

3^ο ΜΑΘΗΜΑ: ΝΕΥΡΟΜΥΪΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ



Νευρομυϊκός έλεγχος

- Ο όρος **νευρομυϊκός έλεγχος** υποδηλώνει την διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ) και του μυϊκού συστήματος.

Νευρομυϊκός έλεγχος

Ο όρος επικοινωνία πρακτικά σημαίνει δύο βασικές λειτουργίες:

- ▣ Τη **διέγερση ή ενεργοποίηση** του μυός από το ΚΝΣ
- ▣ Την **ανατροφοδότηση** του ΚΝΣ για την κίνηση που πραγματοποιήθηκε

Νευρικό σύστημα

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από:

- ▣ το **εγκεφαλονωτιαίο (ΚΝΣ)** και το
- ▣ **αυτόνομο νευρικό σύστημα** (συμπαθητικό-παρασυμπαθητικό)

Νευρικό σύστημα

- Το **εγκεφαλονωτιαίο** ρυθμίζει τη λειτουργία των αισθήσεων, της σωματικής στάσης και κίνησης
- το **αυτόνομο** τη λειτουργία των οργάνων της φυτικής ζωής (καρδιακούς και λείους μυς, αδένες).
Το πρώτο υπόκειται στη βούληση, το δεύτερο δεν υπόκειται.

Αυτόνομο νευρικό σύστημα

Συμπαθητικό νευρικό σύστημα:

- ▣ δραστηριοποιείται για την αντιμετώπιση προκλήσεων του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Παρασυμπαθητικό

- ▣ ικανοποίηση αναγκών του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Το κεντρικό νευρικό σύστημα: Ο νωτιαίος μυελός

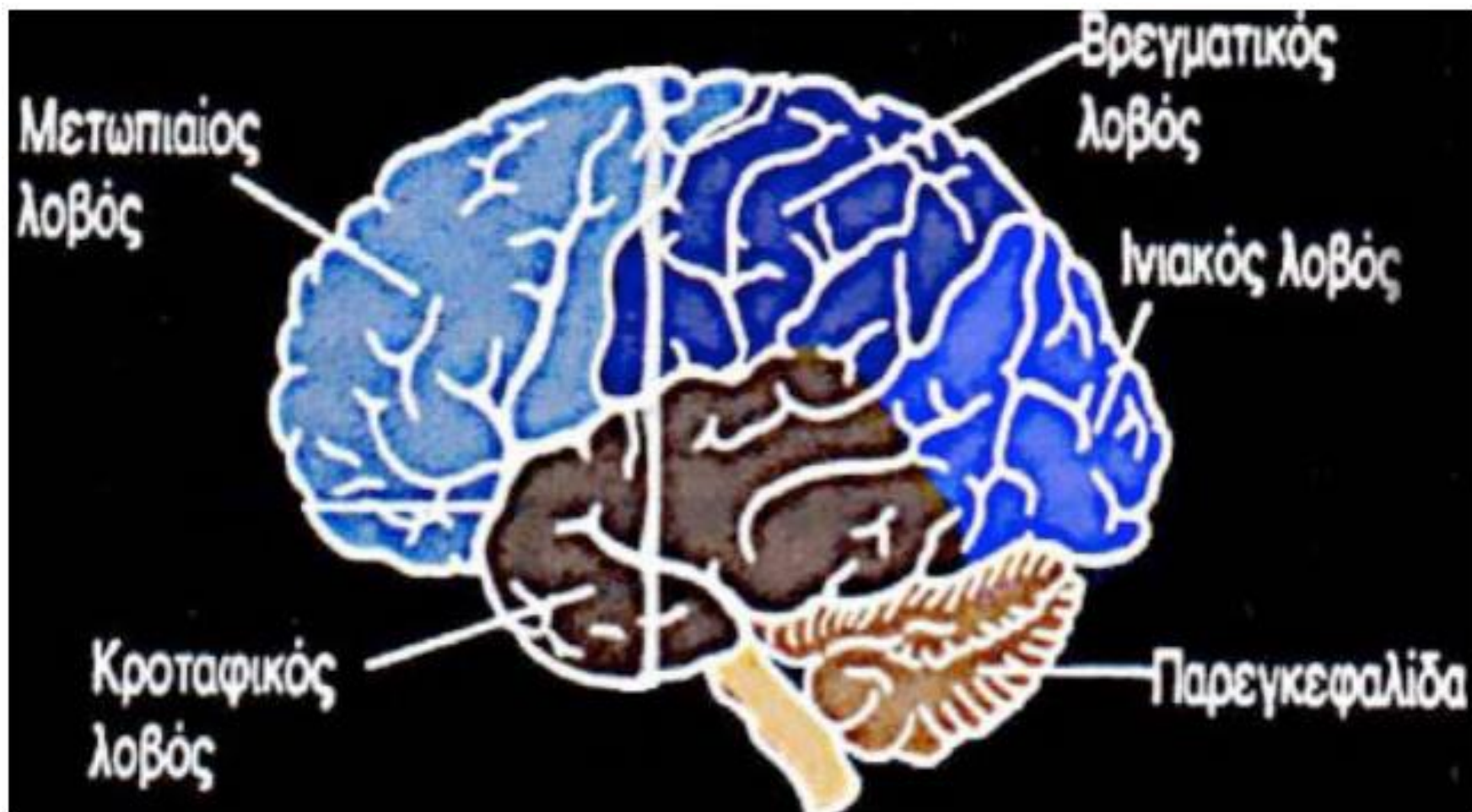
4

Ο νωτιαίος μυελός:
Σε συνδυασμό με τον εγκέφαλο, ο νωτιαίος μυελός δομεί το κεντρικό νευρικό σύστημα. Είναι η σύνδεση μεταξύ του εγκεφάλου και του υπόλοιπου σώματος. Προστατεύεται από τις οστικές δομές της σπονδυλικής στήλης.



Το περιφερικό νευρικό σύστημα παρέχει στα όργανα και στο σώμα τα σήματα του κεντρικού νευρικού συστήματος.

ΚΝΣ - Εγκέφαλος




Νευρικό σύστημα

Οι περιοχές που έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την κίνηση, εντοπίζονται στο **μετωπικό** και το **βρεγματικό** λοβό.

- Στο μετωπικό γιατί εκεί βρίσκονται οι περιοχές όπου σχεδιάζεται το κινητικό πρόγραμμα.
- βρεγματικό γιατί εκεί καταλήγουν όλες οι πληροφορίες για το πώς εκτελέσθηκε από το μυοτενόντιο σύμπλεγμα το κινητικό πρόγραμμα.



Εγκεφαλονωτιαίο νευρικό σύστημα



Πώς γεννιάται το «δυναμικό ενέργειας» και
η «νευρική ώση»?

Νευρική ώση

- Οποιαδήποτε κίνηση είναι προϊόν **νευρικών ώσεων**, που αποστέλλει το κεντρικό νευρικό σύστημα προς τους εκτελεστικούς μυς.
- Η πυροδότηση τους αποδίδεται κύρια στη διαφορά συγκέντρωσης ιόντων Νατρίου και Καλίου στο ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο υγρό.
- Η ταχύτητα αγωγής των ώσεων σχετίζεται με τη διάμετρο των νευρικών ινών και κυμαίνεται από 15 έως 120m/s

Νευρική ώση

- Όταν η νευρική ώση φτάσει στη νευρομυϊκή σύνδεση μεταβιβάζεται πάντα στα μυϊκά κύτταρα και αυτά συστέλλονται όσο μπορούν περισσότερο.

Δυναμικό ενέργειας

Δυναμικό ενέργειας

- είναι η ηλεκτρική δραστηριότητα που αναπτύσσεται σε ένα μυϊκό ή νευρικό κύτταρο κατά τη διάρκεια της δραστηριότητάς του.
- Το δυναμικό ενέργειας προκαλείται εάν το ερέθισμα εκπόλωσης αναγκάζει το δυναμικό της μεμβράνης να γίνει θετικότερο από ένα "κατώφλι" δυναμικού.

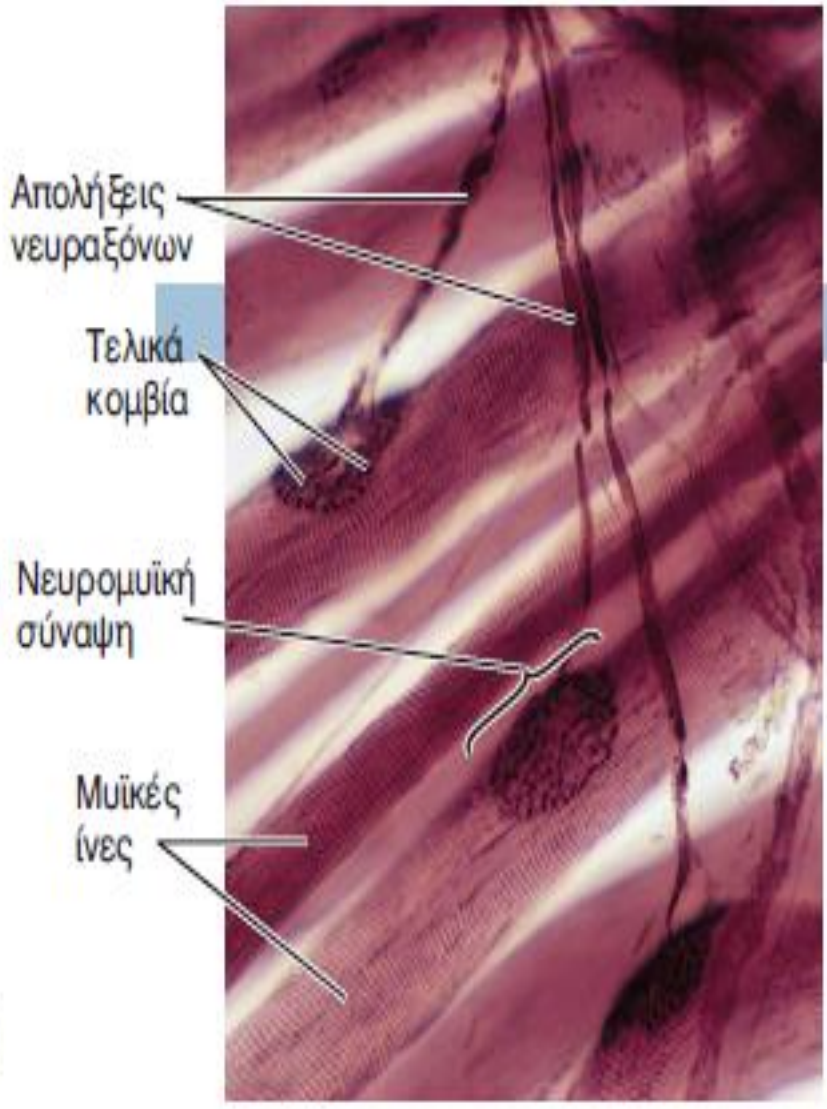
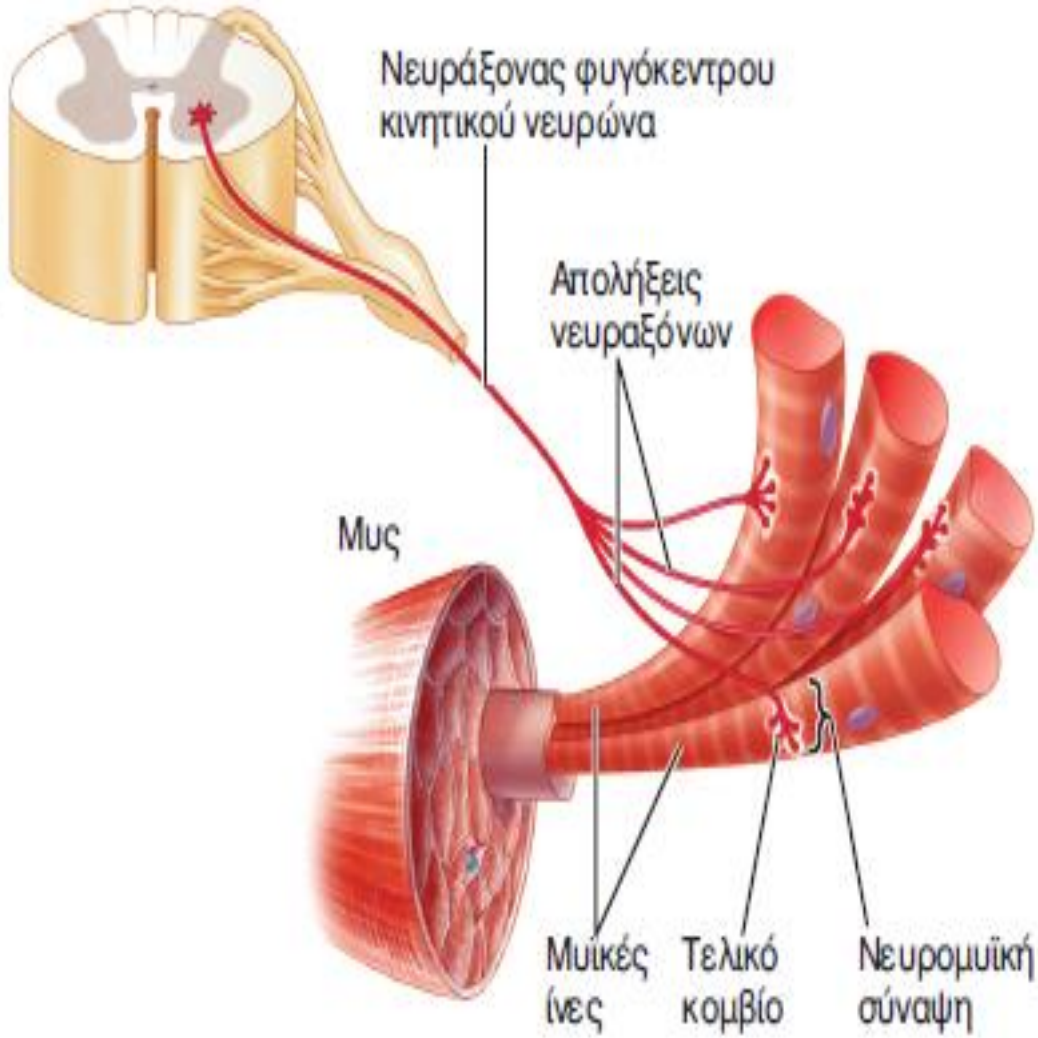


Τι είναι κινητική μονάδα και τι σύναψη;

Κινητική μονάδα

- είναι ο κινητικός νευρώνας με τις μυϊκές ίνες που νευρώνει και αποτελεί τη λειτουργική μονάδα του νευρικού ελέγχου της μυϊκής δραστηριότητας.
- Διέγερση μιας κινητικής μονάδας προκαλεί τη συστολή όλων των μυϊκών ινών που υπάγονται στη μονάδα αυτή, υπακούοντας στο νόμο του "όλου ή ουδέν".

Νωπιαίος μυελός (τομή)

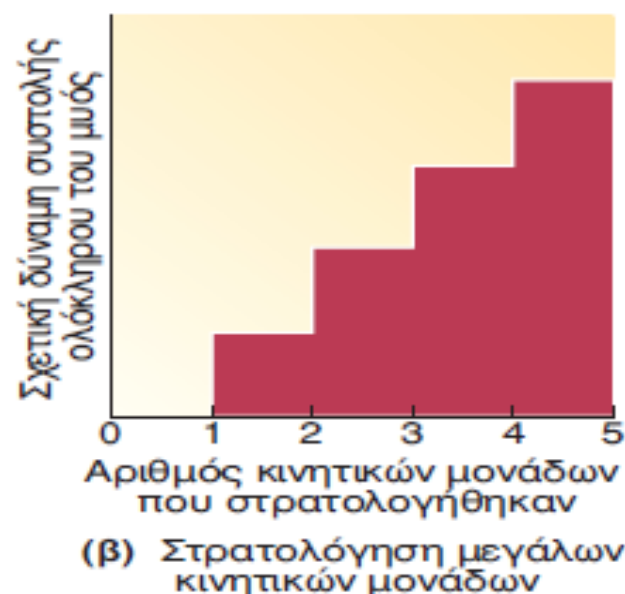
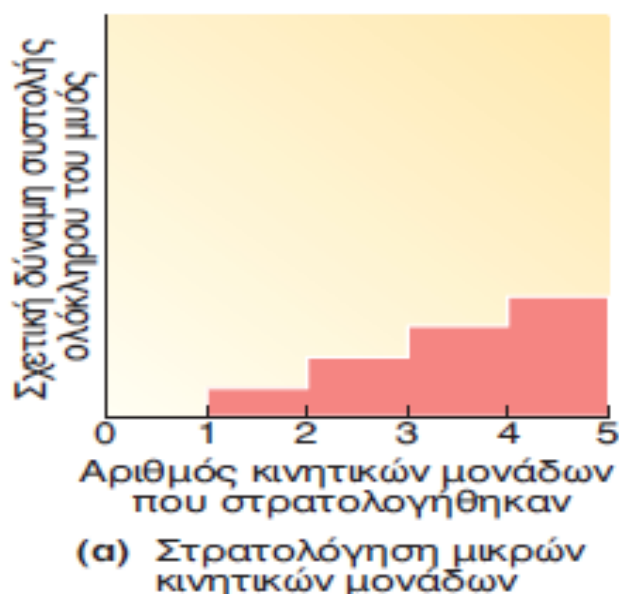


Κινητικός νευρώνας που νευρώνει σκελετικά μυϊκά κύτταρα.

Κινητική μονάδα

- Σε μυς που εκτελούν επιδέξιες κινήσεις (δακτύλων, οφθαλμών, προσώπου), αναλογούν λίγες μυϊκές ίνες ανά νευρώνα πχ. εξωφθάλμιος μυς 2-8 μ. ίνες / νευρώνα.
- Σε μυς που εκτελούν αδρές κινήσεις αναλογεί μεγάλος αριθμός μυϊκών ινών ανά νευρώνα πχ. γαστροκνήμιος μυς >2000 μ. ίνες / ανά νευρώνα.
- **Μικρή κινητική μονάδα σημαίνει μεγάλη ακρίβεια κίνησης και αντίστροφα.**

Διέγερση κινητικών μονάδων



● **Εικόνα 3.15** Σύγκριση στρατολόγησης κινητικών μονάδων σε σκελετικούς μύς με μικρές κινητικές μονάδες και σε μύς με μεγάλες κινητικές μονάδες. (α) Μικρή προοδευτική αύξηση της δύναμης συστολής κατά την στρατολόγηση κινητικών μονάδων σε μύς με μικρές κινητικές μονάδες επειδή καλούνται να συμμετάσχουν λίγες μόνο επιπλέον ίνες κατά την στρατολόγηση κάθε πρόσθετης κινητικής μονάδας. (β) Μεγάλη προοδευτική αύξηση της δύναμης συστολής κατά την στρατολόγηση κινητικών μονάδων σε μύς με μεγάλες κινητικές μονάδες, επειδή διεγείρονται πολλές επιπλέον ίνες κατά την στρατολόγηση κάθε πρόσθετης κινητικής μονάδας. (Από Sherwood, L. 2010. Εικόνα 8.17 στο *Human physiology*, 7η εκδ. Belmont, CA: Brooks/Cole-Cengage Learning.)

Κινητική μονάδα

Η αύξηση της μουϊκής δύναμης κατά τη μουϊκή συστολή γίνεται κλιμακωτά, με δύο τρόπους:

1. με την αύξηση της συχνότητας διέγερσης της κινητικής μονάδας.
2. με την ενεργοποίηση ή επιστράτευση μεγαλύτερου αριθμού κινητικών μονάδων.

Συχνότητα διέγερσης και επιστράτευση κινητικών μονάδων με ηλεκτρομυογράφημα

1 κινητική μονάδα



2 κινητικές μονάδες



3 κινητικές μονάδες

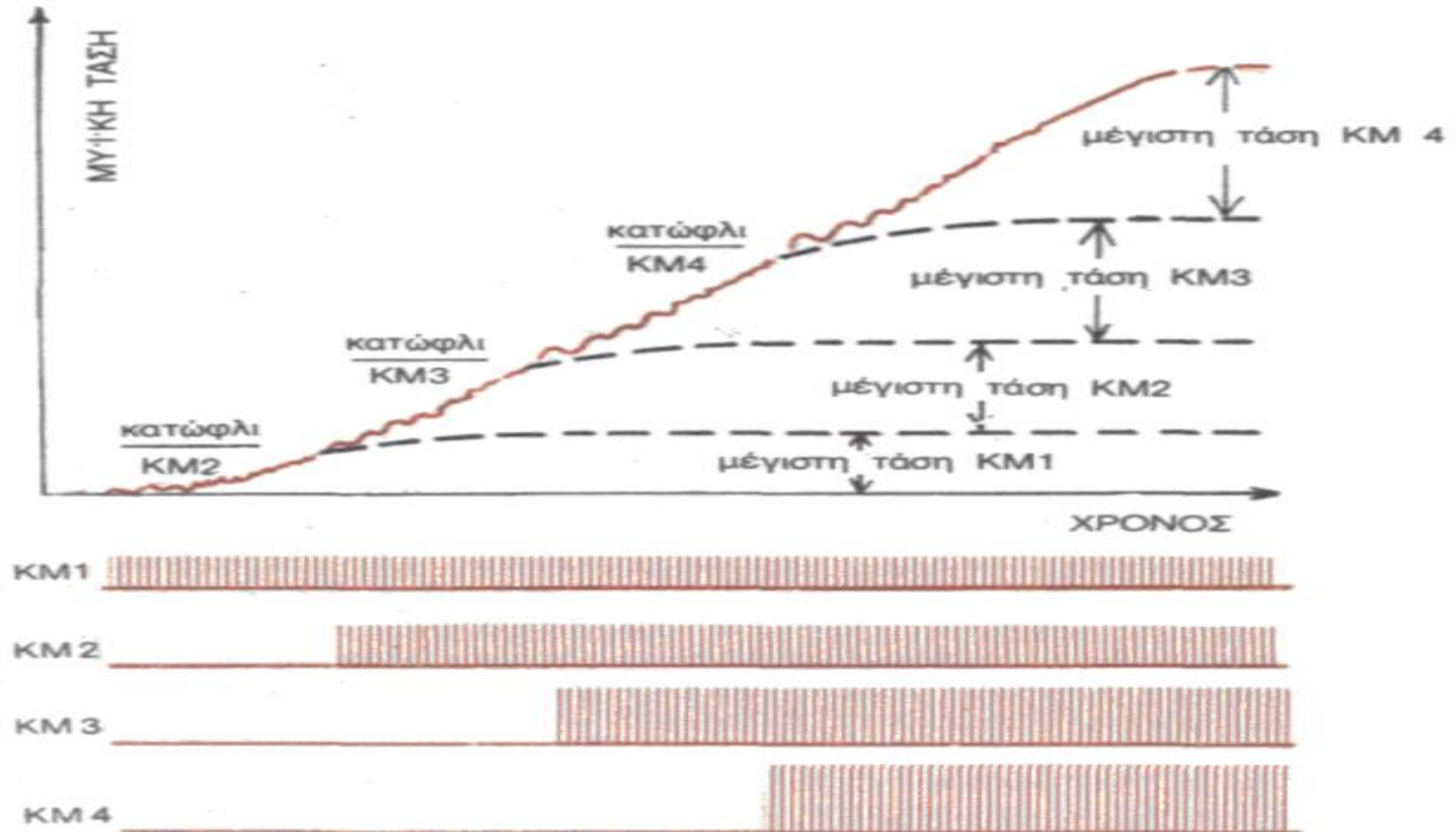


Κινητική μονάδα

Αρχή του μεγέθους:

- Σύμφωνα με την αρχή αυτή πρώτα ενεργοποιούνται οι μικρές κινητικές μονάδες και ακολουθούν στη συνέχεια οι μεγαλύτερες μονάδες.

Με τον τρόπο αυτό η μυϊκή δύναμη αναπτύσσεται κλιμακωτά



Η πυροδότηση των κινητικών μονάδων είναι ασύγχρονη:

- όταν οι μυϊκές ίνες σε μερικές κινητικές μονάδες συστέλλονται, οι μυϊκές ίνες κάποιων άλλων κινητικών μονάδων χαλαρώνουν.

Πλεονέκτημα:

- προφυλάσσει τους μυς από τον πρώιμο κάματο
- κάνει τις κινήσεις ομαλές και ρυθμικές.

Νευρομυϊκή Σύναψη

- είναι ένας εξειδικευμένος αρμός μεταξύ νευρώνων και εξασφαλίζει τη μεταβίβαση των νευρικών ώσεων από τον ένα στον άλλο και μόνο προς μία κατεύθυνση. Έτσι εκτελεί χρέη βαλβίδας.



□ video

Αντανακλαστικό

- είναι η ακούσια απάντηση σε κάποιο ερέθισμα και αποτελεί την πιο απλή μορφή κινητικής δραστηριότητας.

Αντανακλαστικό

Μονοσυναπτικά :

- μυοδιατατικό, όπου παρατηρείται αντανακλαστική συστολή του μυός όταν προκληθεί διάταση του.

Πολυσυναπτικά:

- αποσυρτικό, που προκαλείται σαν απάντηση σε οδυνηρό και οχληρό ερέθισμα του δέρματος .


Μυοδιατατικό αντανακλαστικό

- Ρυθμίζει τις λειτουργίες της ταχύτητας, της μυϊκής συστολής, του μήκους και της δύναμης του μυός.

Ρύθμιση του μυϊκού μήκους

Ιδιοδεκτικοί υποδοχείς στους μυς :

- Το αισθητήριο όργανο που διεγείρεται από ένα ερέθισμα.
- Μυϊκή άτρακτος και τενόντιο όργανο του Golgi
- Διεγείρονται με τη μεταβολή του μήκους και της τάσης του μυός.

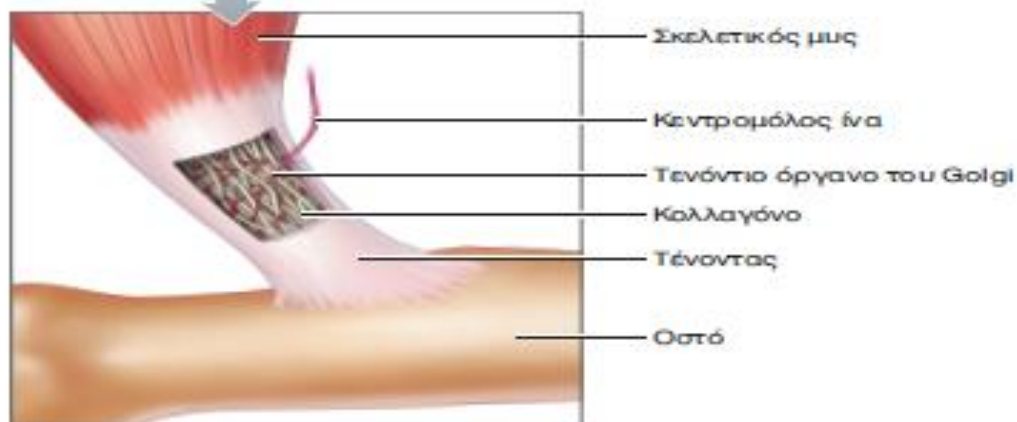
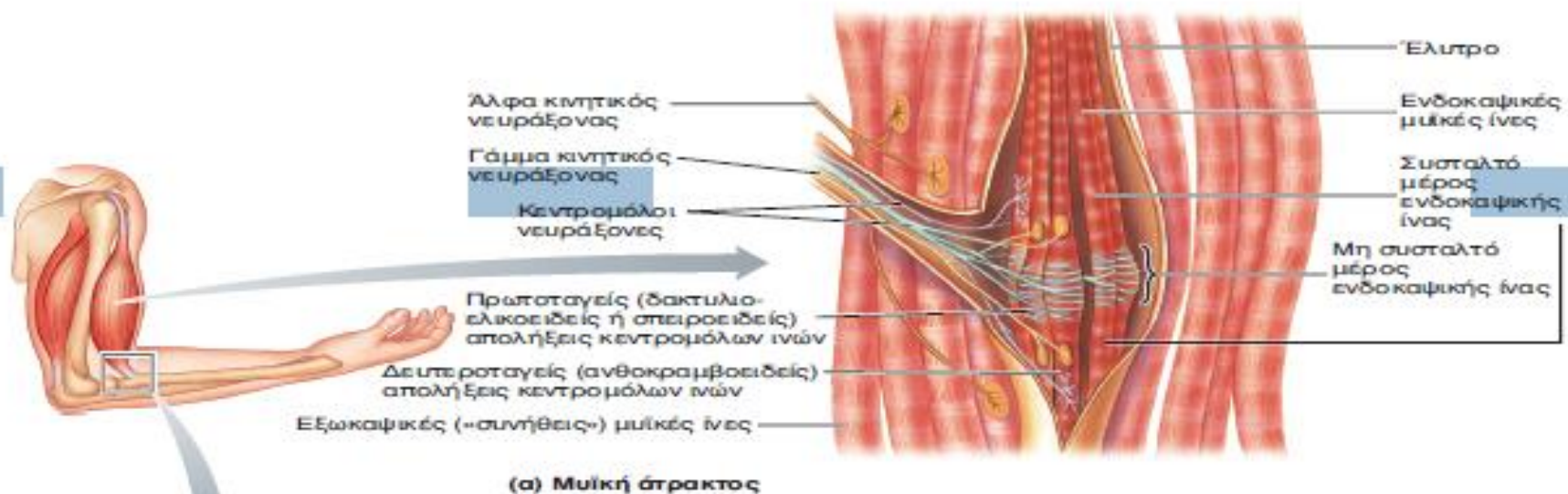


Που βρίσκονται και τι ελέγχουν η μυϊκή
άτρακτος και το τενόντιο όργανο του
GOLGI;

Έλεγχος μεταβολών μήκους

Ο έλεγχος της μεταβολής του μήκους του μυός γίνεται με ειδικούς αισθητήρες/υποδοχείς. Αυτοί είναι:

- ▣ τα όργανα golgi όπου βρίσκονται στους τένοντες
- ▣ η μυϊκή άτρακτος



Εικόνα 3.4 Μυϊκοί υποδοχείς (α, β) και λειτουργία μυϊκής ατράκτου (γ). (α) Η μυϊκή άτρακτος αποτελείται από μία ομάδα εξειδικευμένων ενδοκαψικών ινών που βρίσκονται μέσα σε ένα έλυτρο συνδετικού ιστού, παράλληλα με τις συνήθειες εξωκαψικές σκελετικές μυϊκές ίνες. Η μυϊκή άτρακτος νευρώνεται από τον δικό της γάμμα κινητικό νευρώνα και διαθέτει δύο τύπους κεντρομόλων αισθητηριακών απολήξεων, τις πρωτοταγείς (δακτυλιοελικοειδείς ή σπειροειδείς) και τις δευτεροταγείς (ανθοκραμβοειδείς) απολήξεις, που διεγείρονται με τη διάταση. (β) Το τενόντιο όργανο του Golgi διαπλέκεται με τις ίνες κολλαγόνου στον τένοντα και καταγράφει τις μεταβολές της μυϊκής τάσης που μεταδίδονται στον τένοντα (α, β: Από Sherwood, L. 2010. Εικόνα 8.24 στο *Human physiology*, 7η εκδ. Belmont, CA: Brooks/Cole-Cengage Learning)

Αισθητήρες μεταβολών μήκους μυών και τάσης τενόντων

Εξωατράκτιες ίνες:

- ▣ οι γραμμωτές μυϊκές ίνες που παράγουν μυϊκή δύναμη

Ενδοατράκτιες ίνες:

- ▣ τροποποιημένες μυϊκές ίνες που περιλαμβάνουν τους διατατικούς αισθητήρες ανίχνευσης, μεταβολών της τάσης και του μήκους

Μυϊκή άτρακτος:

- ▣ η διάταξη των ενδοατράκτιων ινών με τους διατατικούς αισθητήρες και το έλυτρο που τις περιβάλλει

Τενόντιο όργανο Golgi:

- ▣ αισθητήρας τάσης τένοντα

Η μυϊκή άτρακτος

- ▣ ελέγχει το μήκος τον μυός και την ταχύτητα συστολής του και αποτελείται από 2-4 ενδοκαψικές μυϊκές ίνες, που είναι παράλληλες με τις εξωκαψικές μυϊκές ίνες και συνδέονται με τους τένοντες.
- ▣ Το μήκος του μυός και η ταχύτητα συστολής του ρυθμίζονται με το **μυοδιατατικό αντανακλαστικό** που έχει σαν υποδαχέα τη μυϊκή άτρακτο.

Τενόντιο όργανο του GOLGI.

- Όταν η διάταση του μυός ή η δύναμη που αναπτύσσει ο μυς είναι υπερβολική, σε βαθμό που μπορεί να προκληθεί τραυματισμός τους, δραστηριοποιείται, το αντίστροφο μυοδιατακτικό αντανακλαστικό και ο μυς χαλαρώνει. Υποδοχέας για το αντανακλαστικό αυτό είναι **το τενόντιο όργανο του GOLGI**.
- Ελέγχει τη μυϊκή δύναμη και αποτελείται από δίκτυο νευρικών απολήξεων.

Αυτοματοποίηση των κινήσεων

- Η παρεγκεφαλίδα παρέχει στον εγκέφαλο συνεχή ανατροφοδότηση του κινητικού αποτελέσματος και συμβάλλει έτσι καταλυτικά στην αποτύπωση του κινητικού προτύπου και την αυτοματοποίηση των κινήσεων.