work Related Activities	16 Sales and Related Occupations	4700 - 4960	2.00
05 Working and Work Related Activities	17 Office and Administrative Support	5000 - 5930	1.83
05 Working and Work Related Activities	18 Farming, Fishing, and Forestry	6000 - 6130	3.67
05 Working and Work Related Activities	19 Construction and Extraction	6200 - 6940	4.29
05 Working and Work Related Activities	20 Installation, Maintenance, and Repair	7000 - 7620	3.19
05 Working and Work Related Activities	21 Production	7700 - 8960	2.69
05 Working and Work Related Activities	22 Transportation	9000 - 9750	2.67

Προβλήματα με υπερβολικό φόρτο εργασίας

▣ **Αυξημένος Καρδιακός Ρυθμός**

- Δυσκολία στην διατήρηση ενεργειακής ισορροπίας
- Ανεπαρκής ποσότητα αίματος στην καρδιά, μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο καρδιακής προσβολής σε ευπαθή άτομα

▣ **Αυξημένος Αναπνευστικός Ρυθμός**

- Πόνος στο στήθος σε ευπαθή άτομα
- Απώλεια λεπτής κινητικότητας

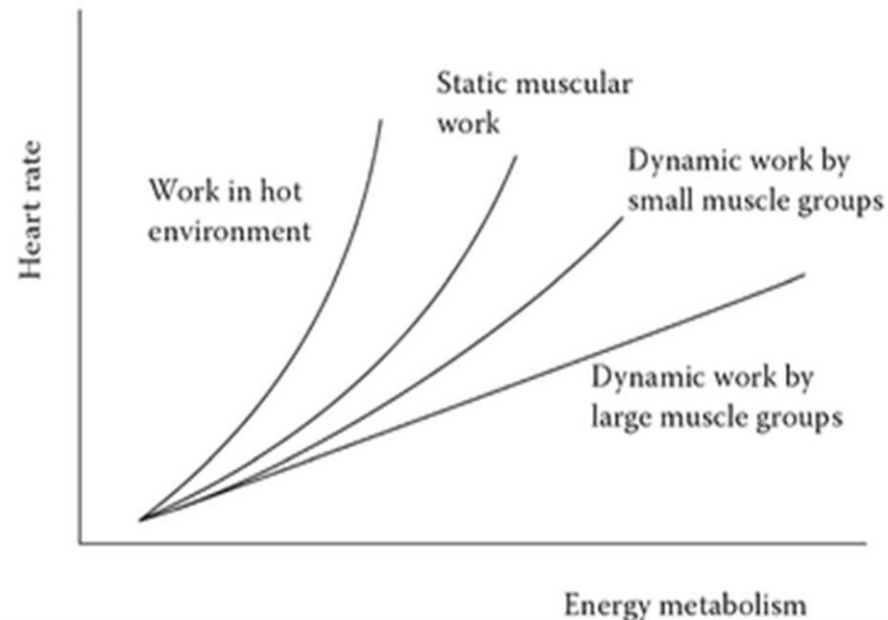
▣ **Γενική και Εντοπισμένη Μυϊκή Κόπωση**

- Ανεπαρκές οξυγόνο-> Αναερόβιος μεταβολισμός -> Γαλακτικό Οξύ -> Πόνος, Κράμπες
- Ένας κουρασμένος εργάτης είναι λιγότερο ευχαριστημένος, λιγότερο αποδοτικός, λιγότερο παραγωγικός και πιο επιρρεπής σε σφάλματα

Αξιολόγηση Απαιτήσεων του Σκοπού

- ▣ Οι απαιτήσεις ενός σκοπού μπορούν να αξιολογηθούν με τον ίδιο τρόπο όπως και η μέγιστη αερόβια ικανότητα- μέσω άμεσης μέτρησης της πρόσληψης οξυγόνου κατά την διάρκεια εκτέλεσης του σκοπού

Work Demanding High Energy Metabolism



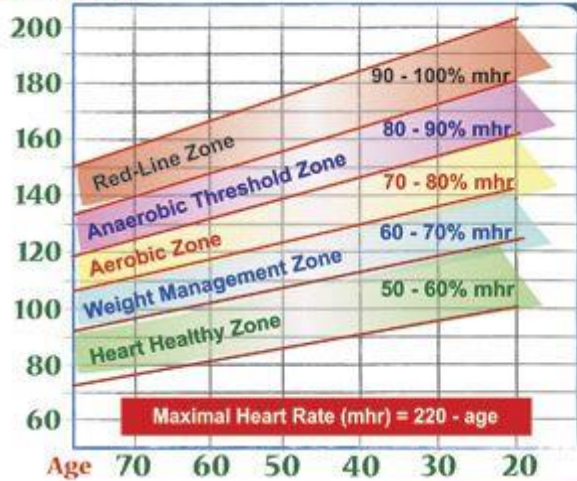
Classification of Physical Work **Load** for Various Occupations Based on Oxygen Consumption and Corresponding Cycle Ergometer **Load**

Classification	Cycle Ergometer (W)	Oxygen Uptake L/min	METs	Heart Rates (Beats/min)	Occupation
Very heavy labour	>125	>1.75	>6.7	>150	Heavy manual forestry, heavy manual transport labour, firefighting with breathing apparatus
Heavy labour	100–125	1.5–1.75	5.7–6.7	130–150	Heavy construction work, agricultural labour
Moderately heavy labour	50–100	1.0–1.5	3.8–5.7	100–130	Heavy healthcare work, construction work, service, and cleaning work (hotel and restaurant)
Light labour	40–50	0.75–1.0	2.8–3.8	80–100	Household work, light factory work, light healthcare work, laboratory work, retail work
Very light labour	20–40 <20	0.5–0.75 <0.5	1.9–2.8 <1.9	70–80 <70	Office work, car driving, seated work (reading, writing)

HOW HARD ARE YOU WORKING?

Target Heart Rate Chart

Heart Rate



Calculate Target Heart Rate

Maximal Heart Rate (mhr) Formula:

$$220 - \text{age} \times \% \text{ intensity}$$

Example: 45 year old

60% intensity -
 $175 \text{ mhr } (220 - \text{age})$
 $\times .60 \text{ (percent intensity)}$
 $105 \text{ (target heart rate)}$

80% intensity -
 $175 \text{ mhr } (220 - \text{age})$
 $\times .80 \text{ (percent intensity)}$
 $140 \text{ (target heart rate)}$

Pulse Sites



Wrist
Place index and middle finger on radial artery, located on the wrist in line with thumb.



Neck
Trace a line straight down from the outside corner of your eye to just below the jawline. Place index and middle finger lightly on the carotid artery.



10 Second Heart Rate Chart

Age	50%	60%	70%	80%	90%
15	17	21	24	27	31
20	17	20	23	27	30
25	16	19	23	26	29
30	16	19	22	25	28
35	15	19	22	25	28
40	15	18	21	24	27
45	15	18	20	23	26
50	14	17	20	23	25
55	14	17	19	22	24
60	13	16	19	21	24
65	13	16	18	21	23
70	12	15	18	20	22
75	12	15	17	19	21
80	11	14	16	19	21

Effort Check

- Keep moving and find your pulse with one of the check sites above.
- Use a second hand or stop watch to count your pulse for 10 seconds.
- Check the 10 Second Heart Rate Chart left - find your age in the first column and then your pulse count to determine your percentage.
- Check the RPE chart below for additional and continuous monitoring of effort based on how hard you FEEL you are working.
- The RPE scale generally correlates to the indicated zones and can also be applied to other modes of exercise effort.

10 second check: $X 6 = \text{thr}$

Rating of Perceived Exertion (RPE)

10	near maximum very, very hard	Red-line Zone
9		
8		Anaerobic Threshold Zone
7	very hard, heavy, strong	
6		Aerobic Training Zone
5	hard, heavy, strong	
4	somewhat hard	Weight Management Zone
3	moderate	Heart Healthy Zone
2	light, easy	
1	very little, weak	
0	nothing	

This chart is by Dr. Mike Rodden, © 2009. This chart is based on generally accepted velocity and power zones and is not intended to be used as a prescription for all participants and further exercise and all liability is the responsibility of the participant. Consult with your health care provider regarding the appropriateness of the information. Contact with your health care provider regarding the appropriateness of the information. Contact with your health care provider regarding the appropriateness of the information. Contact with your health care provider regarding the appropriateness of the information.

$$\text{HRmax} = [206,9 - (0,67 \times \text{age})]$$

$$\text{Relative heart rate increase (\%)} = 100 \times \left(\frac{\text{heart rate at work} - \text{heart rate at rest}}{\text{maximal heart rate} - \text{heart rate at rest}} \right)$$

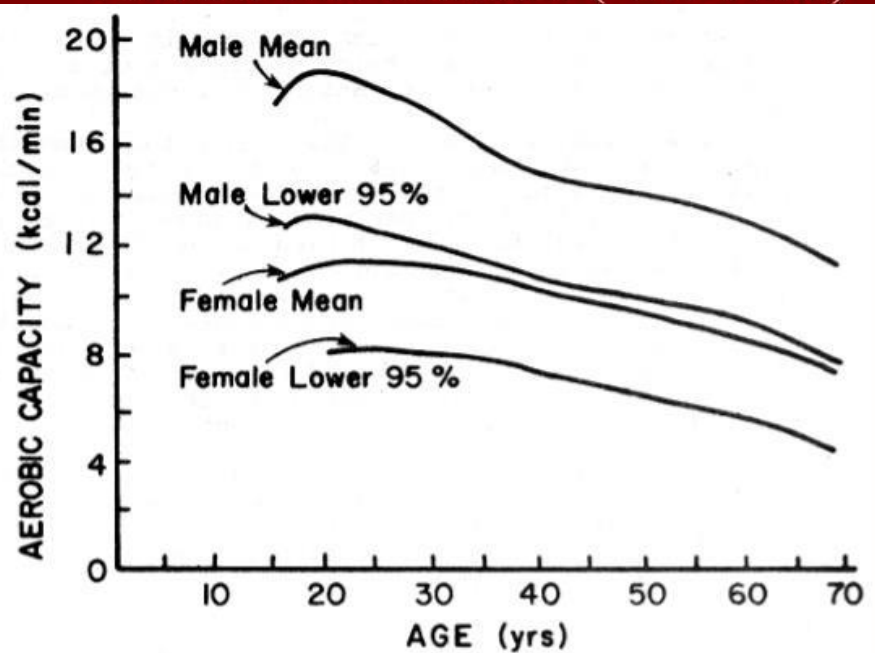
RECOMMENDED EXPOSURE LIMITS

The International Labour Organization (ILO) has suggested 33% of VO_2 max as the highest acceptable average load during an 8-h working day. If this cannot be achieved through organizational and/or technical measures, the ILO recommends a shorter working period

The proposal for an acceptable load for work with high energy metabolism is based on the fact that it should be possible to maintain the work load over an 8-h shift without the physiological balance being disturbed (maintaining homeostasis):

• NIOSH (1981)

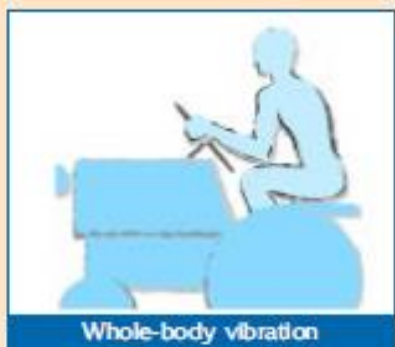
- Male: 15 kcal/min (~3 l/min)
- Female: 10.5 kcal/min (~2.1 l/min)



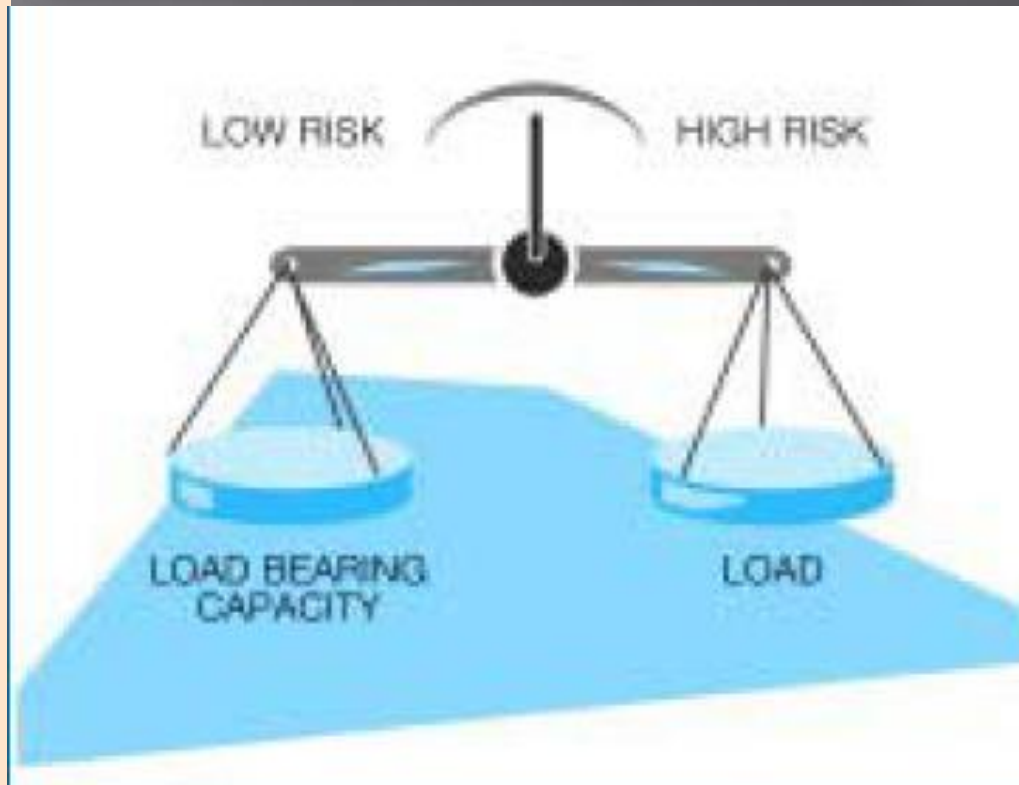
• Borg's Ratings of Perceived Exertion (RPE)

Ratings	Description
6	No exertion at all
7.5	Extremely light
9	Very light
11	Light
13	Somewhat hard
15	Hard (Heavy)
17	Very hard
19	Extremely hard
20	Maximal exertion

Examples of physical loadings at work which may be dangerous to health:



Σχέση φορτίου και ικανότητας διαχείρισης...



To prevent musculoskeletal disorders, a balance between mechanical load at work and load-bearing capacity of the musculoskeletal system is most important.



Εργασία και απαιτήσεις υψηλού μυϊκού έργου

Δρ Παναγιώτης Β. Τσακλής

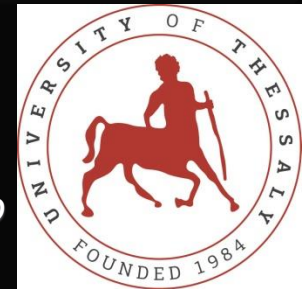
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Εργαστήριο Εμβιομηχανικής & Εργονομίας @ErgoMechLab

ΤΕΦΑΑ – ΠΘ

Assoc Department of Molecular Medicine and Surgery

Karolinska Institute





Μυϊκή Δύναμη

- ▣ Η μυϊκή δύναμη είναι η ικανότητα ενός ανθρώπου να υπερνικάει ή να αντισταθεί το σωματικό βάρος και άλλα εξωτερικά φορτία, με την ενέργεια των μυών του και είναι ένα από τα κύρια προαπαιτούμενα στοιχεία της εκγύμνασης, αλλά και πολλών χειρωνακτικών εργασιών ...
- ▣ Μπορούμε να δούμε 3 εκφάνσεις της δύναμης:

Μέγιστη / Απόλυτη Δύναμη, Ισχύ και Αντοχή στην δύναμη

Τι είναι το έργο;

Έργο, μπορεί απλά να θεωρηθεί μια δραστηριότητα –νοητική ή σωματική.
Αν και δεν είναι εμφανές μερικές φορές, το σώμα λειτουργεί αδιαλείπτως
ακόμα και κατά τη διάρκεια του ύπνου!

Υπάρχουν 2 τύποι μυϊκού έργου:

Τύποι σωματικού έργου κατά την εργασία

Στατικό (ή *ισομετρικό*).

Η διατήρηση μιας στατικής ή σταθερής στάσης μπορεί να φανεί αρκετά κουραστική καθώς δεν δίνεται χρόνος στους μυς να αναπauτούν. Ένας μυς που διατηρεί μια ισχυρή σύσπαση, εγκλωβίζει τα κοντινά αιμοφόρα αγγεία, περιορίζοντας την αιματική κυκλοφορία του. Αυτό εμποδίζει την παροχή οξυγόνου προς τον μυ, καθώς και την απομάκρυνση των μεταβολικών του στοιχείων και του γαλακτικού οξέος, από τον μυ στην κυκλοφορία. Ως αποτέλεσμα, επέρχεται μυϊκός πόνος και κόπωση. Κάθε σταθερή στάση θα οδηγήσει σε αυτά τα συμπτώματα, όπως για παράδειγμα η στάση προσοχής ή το ευθυτενές κάθισμα.

Δυναμικό (ή *ισοτονικό*).

Το δυναμικό έργο είναι λιγότερο κουραστικό και περισσότερο αποδοτικό από ότι το στατικό. Αυτό συμβαίνει διότι σε μια δυναμική δραστηριότητα, ο μυς συσπάται και χαλαρώνει ρυθμικά, μια κίνηση που λειτουργεί ως μυϊκή αντλία, επιτρέποντας έτσι την καλύτερη αιματική ροή στον μυ, με αποτέλεσμα να διοχετεύεται περισσότερο οξυγόνο ενώ ταυτόχρονα απομακρύνεται περισσότερο γαλακτικό οξύ από ότι στο στατικό έργο.

Μυϊκή αντοχή και δύναμη

Μυϊκή **αντοχή** είναι η ικανότητα ενός μυός, ή μιας μυϊκής ομάδας, να διατηρείται σε σύσπαση για μια χρονική περίοδο.

- ▣ Η αντοχή μπορεί να είναι στατική ή δυναμική.
 - Η στατική αντοχή μπορεί να καθοριστεί από την χρονική διάρκεια που ένα άκρο μπορεί να διατηρήσει μια συγκεκριμένη θέση.
 - Η δυναμική αντοχή μπορεί να μετρηθεί από τον αριθμό των φορών που ένα άκρο μπορεί να κάνει μια κίνηση ενάντια σε μια συγκεκριμένη αντίσταση.

- ▣ Μυϊκή **δύναμη** είναι μέγιστη παραγόμενη δύναμη που μπορεί να ασκήσει ένας μυς σε μέγιστη σύσπαση.
- ▣ Το ποσό της δύναμης που μπορεί να ασκηθεί από τα άκρα εξαρτάται από την στάση του σώματος και τον προσανατολισμό της δύναμης.

Παράγοντες που επηρεάζουν την μυϊκή δύναμη και αντοχή

- ▣ **Ηλικία:** Η δύναμη αυξάνεται στην εφηβεία και φτάνει την κορύφωσή της γύρω στα 25 με 30 έτη. Διατηρείται σε αυτό το επίπεδο για 5-10 χρόνια και μετά ξεκινάει να μειώνεται σταδιακά.
- ▣ **Φύλο:** Γενικά, οι γυναίκες διαθέτουν περίπου τα 2/3 της δύναμης των ανδρών. Αυτό συμβαίνει διότι οι άνδρες έχουν μεγαλύτερη μυϊκή μάζα σαν ποσοστό της μάζας του σώματός τους συγκριτικά με τις γυναίκες.
- ▣ **Σωματική δομή:** Συνήθως, το άτομο στο 95% ενός πληθυσμού θα είναι πιο δυνατό από το άτομο στο 5%. Ανάμεσα στους ανθρώπους με ίσα ανθρωπομετρικά μεγέθη, διαφορές στην δύναμη μπορεί να ποικίλουν λόγω των διαφορών στην ποσότητα μυϊκού ιστού, σωματοδομή και αναλογίες..
- ▣ **Κόπωση:** Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στους μυς λόγω της στατικής εργασίας προκαλεί σταδιακή μείωση στην μυϊκή δύναμη. Η κόπωση μπορεί να επιβραδυνθεί με την υιοθέτηση βολικών στάσεων κατά την εργασία, μείωση της έντασης ή της διάρκειας μυϊκής προσπάθειας, έχοντας ικανοποιητικά διαλλείματα ανάπαυσης και σωστής διατροφής.

Παράγοντες που επηρεάζουν την μυϊκή δύναμη και αντοχή

Άσκηση: Μπορεί να αυξήσει την μυϊκή δύναμη και αντοχή

Ζέστη: Η ζέστη, κυρίως όταν συνδυάζεται με υψηλή υγρασία, μειώνει την μυϊκή απόδοση, και ιδιαίτερα την αντοχή.

Κρύο: Το κρύο δεν θα επηρεάσει την μυϊκή δύναμη εάν κάποιος φοράει ικανοποιητική προστατευτική ενδυμασία, αλλά μπορεί να προσβάλει την επιδεξιότητά του.

Ρουχισμός & εξοπλισμός: Ογκώδης ρουχισμός μπορεί να δυσκολέψει την κίνηση και να μην επιτρέψει το άτομο να λάβει την βέλτιστη στάση για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης. Ο ρουχισμός και κάθε εξοπλισμός, προστίθεται στο συνολικό βάρος του ατόμου και απαιτεί περισσότερη ενέργεια για την κίνηση.

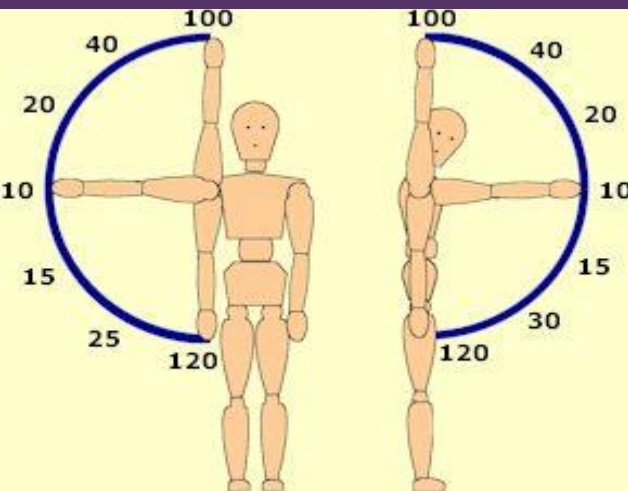
Παράγοντες που επηρεάζουν την μυϊκή δύναμη και αντοχή

Συναισθηματική κατάσταση και κίνητρο: Ο φόβος, ο θυμός ή ο ενθουσιασμός μπορεί να αυξήσουν προσωρινά την μυϊκή δύναμη, αλλά η επιδεξιότητα και ακρίβεια μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά.

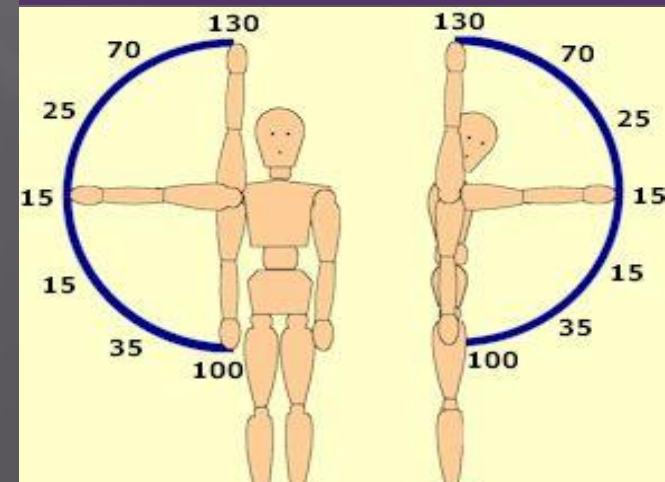
Η φύση της εργασίας: Οι χειρωνακτικοί εργάτες είναι σημαντικά πιο δυνατοί από άλλες κατηγορίες εργατών.

Ενισχυτικά στάσης: Η πλάτη ενός καθίσματος μπορεί να αυξήσει την δύναμη ώθησης με το να κατευθύνει όλη την δύναμη προς τα εμπρός, ή ένα στήριγμα για τα πόδια, να επιτρέπει την σταθερότητα των ποδιών κατά την έλξη.

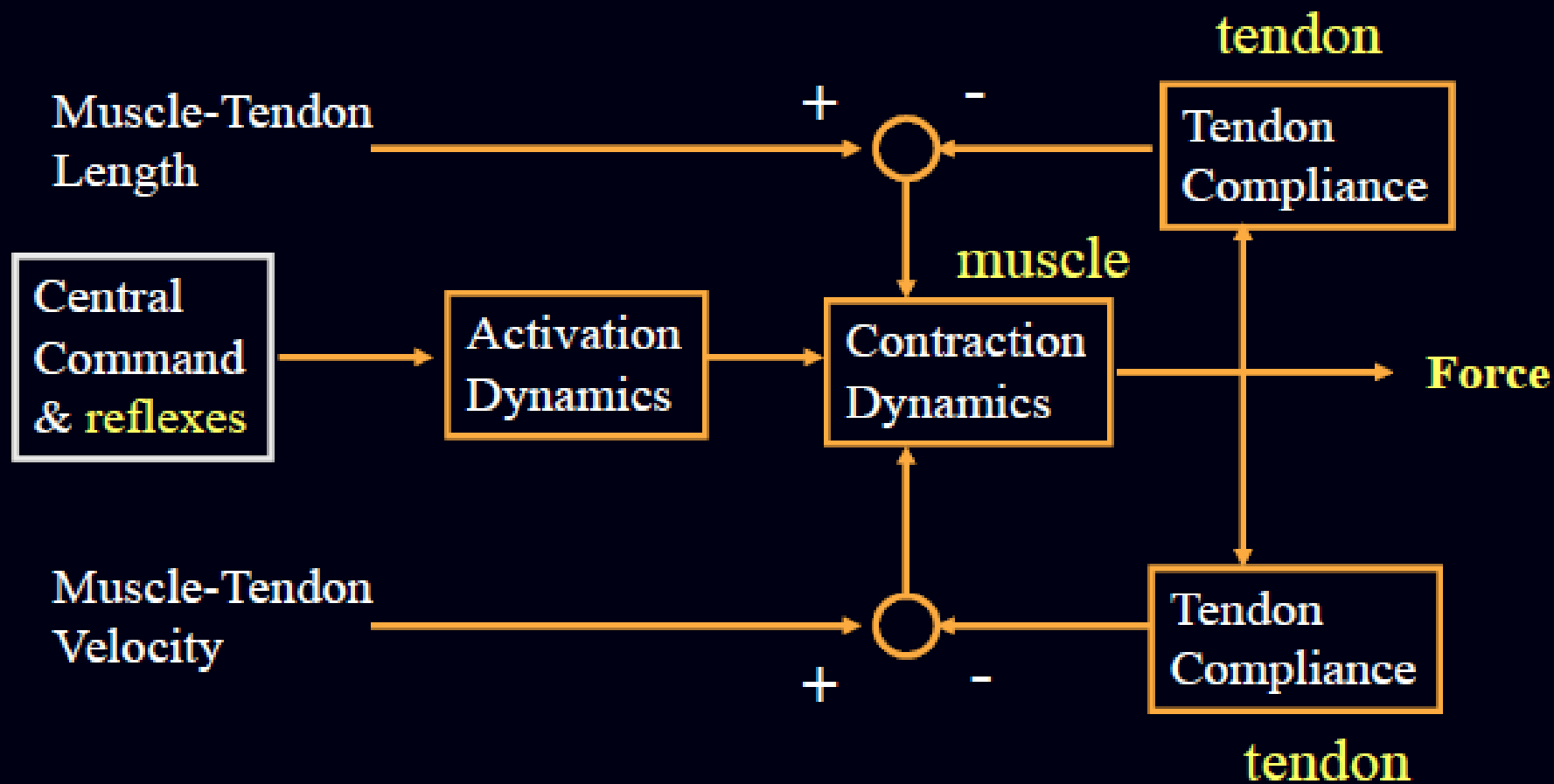
Μέγιστες ελκτικές δυνάμεις
(Σε ποσοστό του σωματικού βάρους)



Μέγιστες δυνάμεις ώθησης
(Σε ποσοστό του σωματικού βάρους)



Μοντέλο του Νευρομυϊκού συστήματος



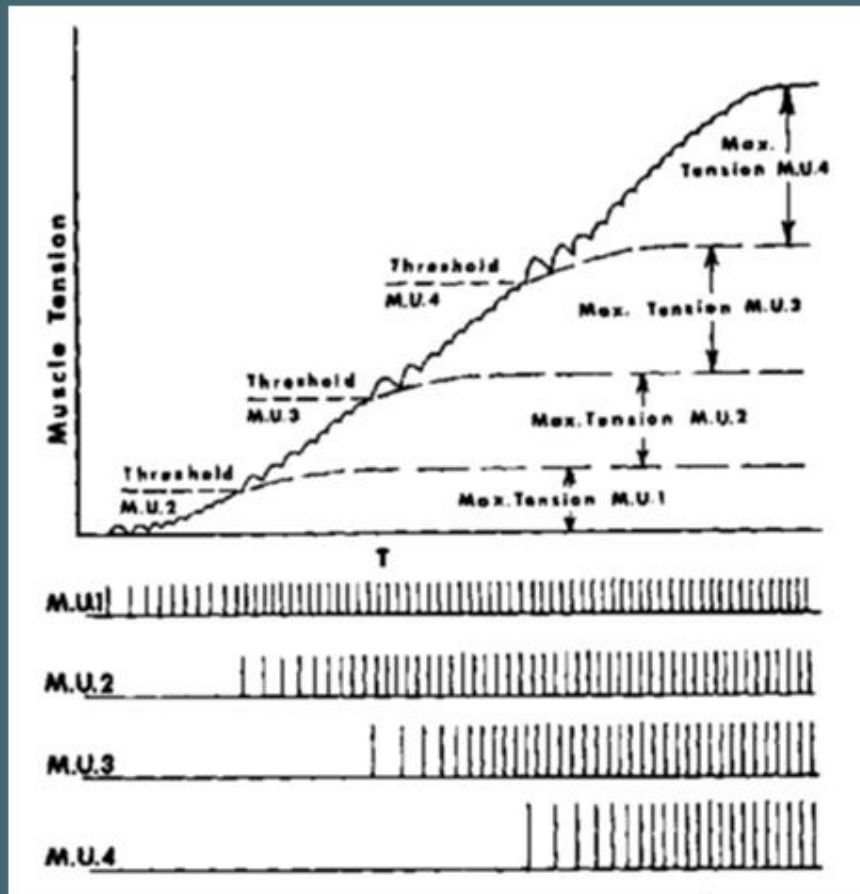
Επιστράτευση κινητικών μονάδων

Νόμος του "Όλου ή τίποτα"

2 Τρόποι για αύξηση τάσης

- Ρυθμός διέγερσης

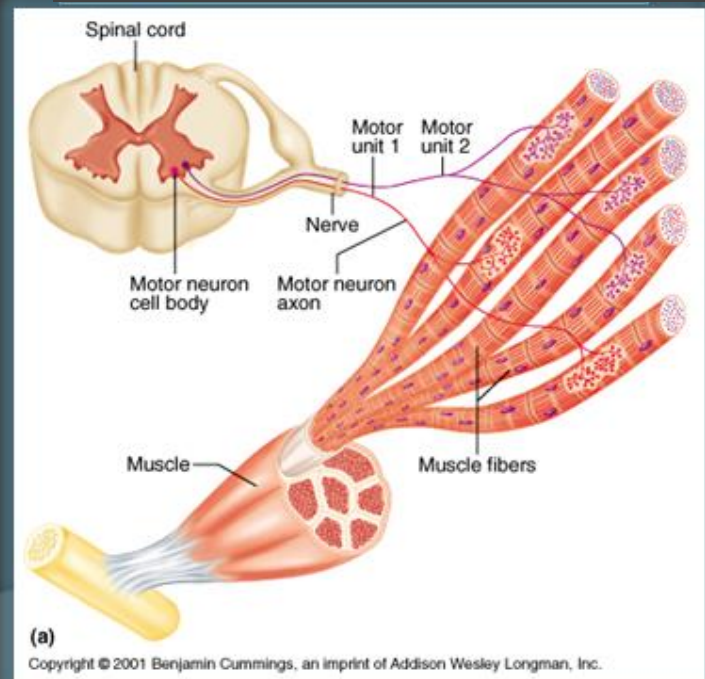
- Επιστράτευση περισσότερων κινητικών μονάδων



Αρχή Μεγέθους

- οι μικρότερες κ.μ. επιστρατεύονται πρώτες

- οι μεγαλύτερες κ.μ. τελευταίες



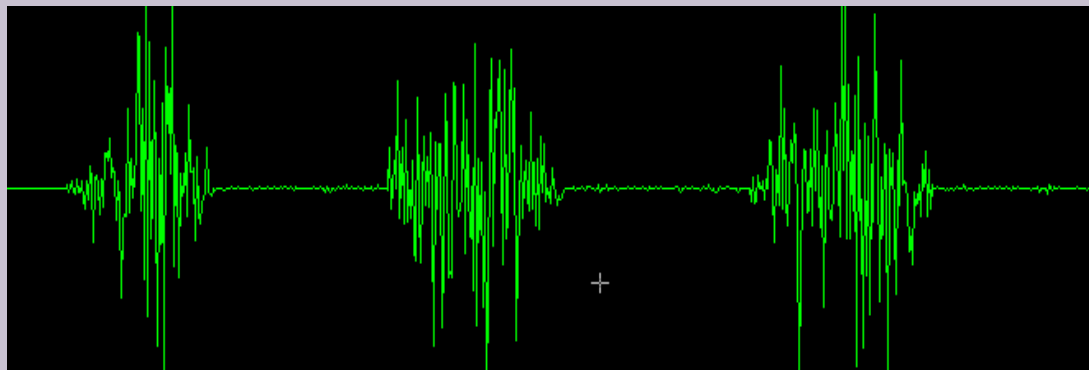
(a)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Ηλεκτρομυογραφία



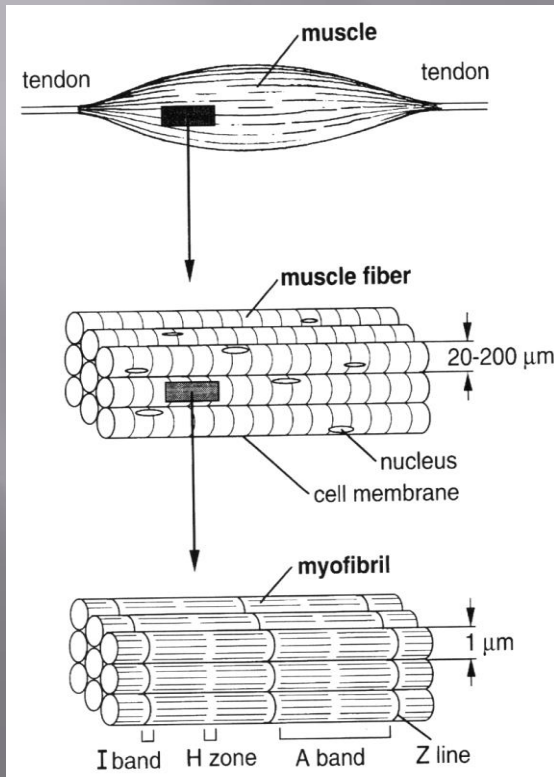
“..είναι η μελέτη της μυϊκής λειτουργίας μέσω της εξέτασης του ηλεκτρικού σήματος που οι μύες εκπέμπουν..”



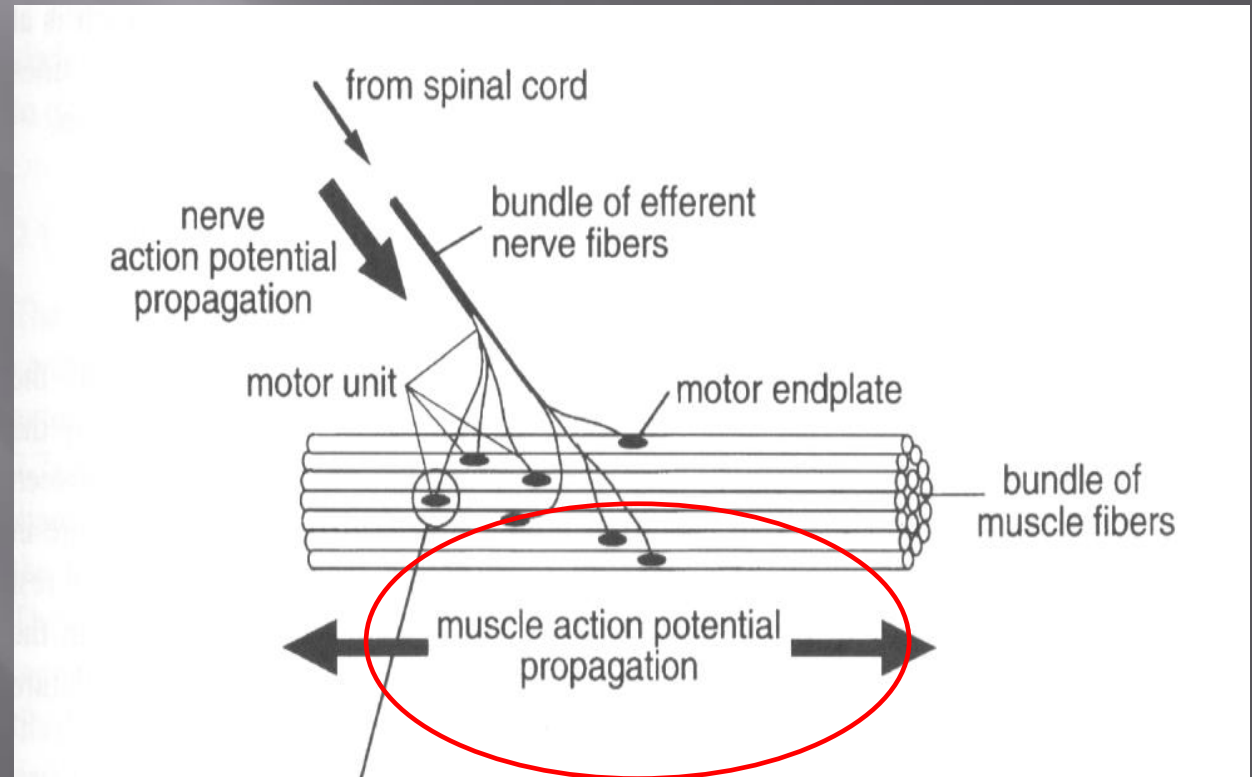
Προέλευση του Ηλεκτρομυογραφικού σήματος

Μυϊκή Σύσπαση / Μυϊκό Έργο

Μυϊκές Ίνες

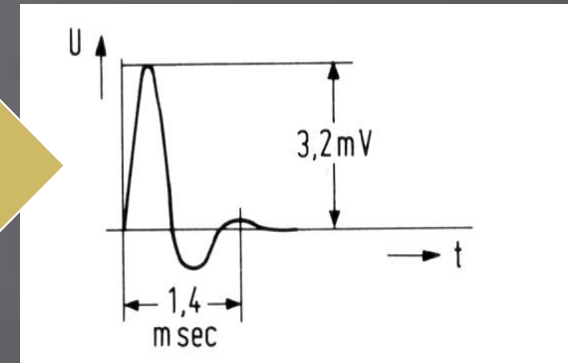
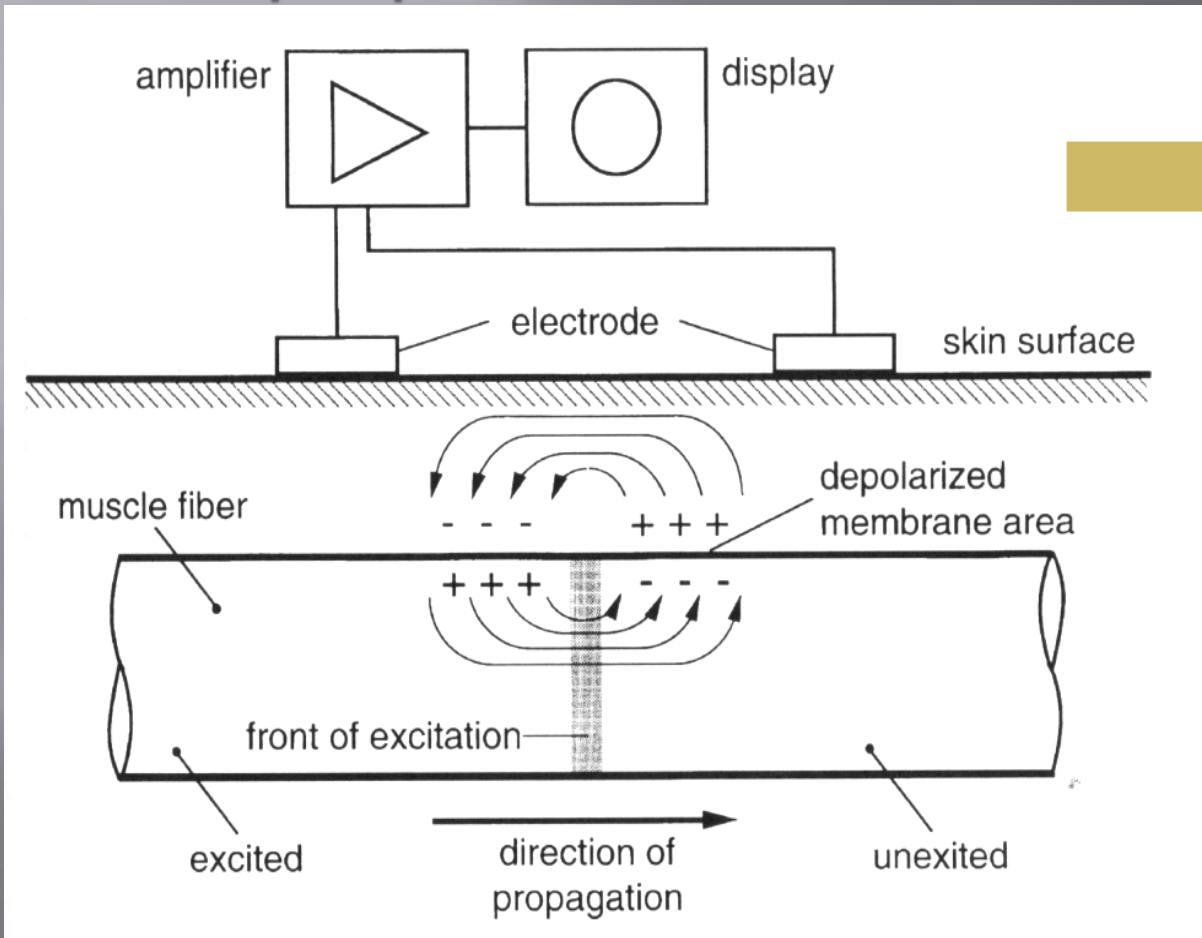


Η νευρική εντολή μυϊκής σύσπασης προκαλεί ένα δυναμικό ενεργείας στις μυϊκές μεμβράνες



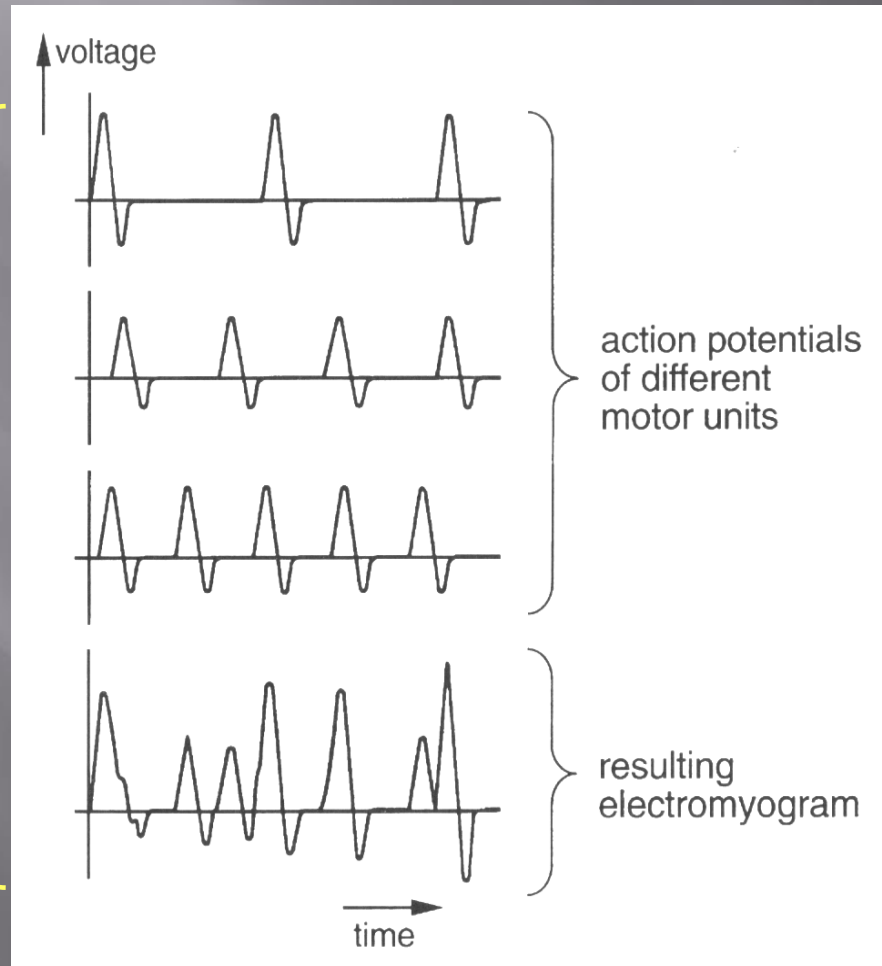
Παραγωγή του Μυϊκού δυναμικού ενεργείας

Διπολική εφαρμογή ηλεκτροδίων



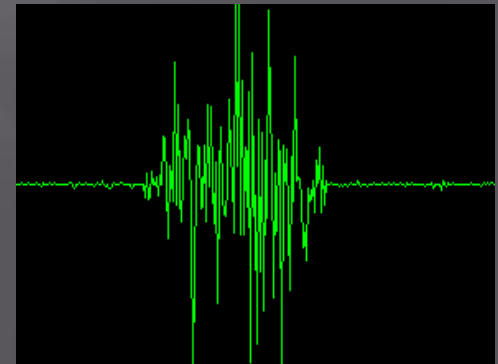
Επιστράτευση κινητικών μονάδων και Συχνότητα

Συχνότητα πυροδότησης κινητικών μονάδων

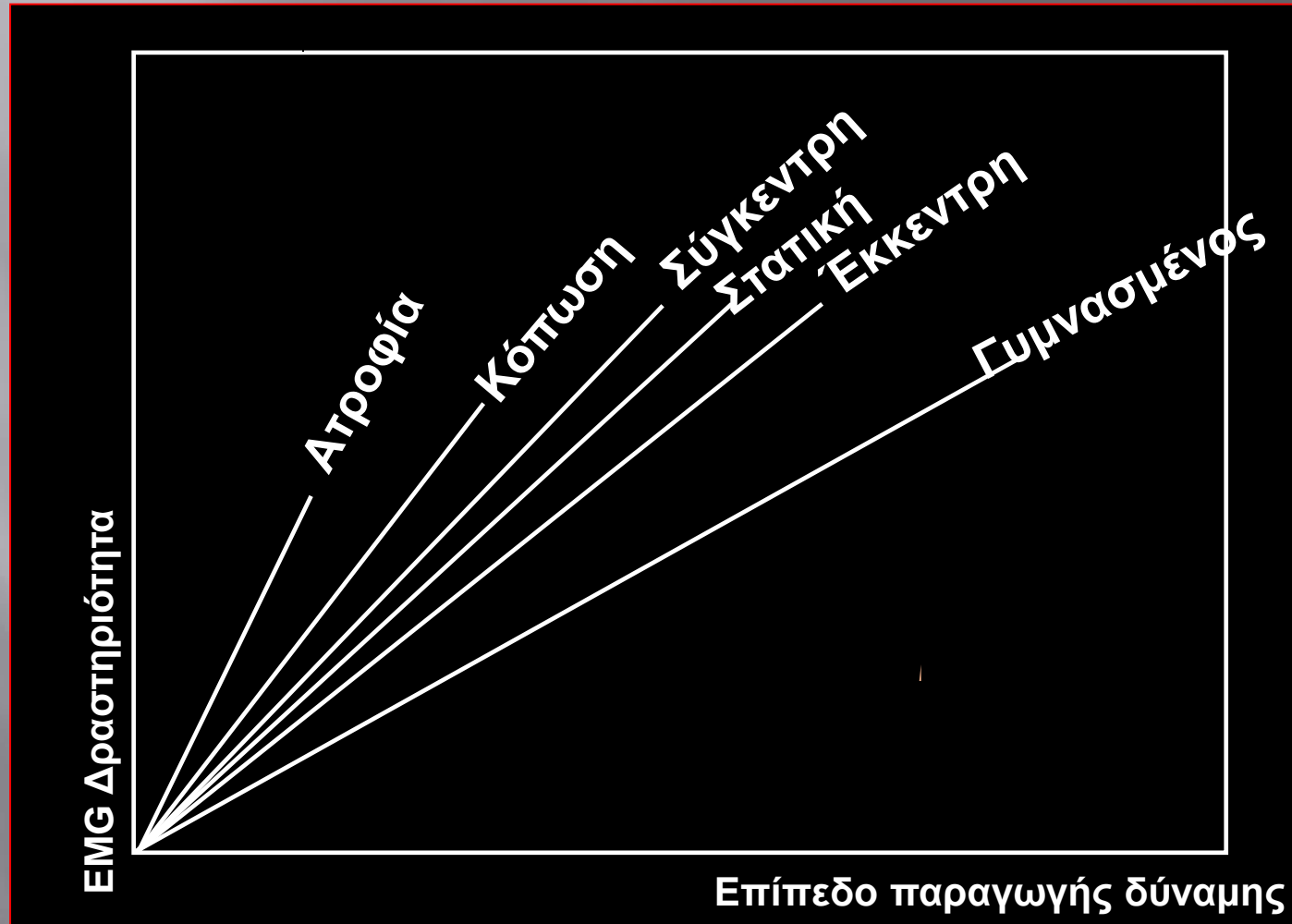


Επιστράτευση
κινητικών
μονάδων

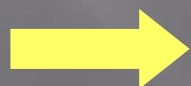
επιφανειακό σήμα:



Σχέση EMG/Δύναμης λόγω μυϊκής κατάστασης

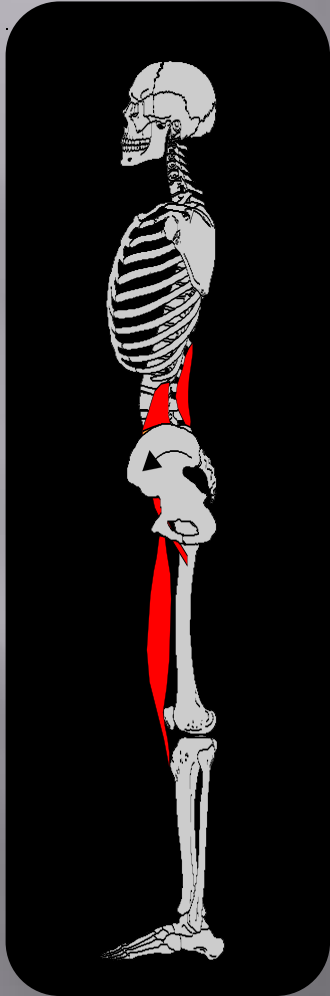


Redrawn from
von Ow 1987

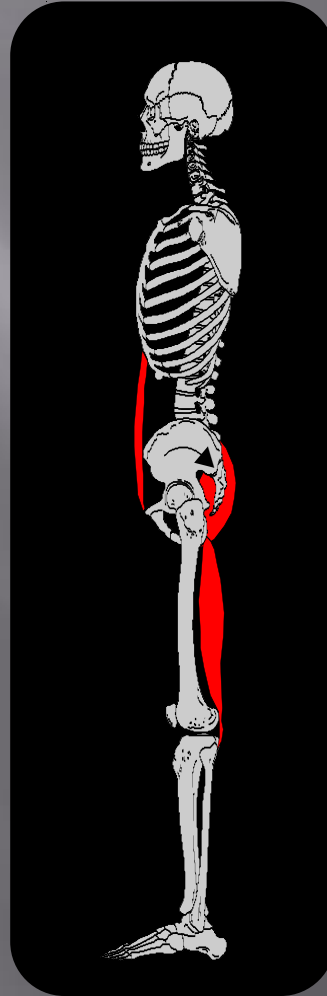


Ανάλυση επίδρασης ενδομυϊκής εξάσκησης

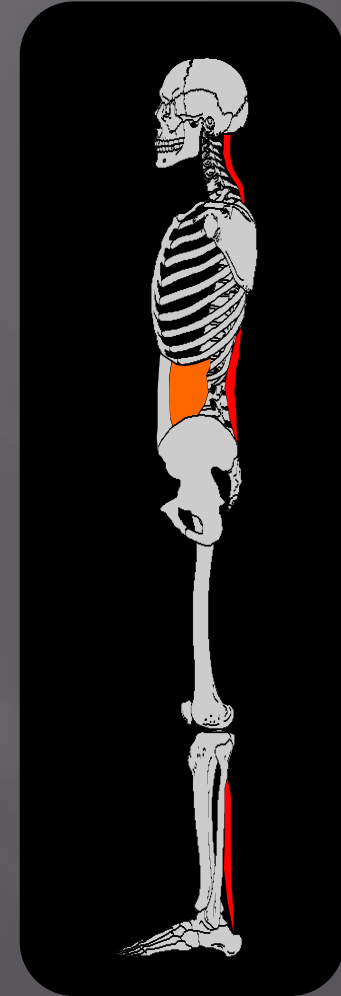
Ανάλυση Στάσης



Περιστροφή πυέλου



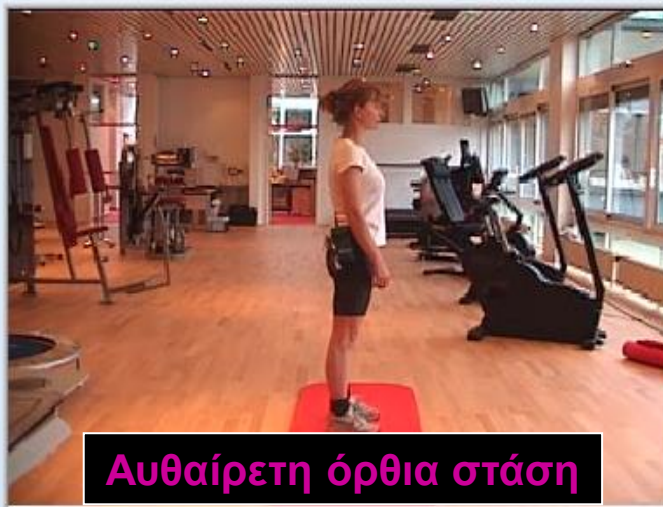
Κλασσική
αντιστάθμιση



Εσωτερική σταθεροποίηση
του κορμού

Ανάλυση στάσης μέσω EMG

Video

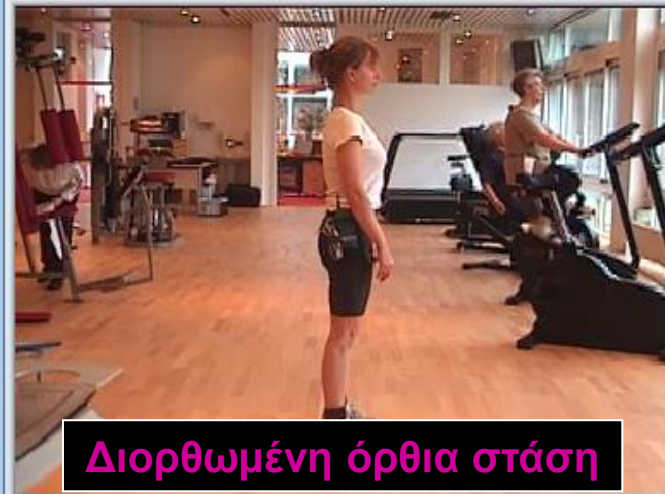


Bar

Show channels with units %

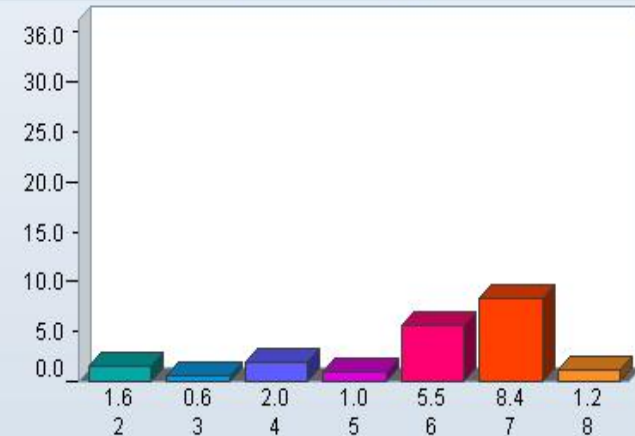


Video

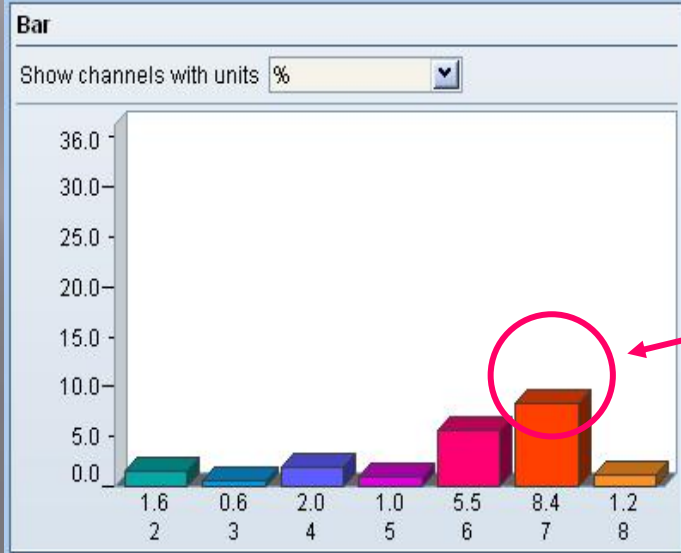
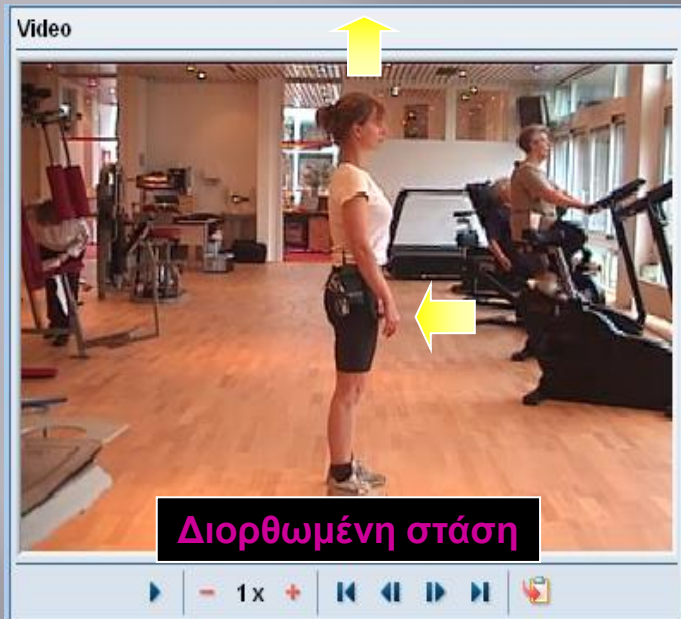


Bar

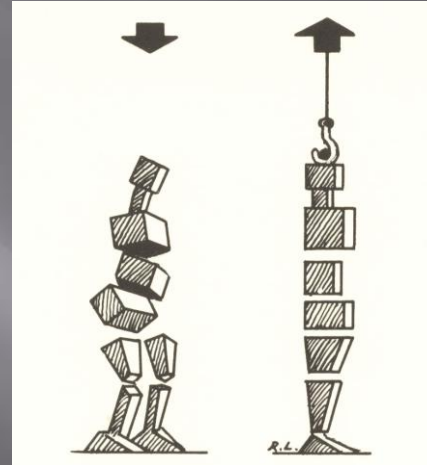
Show channels with units %



EMG Ανάλυση στάσης – Θεραπευτικές επιπτώσεις 1



Στατική διόρθωση της στάσης:



From: Ida Rolf 1989, p . 208

➔ Ναι – αλλά με χρήση του σωστού μυϊκού συντονισμού!

Σημαντικός μυς-στόχος:
Έσω λοξός / εγκάρσιος κοιλιακός

Αποφύγετε αφύσικες συν-συσπάσεις (Μέγας γλουτιαίος)

Demo Feedback

Μυϊκή αναμόρφωση

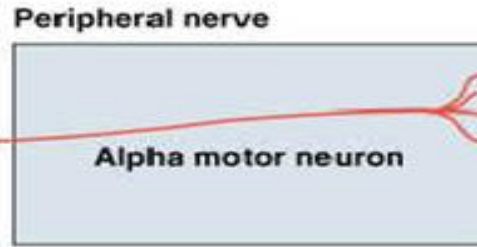
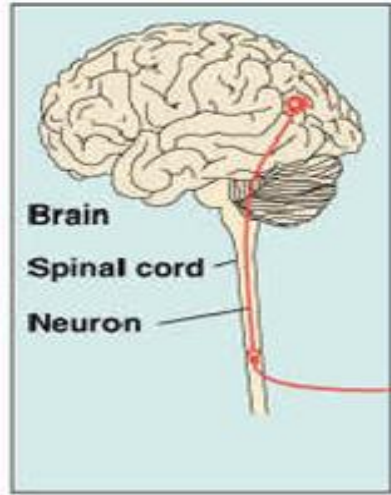
- ▣ **Επίδραση της αδράνειας και της ακινητοποίησης**
 - Άμεση ή έγκαιρη κίνηση μπορεί να αποτρέψει μυϊκή ατροφία μετά από τραυματισμό ή χειρουργείο =>
 - Οι μυϊκές ίνες αναπλάθονται σε έναν παράλληλο προσανατολισμό, η μικροκυκλοφορία συμβαίνει ραγδαία, η αντοχή στην εκφύλιση επανέρχεται γρήγορα
 - Η ατροφία εγκαθίσταται λόγω της ακινητοποίησης και δεν μπορεί να ανατραπεί μέσω ισομετρικών ασκήσεων.
 - Ατροφία Τύπου 1 ινών με ακινητοποίηση: Μειώνεται η επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής & εμφανίζεται μειωμένη δραστηριότητα του οξειδωτικού ενζύμου

Sites of Central Fatigue

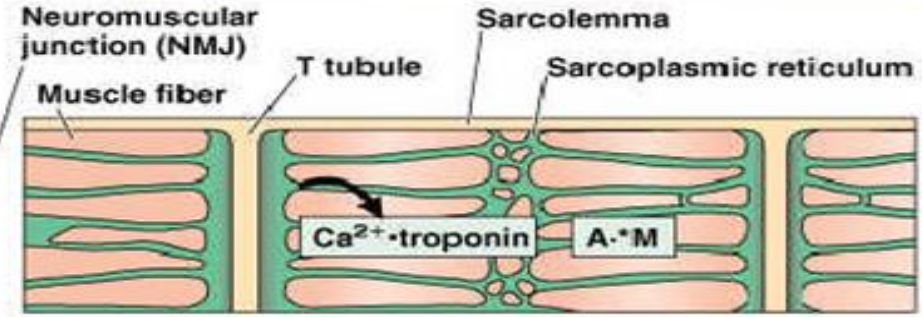
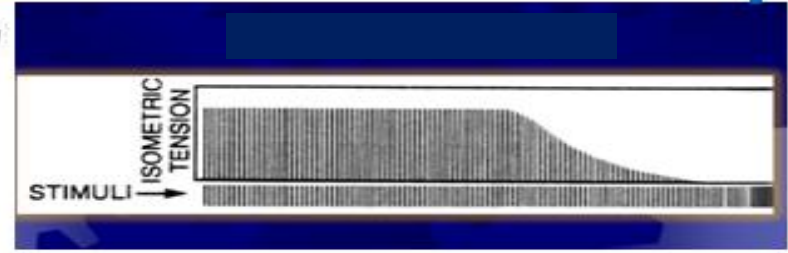
Sites of Peripheral Fatigue

Central Nervous System

Peripheral Nervous System



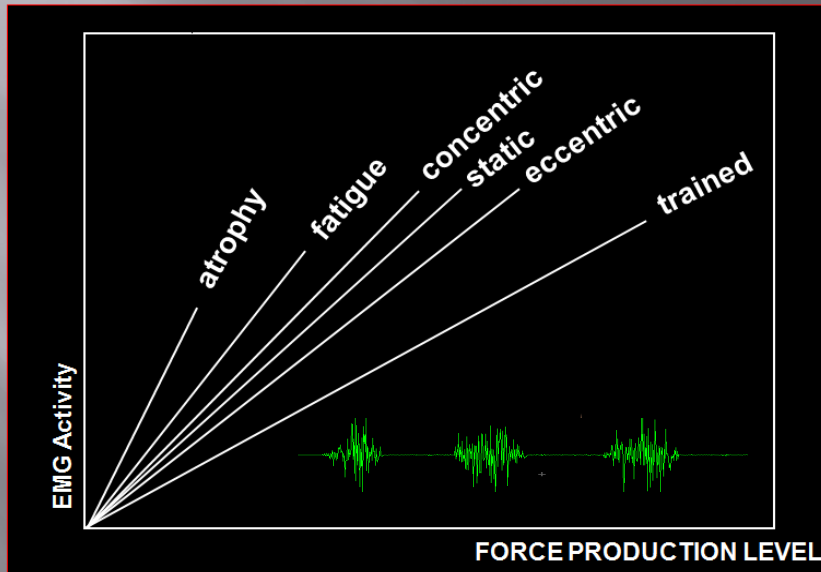
Κόπωση



Electrophysiological considerations

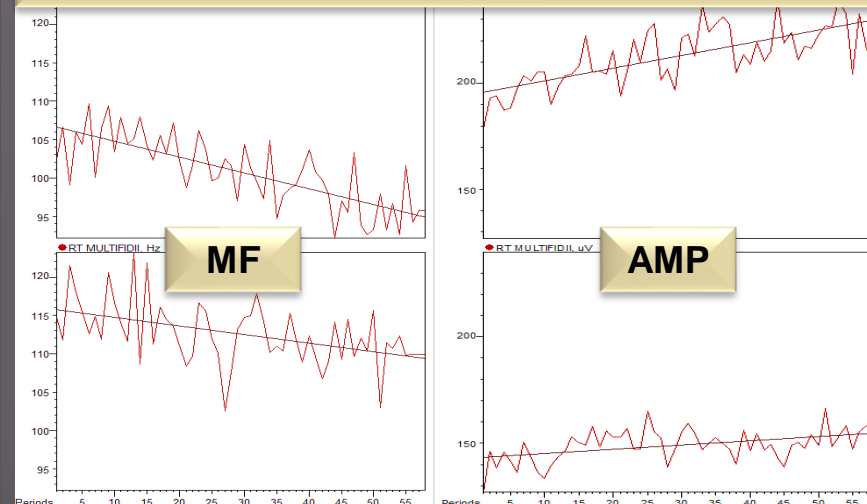
Contractile considerations

EMG/Force Relation due to muscle conditions

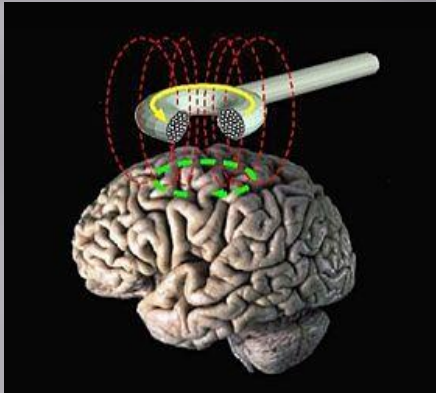


Redrawn from von Ow 1987

Η μέση συχνότητα μειώνεται, ενώ το πλάτος αυξάνεται!

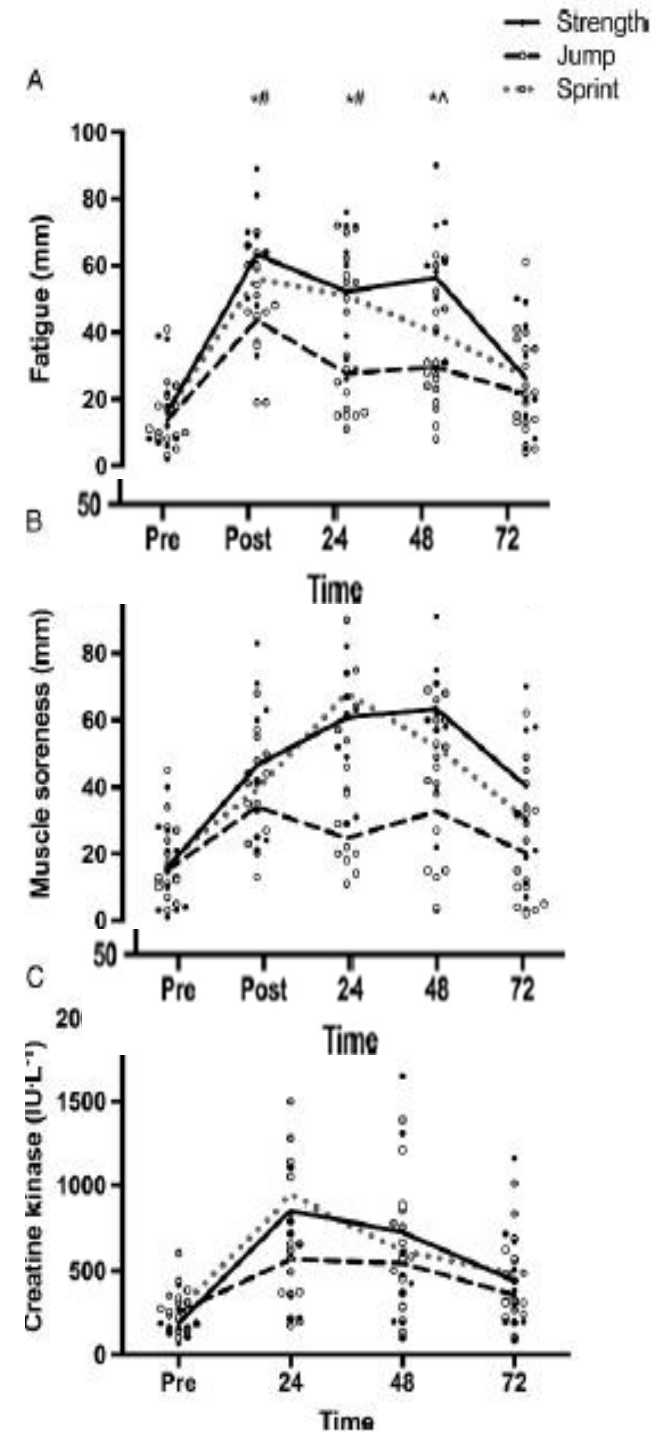
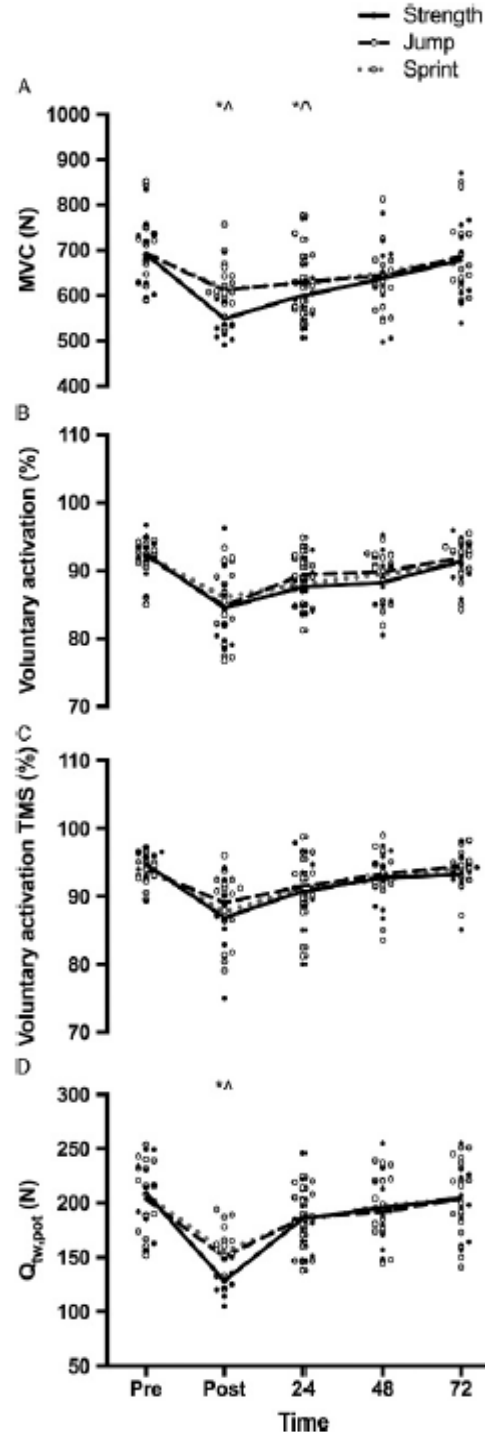


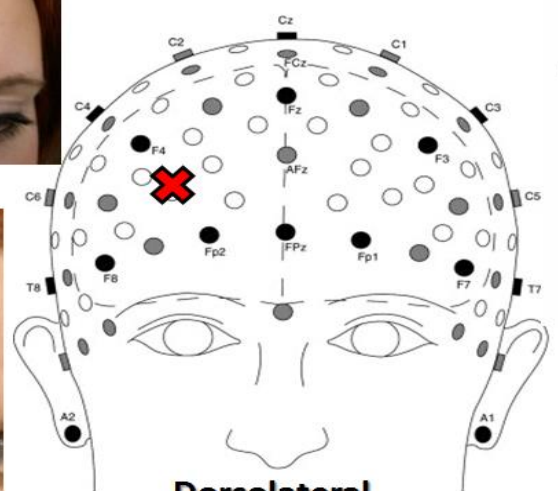
Βαριά προπόνηση ή εργασία και νευρομυϊκή κόπωση...



Η προπόνηση **Δύναμης, άλματος και ταχύτητας** που απαιτεί επαναμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες προκαλεί κόπωση που χρειάζεται **μέχρι και 72 ώρες** για να αποκατασταθεί ...αλλά αυτή η κόπωση δεν στηρίζεται κυρίως στη μείωση της λειτουργίας του ΚΝΣ

*Thomas K, Brownstein CG et.al:
Neuromuscular Fatigue and Recovery
after Heavy Resistance, Jump, and
Sprint Training; Med Sci Sports Exerc.
2018 Dec; 50(12):2526-2535*



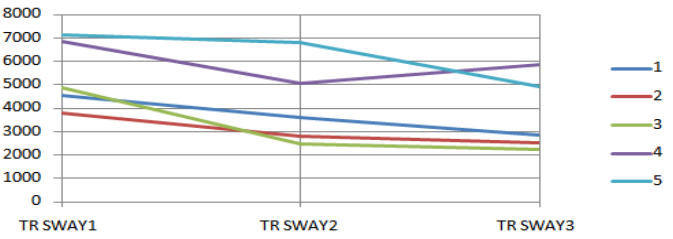


46

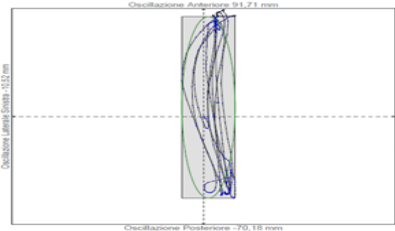
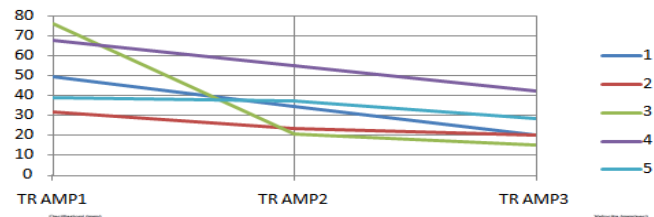
“Κεντρική” λειτουργία και μείωση ιδιοδεκτικότητας

.....

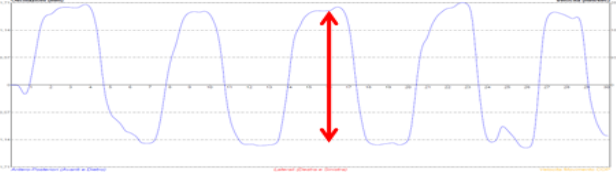
COP SWAY AREA mm2 (MA-DPN)



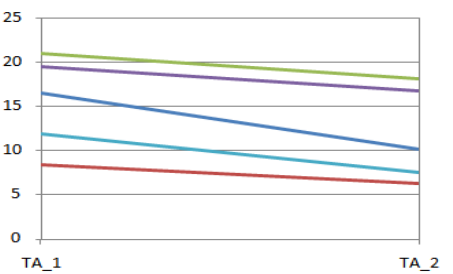
COP - A/P AMPLITUDE mm (MA-DPN)



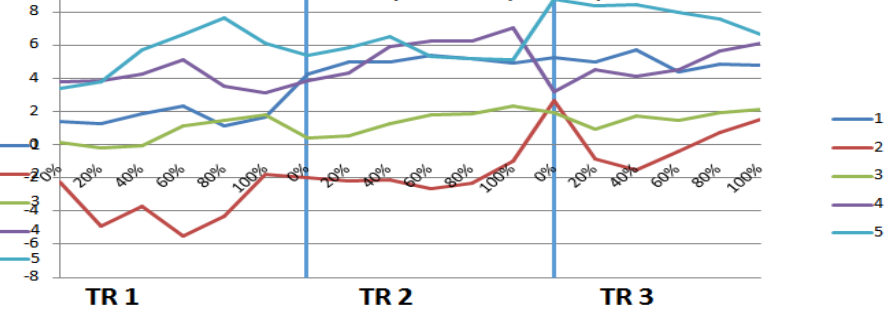
**Training
3X2min exercise
A/P COP
displacements**



Tibialis Anterior strength - N (MA-DPN)

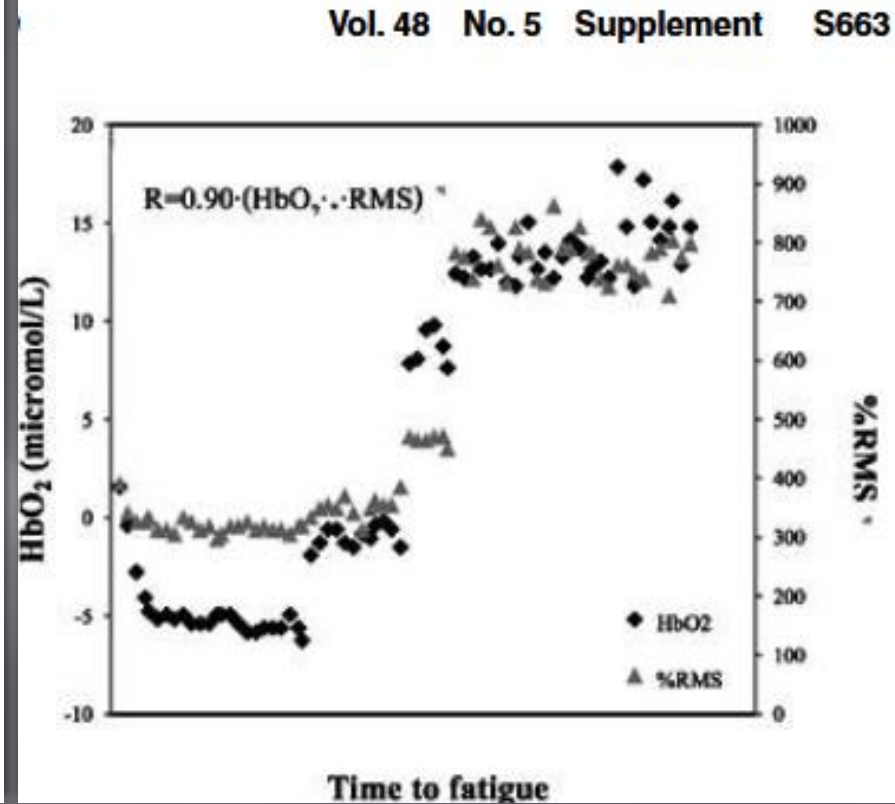
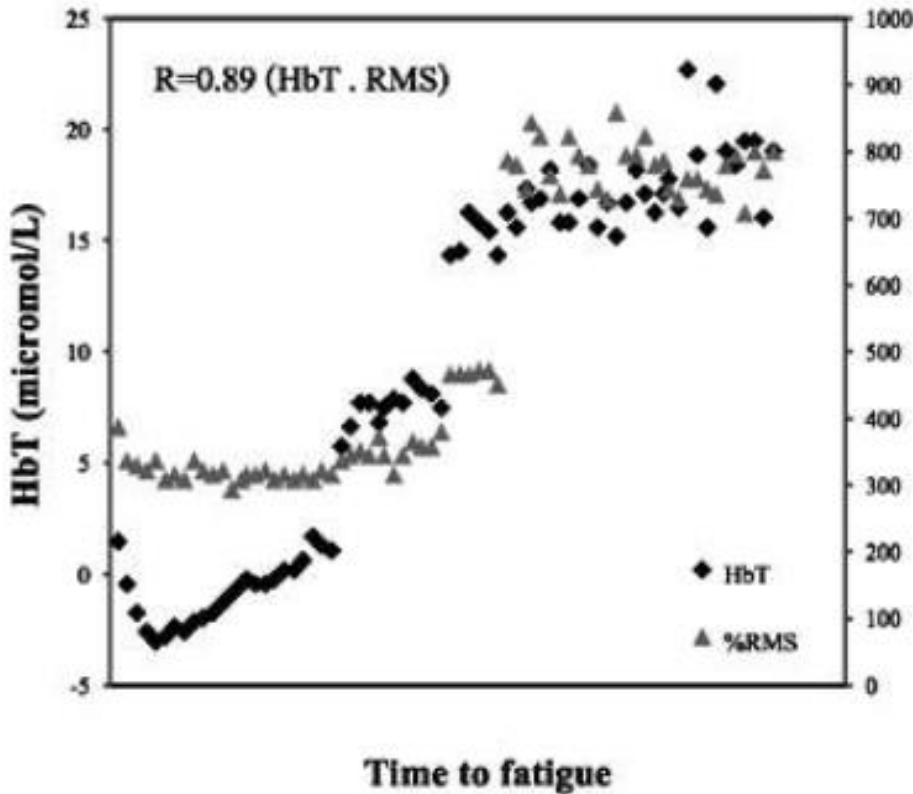


TRAINING / NIRS thb (MA-DPN)



*P. Tsaklis et.al:
Dorsolateral prefrontal cortex
activity towards fatigue of type
2 diabetes patients with macro-
angiopathy and peripheral
neuropathy (pilot study);
Diabetologia 2017. Vol. 60, p.
S446-S447*

“Κεντρική” λειτουργία και συσχέτιση εξαγόμενου έργου....



Elcadi G, Tsaklis P, et.al:

A Strong Correlation Between Dorsolateral Prefrontal Cortex And Vastus Lateralis Activity During Running To Fatigue: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 48(5S):854, MAY 2016

Κόπωση!!!

Η κόπωση μπορεί να περιγράψει πολλαπλές καταστάσεις όπως:

- ▣ Μείωση της προσοχής
- ▣ Αργοπορημένη και εξασθενημένη αντίληψη
- ▣ Μείωση κινητήριας επιθυμίας
- ▣ Μείωση στην ταχύτητα της σωματικής και νοητικής απόδοσης
- ▣ Μείωση στην ακρίβεια και αύξηση σφαλμάτων
- ▣ Μεγαλύτερη ενεργειακή δαπάνη για την διατήρηση ίσου αποτελέσματος
- ▣ Αίσθημα κούρασης, ευεραισθησίας

Κόπωση !!!

Η κόπωση μπορεί να προέρχεται από υψηλή σωματική προσπάθεια ή πολύωρη, αλλά μικρότερη σωματική δραστηριότητα

- ▣ Η αποδοτικότητα σε μια εργασία εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων:
 - Την ικανότητα να διεκπεραιώσεις τους εμπλεκόμενους στόχους
 - Την δυνατότητα σωματικής εργασίας
 - Τον σχεδιασμό των οργάνων, εργαλείων και μηχανών που θα χρησιμοποιηθούν
 - Τον σχεδιασμό του χώρου εργασίας
 - Την εκπαίδευση του εργαζόμενου
- ▣ Πάραυτα... κάθε παρατεταμένη εργασία, σωματική ή νοητική, είναι κουραστική και κανείς δεν μπορεί να εργάζεται ολημερίς χωρίς κόπωση

Μονοτονία ή Ανιαρότητα

μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση και προέρχεται όταν δεν υπάρχει διεγερσιμότητα είτε στην ίδια την εργασία, ή στο εργασιακό περιβάλλον και μπορεί να συμβεί όταν:

- ▣ Δεν υπάρχει ενδιαφέρον ή κινητοποίηση από την εργασία
- ▣ Η εργασία δεν προσφέρει καμία πρόκληση στις ικανότητες του εργαζομένου
- ▣ Ο ρυθμός εργασίας είναι πολύ αργός για τον εργαζόμενο
- ▣ Το περιβάλλον εργασίας είναι ανιαρό

Για την μείωση της κόπωσης, απαιτείται παύση από την δραστηριότητα

- ▣ Αυτό θα μπορούσε να σημαίνει πλήρη ανάπαυση, ή αλλαγή της δραστηριότητας. Εάν ένα διάλλειμα λάβει χώρα τις κατάλληλες στιγμές, μια νέα περίοδος βέλτιστης λειτουργίας μπορεί να ακολουθήσει..

Μειώστε την κόπωση!!!

Υπάρχουν 4 τύποι εργασιακού διαλλείματος:

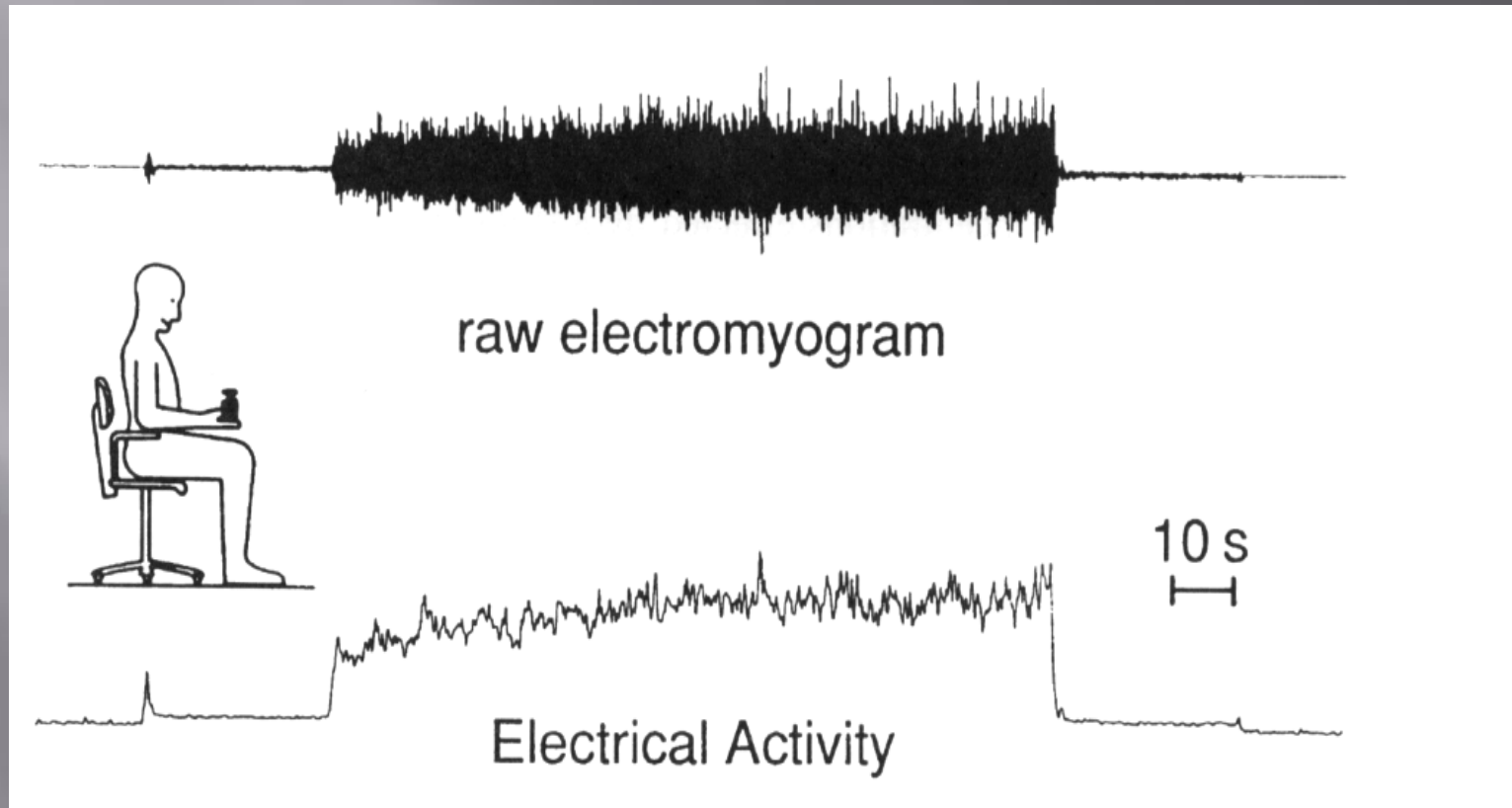
- **Αυθόρμητο:** Με πρωτοβουλία του εργάτη, κυρίως κατά την διάρκεια έντονης εργασίας.
- **Συγκαλυμμένο:** Θα μπορούσε να αποτελεί μιας μορφή δευτερεύουσας εργασίας, μη απαραίτητη για κάποια συγκεκριμένη στιγμή και για τον επικείμενο σκοπό, όπως το καθάρισμα μια συσκευής, τακτοποίηση του χώρου κτλ.
- **Στη συνθήκη της εργασίας:** Είναι οι περίοδοι αναμονής που εξαρτώνται από την οργάνωση ή την φύση της εργασίας και της κίνησης των μηχανημάτων. Σε γραμμές παραγωγής ή σε ταινίες μεταφοράς, ο χρόνος αναμονής εξαρτάται από την ικανότητα και τον ρυθμό εργασίας του χειριστή.
- **Ορισμένο:** Τα προκαθορισμένα διαλλείματα που συνήθως γίνονται σε συγκεκριμένες ώρες σε μορφή διαλλείματος για φαγητό

Προγράμματα εργασίας- ανάπαυσης συνήθως προτείνονται σε εργάτες στην βιομηχανία:

- ▣ **Μέσης έντασης εργασία:** με χρόνους αναμονής που δημιουργούνται από την εργασιακή διαδικασία. Ένα διάλλειμα το πρωί και ένα το απόγευμα, από 10-15 λεπτά το καθένα. Αναψυκτικά θα πρέπει να είναι διαθέσιμα.
- ▣ **Υψηλής έντασης εργασία:** χωρίς χρόνους αναμονής και με υψηλό ρυθμό εργασίας. Ένα διάλλειμα για αναψυκτικό το πρωί και το απόγευμα, και μία ή δύο μικρές παύσεις των 5 λεπτών η κάθε μια, σε κάθε μέσο της εργατικής ημέρας.

Αύξηση του ηλεκτρομυογραφικού πλάτους λόγω της κόπωσης

Κατάσταση στατικής εργασίας:



From: Kumar/Mital 1996

Συχνότητα βασισμένη σε ανάλυση κόπωσης

- Δείκτης μυϊκής κόπωσης

Τυπικά, σε στατικές θέσεις

-Το ηλεκτρομυογραφικό φάσμα ισχύος, μετακινείται σε χαμηλότερες συχνότητες

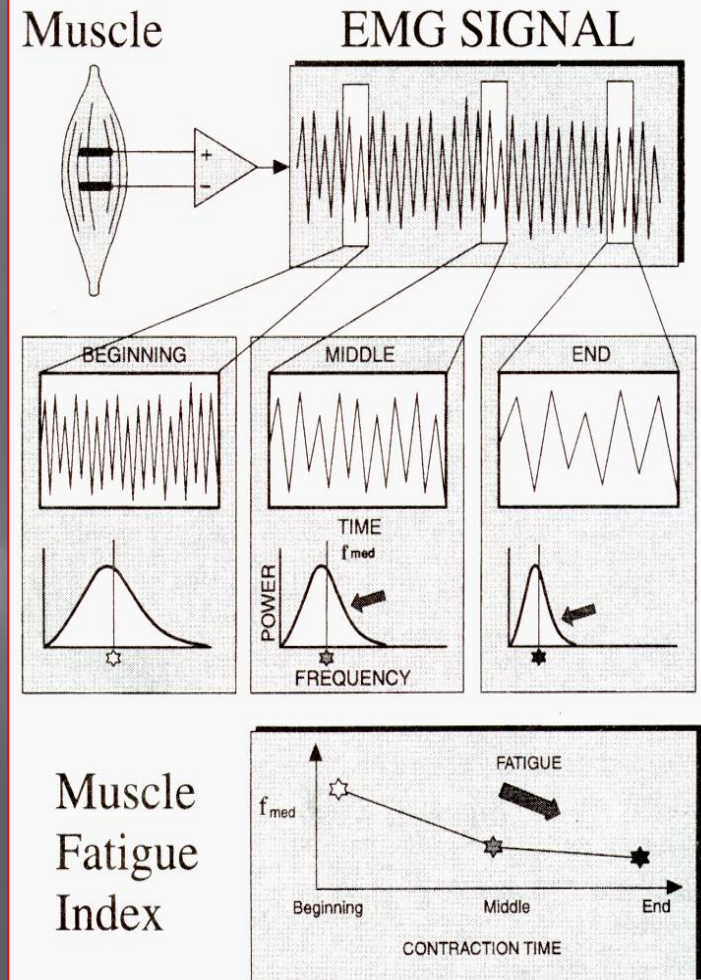
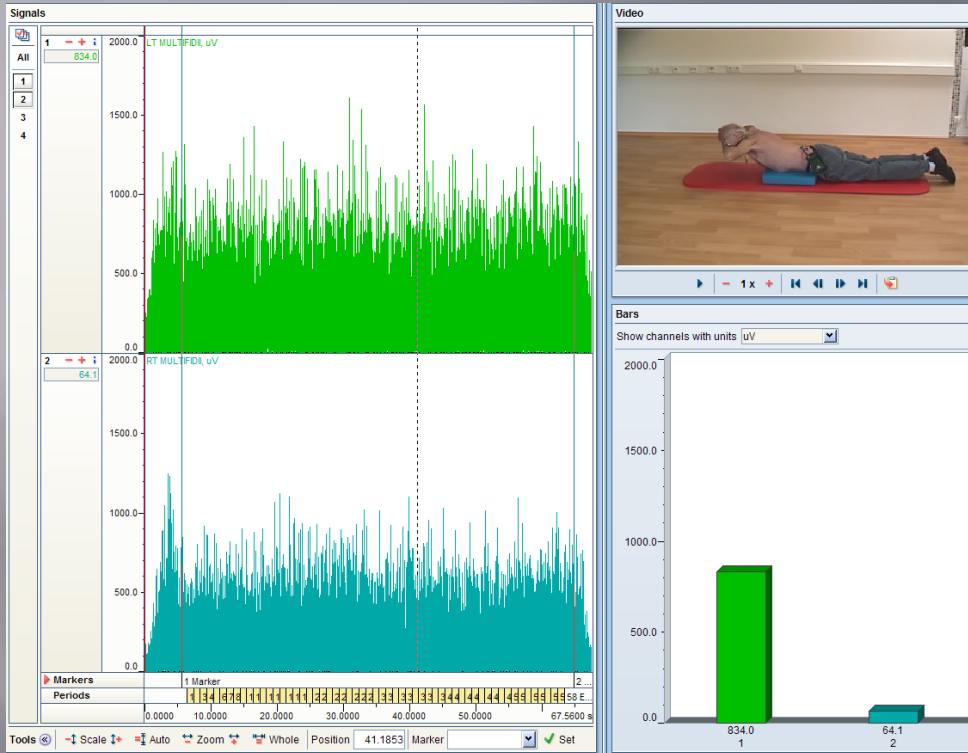


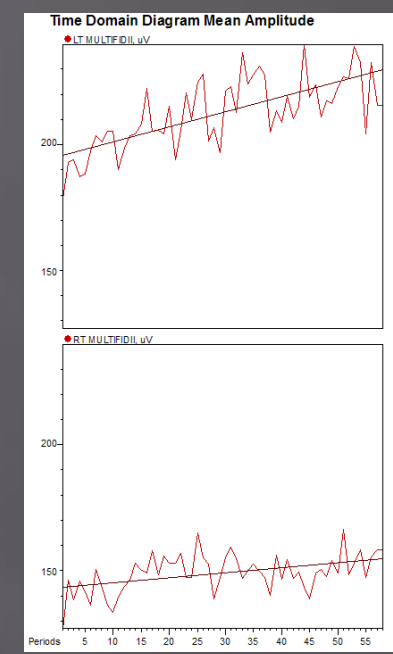
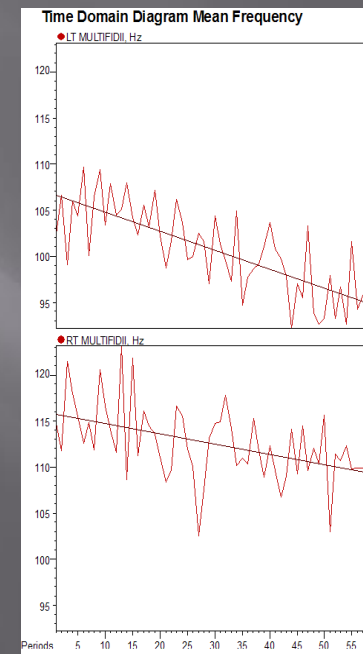
Figure 9 — Diagrammatic explanation of the spectral modification that occurs in the EMG signal during sustained contractions. The muscle fatigue index is represented by the median frequency of the spectrum.

Δοκιμές ρύθμισης για δοκιμασίες κόπωσης

Επιλέξτε μια αποθηκευμένη θέση στατικής/ υπομέγιστης σύσπασης:



Η μέση συχνότητα μειώνεται με κάθε δεύτερο βήμα, ενώ το πλάτος αυξάνεται!



Διάρκεια δοκιμασίας: 30 - 60 s.

Κάθε δευτερόλεπτο εκτελείται υπολογισμός του πλάτους και συχνότητας του EMG

Η κλίση της γραμμής σύγκλισης χρησιμοποιείται για την ανάλυση των αποτελεσμάτων:

=> Απότομη μείωση/αύξηση = περισσότερη κόπωση

Πίνακας: Κύριοι παράγοντες που ευθύνονται για τις μυοσκελετικές διαταραχές

Παράγοντας	Πιθανό αποτέλεσμα ή επίπτωση	Παράδειγμα	Παράδειγμα ορθής πρακτικής ή λύσης
Άσκηση δυνάμεων υψηλής έντασης	Οξεία υπερφόρτωση των ιστών	Ανύψωση, μεταφορά, ώθηση, έλξη βαριών αντικειμένων	Αποφυγή χειρωνακτικού χειρισμού βαριών αντικειμένων- χρήση μηχανικής υποστήριξης
Χειρισμός βαριών φορτίων σε μεγάλο χρονικό διάστημα	Εκφυλιστικές παθήσεις, κυρίως της οσφυϊκής περιοχής της Σ.Σ.	Χειρωνακτικός χειρισμός	Μείωση μάζας των αντικειμένων, ή αριθμού χειρισμών ανά ημέρα
Τακτική επανάληψη κινητοποίησης αντικειμένων	Κόπωση και υπερφόρτωση των μυϊκών δομών	Γραμμή συναρμολόγησης, πολύωρη πληκτρολόγηση	Μείωση συχνότητας επαναλήψεων
Εργασία σε άβολη στάση σώματος	Υπερφόρτωση μυοσκελετικών δομών	Εργασία σε θέση έντονης επίκυψης ή με τα χέρια σε επίπεδο ψηλότερο των ώμων	Εργασία με τον κορμό σε ευθεία και τα άκρα κοντά στο σώμα
Στατικό μυϊκό φορτίο	Πολύωρη μυϊκή λειτουργία και πιθανή υπερφόρτωση	Εργασία άνω της κεφαλής ή σε περιορισμένο χώρο	Επαναλαμβανόμενη εναλλαγή ενεργοποίησης και χαλάρωσης των μυών

Παράγοντας	Πιθανό αποτέλεσμα ή επίπτωση	Παράδειγμα	Παράδειγμα ορθής πρακτικής ή λύσης
Μυϊκή αδράνεια	Απώλεια λειτουργικής ικανότητας των μυών, συνδέσμων και οστών	Χρόνια καθιστική ζωή με μειωμένες μυϊκές απαιτήσεις	Συχνή ορθοστάτιση, διατάσεις μυών, θεραπευτική άσκηση, αθλητικές δραστηριότητες
Μονότονες επαναλαμβανόμενες κινητοποιήσεις	Μη-συγκεκριμένη ενόχληση στα άνω άκρα	Επαναλαμβανόμενη ενεργοποίηση των ίδιων μυών χωρίς ανάπαυση	Επαναλαμβανόμενη αλλαγή της δραστηριότητας, ανάπαυση
Εφαρμογή δονήσεων	Δυσλειτουργία των νεύρων, μειωμένη αιματική ροή, εκφυλιστικές διαταραχές	Χρήση συσκευών δόνησης, οδήγηση δονούμενου οχήματος	Χρήση αντι-κραδασμικού εξοπλισμού και απορροφητικά καθίσματα
Παράγοντες φυσικού περιβάλλοντος	Αλληλεπίδραση με μηχανικά φορτία και επιδείνωση κινδύνων	Χρήση χειρονακτικών εργαλείων σε χαμηλές θερμοκρασίες	Χρήση γαντιών ή θερμαινόμενων εργαλείων
Ψυχοκοινωνικοί παράγοντες	Αύξηση φυσικής καταπόνησης και απουσίας από την εργασία	Υψηλή χρονική πίεση, μικρή συμμετοχή στην λήψη αποφάσεων, γαμηλή υποστήριξη	Εναλλαγή εργασιών, εμπλουτισμός εργασίας, μείωση αρνητικής κοινωνικής επίδρασης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
"Εργονομία - Επαγγελματική Φυσιολογία και Υγεία της Εργασίας – Ποιότητα ζωής"
"Ergonomics - Occupational Physiology and Health - Quality of Life του Τμήματος
Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



Department of Physical Education & Sport Science

