

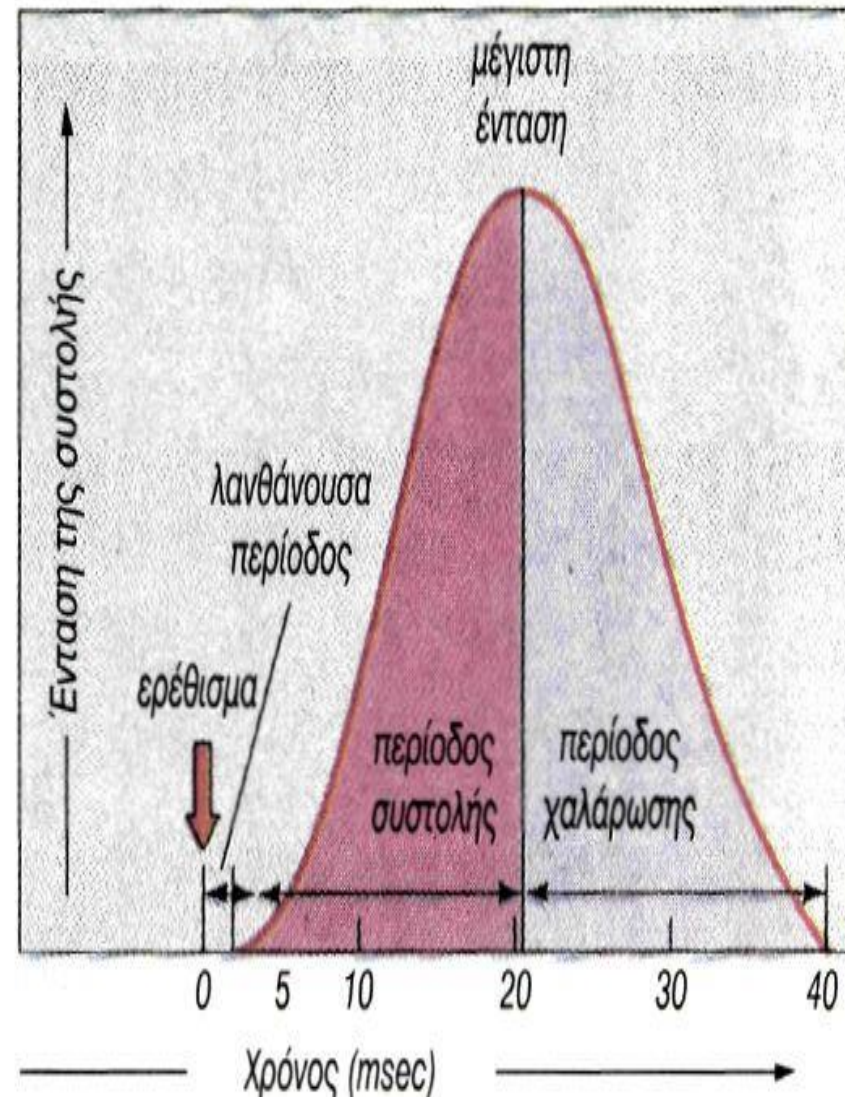
2^ο μάθημα: ΜΥΪΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

ΜΥΪΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

- Η παραγωγή δύναμης είναι αποτέλεσμα της μυϊκής συστολής.
- Η γραμμωτή μυϊκή ίνα υπό την επίδραση ενός απλού ερεθίσματος επιτελεί μία **απλή μυϊκή συστολή**, η οποία εξελίσσεται σε τρία στάδια.

ΜΥΪΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

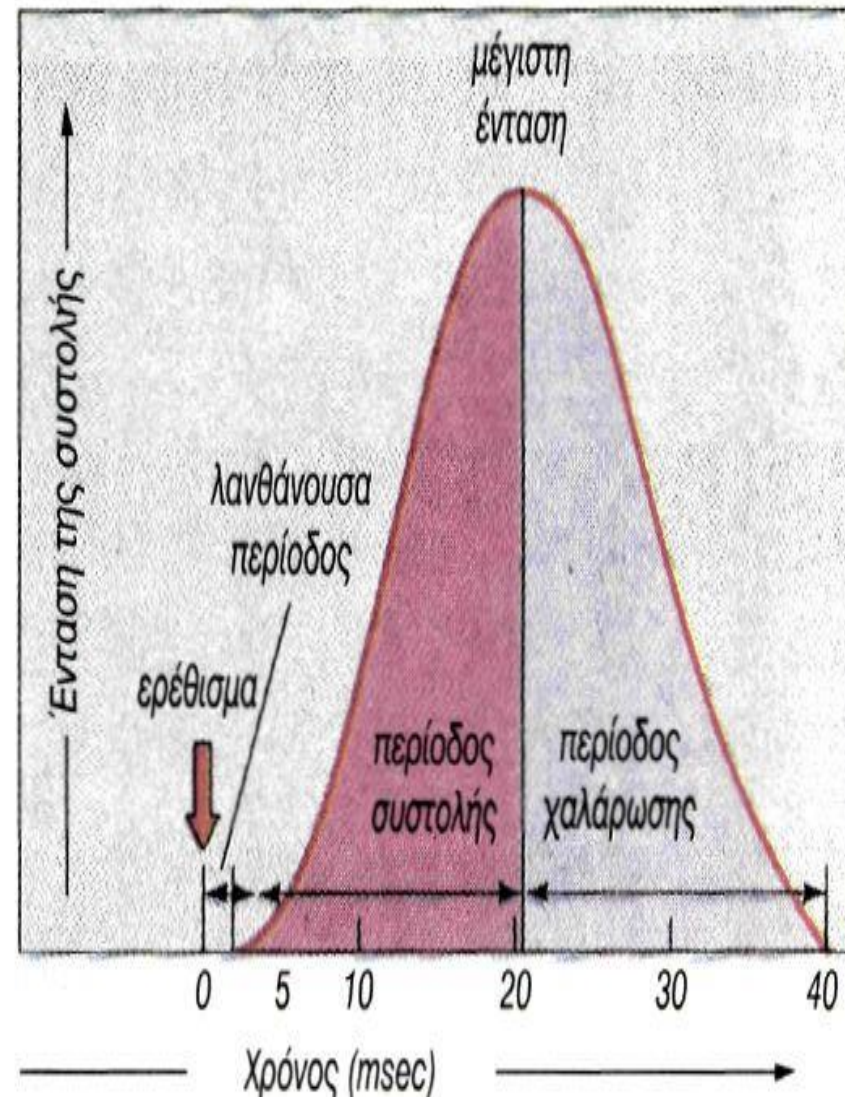
α) τον λανθάνοντα χρόνο, που είναι το χρονικό διάστημα από τη διέγερση μέχρι την έναρξη της συστολής. Ο χρόνος αυτός είναι απαραίτητος για την απελευθέρωση των ιόντων ασβεστίου και την ενεργοποίηση των ινιδίων της ακτίνης.



Εικόνα 24

ΜΥΪΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

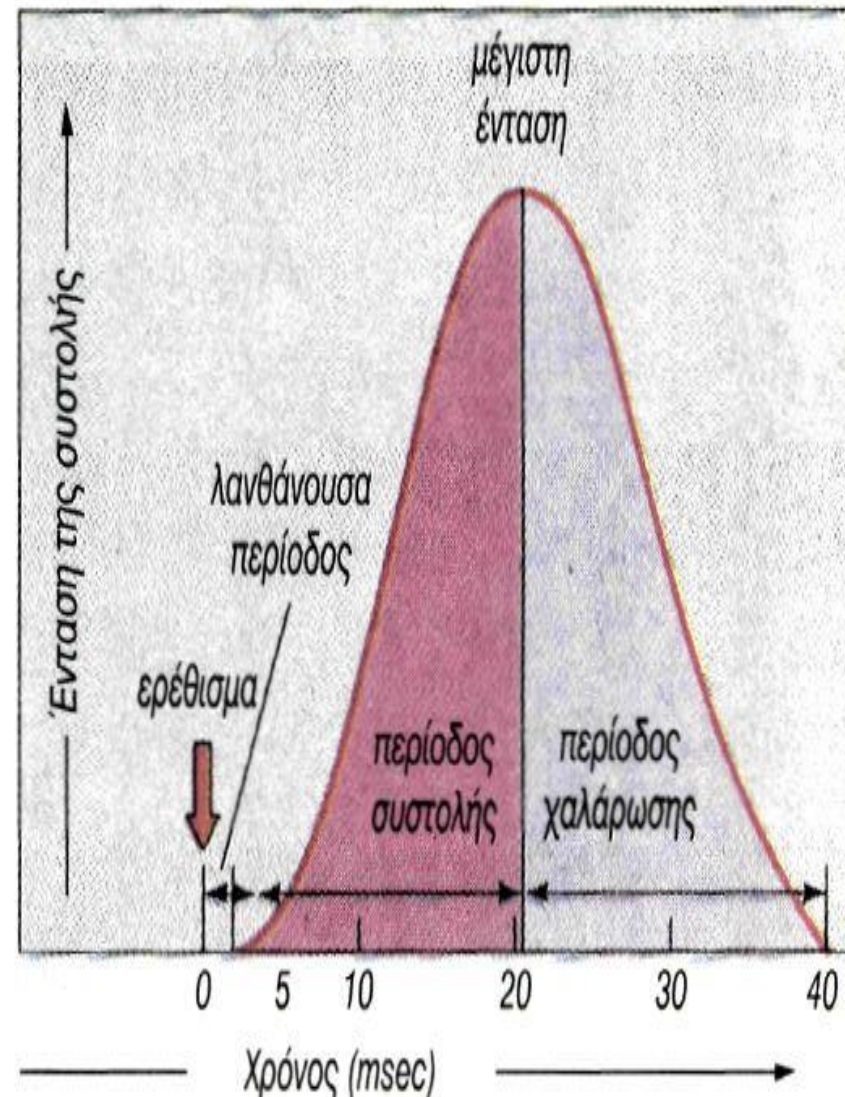
β) το χρόνο αυξανόμενης ενέργειας, ή χρόνο συστολής, δηλαδή το διάστημα από την έναρξη μέχρι την αιχμή της βράχυνσης ή τάσης.



Εικόνα 25

ΜΥΪΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

γ) το χρόνο
ελατούμενης
ενέργειας ή χρόνο
χαλάρωσης, που έχει
μεγαλύτερη διάρκεια
από το χρόνο
συστολής και καλύπτει
το διάστημα από την
αιχμή μέχρι την
αποκατάσταση.



Εικόνα 26

Μηχανική απάντηση του μυός

- Ο μυς απαντά σε ένα ερέθισμα με μια απλή συστολή, ενώ σε αλληπάλληλα ερεθίσματα, απαντά με **τετανική συστολή** που είναι άθροιση απλών συστολών. Ο χρόνος και το ύψος συστολής επηρεάζεται από την κατανομή των μυϊκών ινών, την ένταση του ερεθίσματος και τη συχνότητα διέγερσης.

Ηλεκτρομυογράφημα

- Όταν το δυναμικό ενέργειας διατρέχει τη μυϊκή ίνα, ένα μέρος του φτάνει μέχρι το δέρμα. Αν συστέλλονται ταυτόχρονα πολλές μυϊκές ίνες, τα ηλεκτρικά δυναμικά που φτάνουν στο δέρμα αθροίζονται. Τα δυναμικά αυτά είναι δυνατό να καταγραφούν, αν τοποθετηθούν δύο ηλεκτρόδια στο δέρμα ή εισαχθούν στο μυ (ηλεκτρομυογράφημα). Τα ηλεκτρομυογραφήματα χρησιμοποιούνται στην πράξη για τον εντοπισμό διαταραχών της απόκρισης των μυϊκών κυττάρων σε ερεθίσματα.

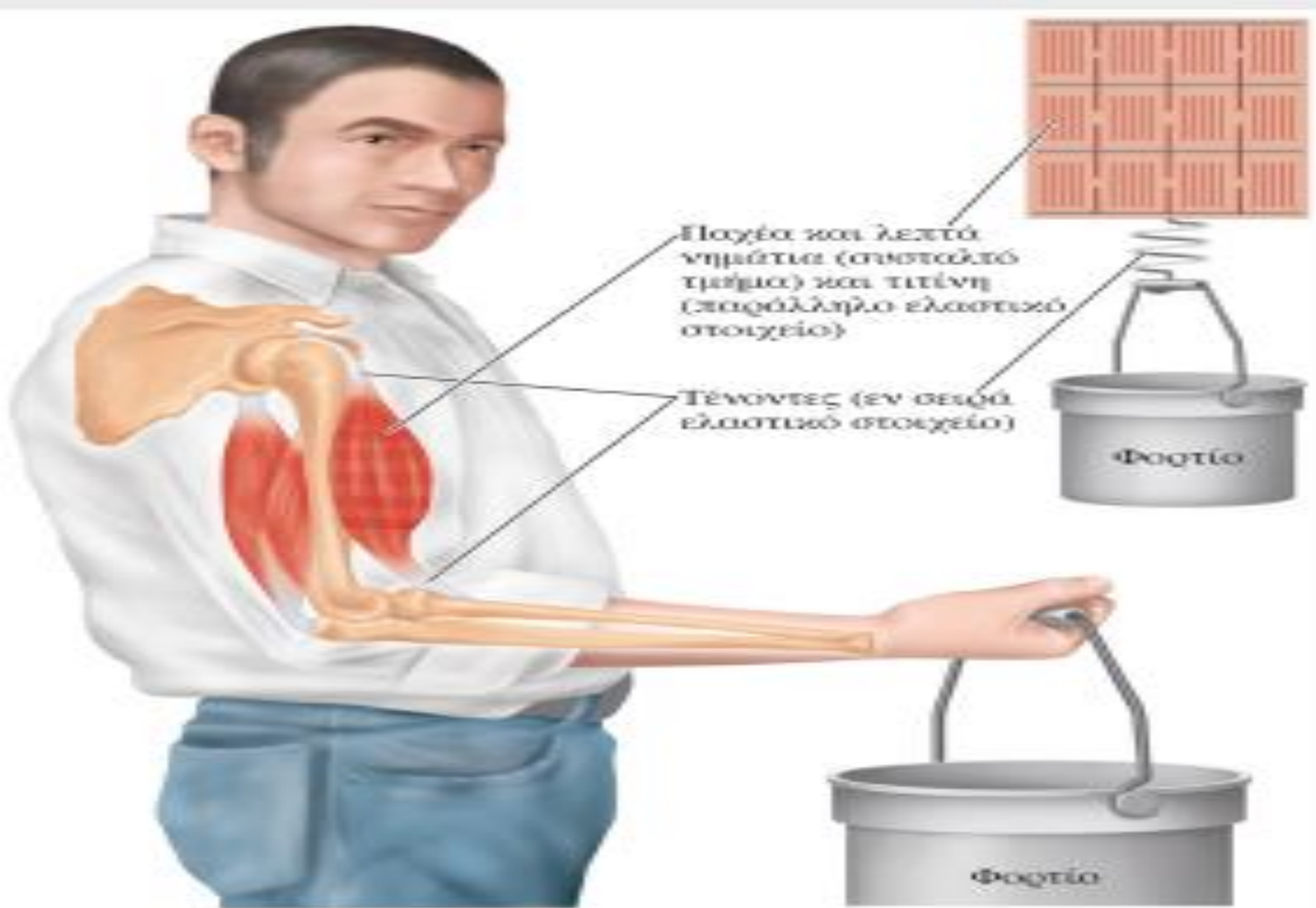
Συσταλτά & ελαστικά στοιχεία του μυός

Η συμπεριφορά του μυός κατά τη συστολή προσδιορίζεται από τα:

- συσταλτά στοιχεία: Παχέα & Λεπτά Νημάτια
- τα παράλληλα ελαστικά: συνδετικό ιστό που περιβάλλει τα μυοϊνίδια
- και τα ελαστικά στοιχεία στη σειρά : Τένοντες

Συσταλά & ελαστικά στοιχεία του μυός

- Κατά την τετανική διέγερση του μυός βραχύνονται τα συσταλά στοιχεία και τεντώνουν τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά, όπως τεντώνει ένα ελατήριο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποθήκευση μηχανικής ενέργειας, που μπορεί ν' αξιοποιηθεί σε αθλητικές προσπάθειες. (εικόνα 27).

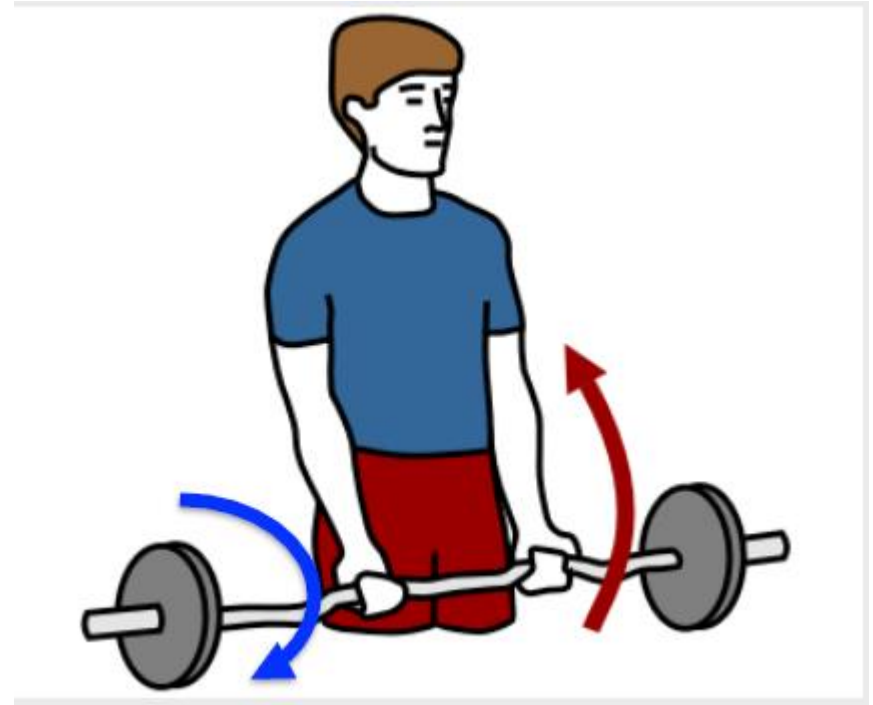


Εικόνα 27

Τάση - Φορτίο

Εικόνα 28

- Μυϊκή τάση: η δύναμη που ασκείται από τον συστελλόμενο μυ πάνω σε ένα αντικείμενο
- Φορτίο: η δύναμη που ασκείται από ένα αντικείμενο πάνω στο μυ



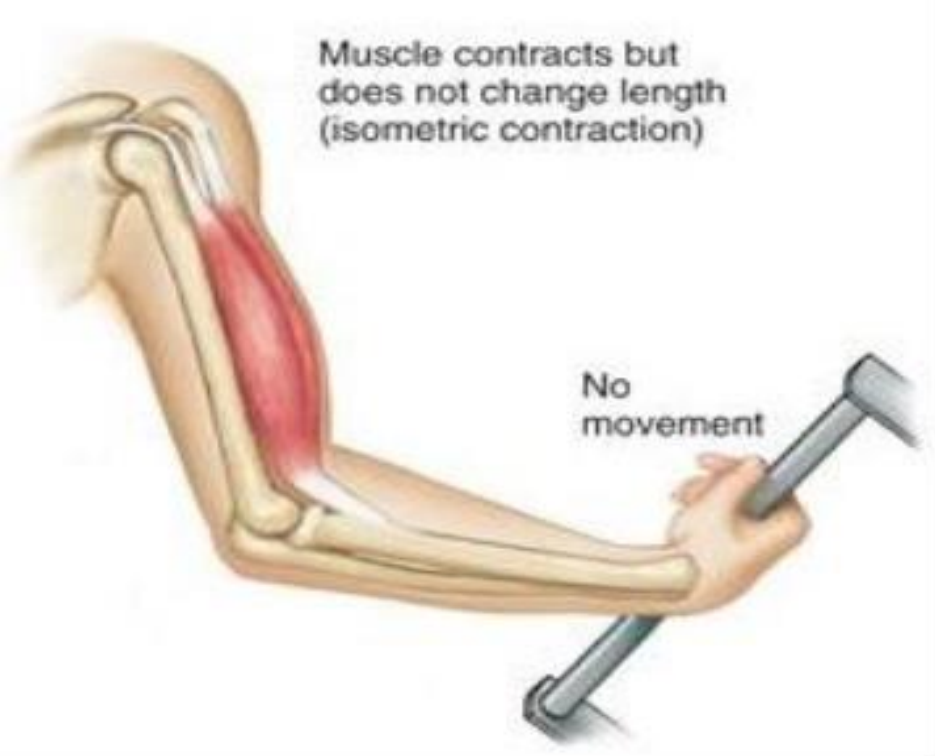
Κίνηση: Μυϊκή τάση > Φορτίο

Είδη μυϊκής συστολής

- Να αναφέρετε τα είδη της μυϊκής συστολής και τις μορφές έργου που παράγουν.

Ισομετρική συστολή

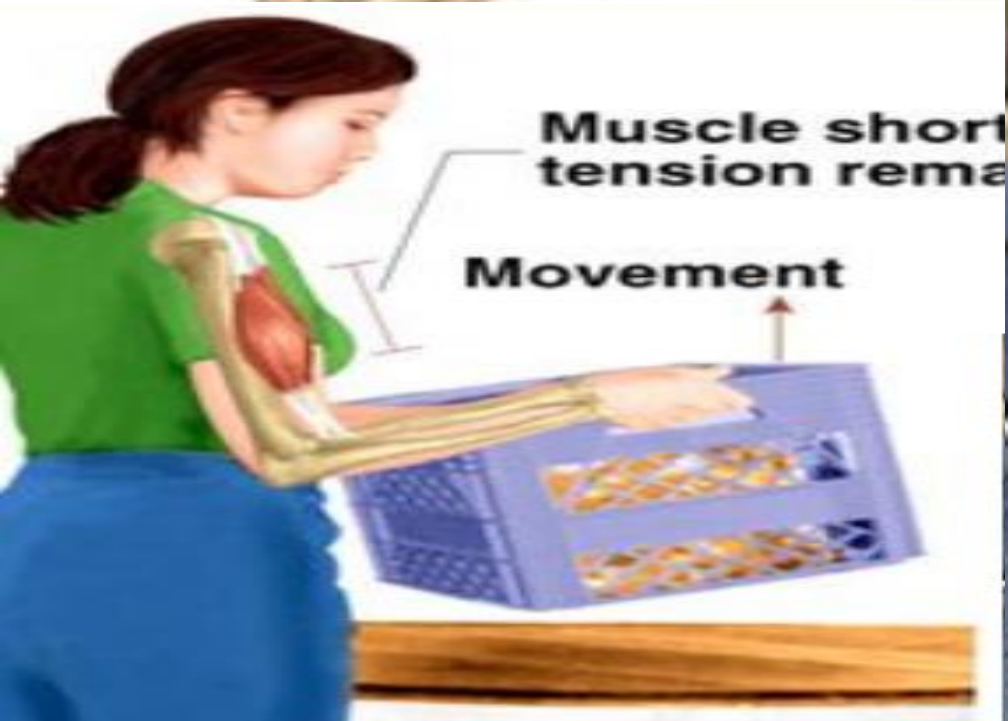
- Ο μυς αναπτύσσει τάση δεν αλλάζει μήκος
Βράχυνση X
Επιμήκυνση X
- υποστηρίζει σταθερό φορτίο
- προσπαθεί να κινήσει υποστηριζόμενο φορτίο
 \geq από την παραγόμενη μυϊκή τάση (εικόνα 29)



Εικόνα 29

Μειομετρική συστολή (σύγκεντρη)

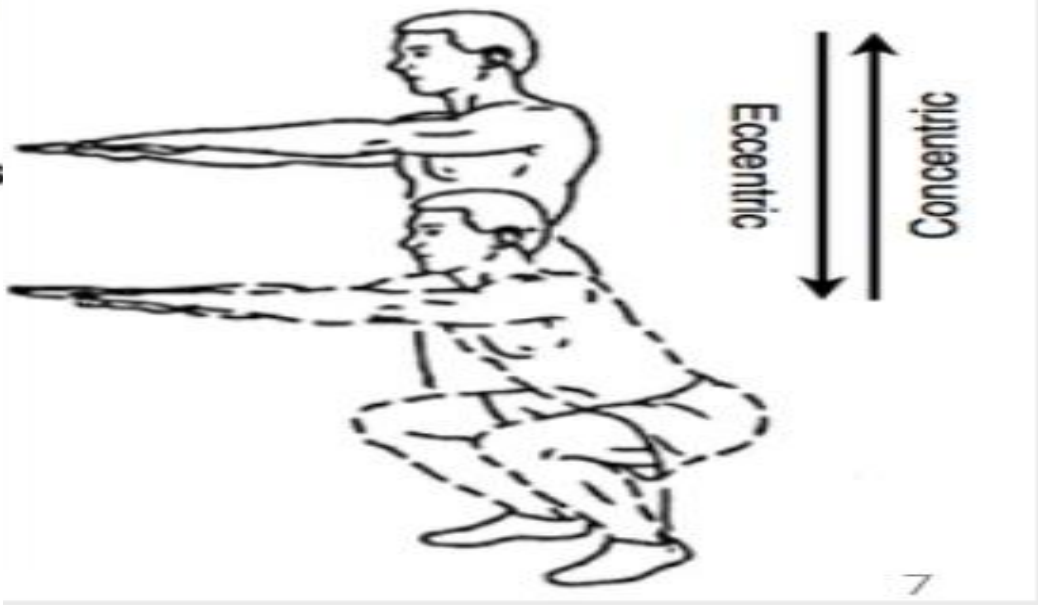
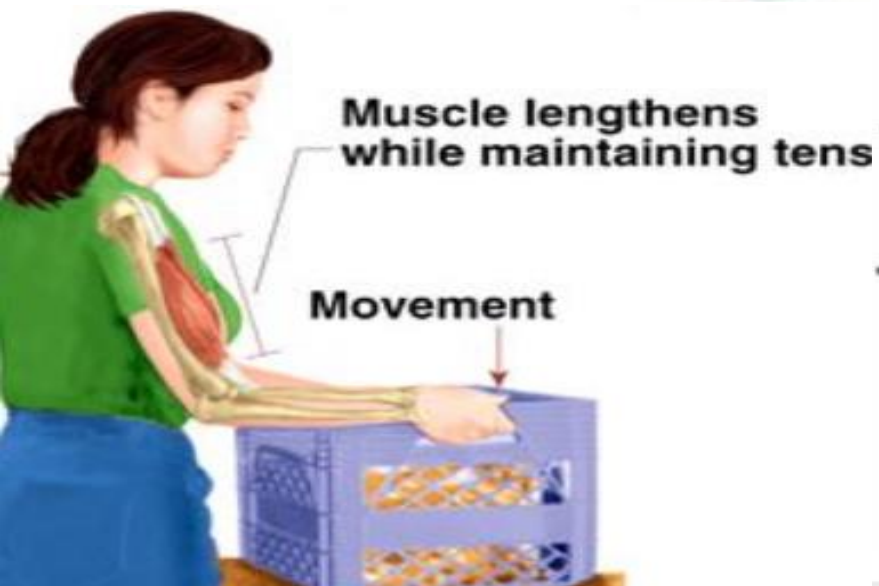
- Ο μυς αναπτύσσει τάση αλλάζει μήκος
Βράχυνση \checkmark
Επιμήκυνση \times
- το φορτίο παραμένει σταθερό
- ο μυς βραχύνεται
- μετακινούμενο φορτίο \leq παραγόμενη μυϊκή τάση (σταθερή) (εικόνα 30).



Εικόνα 30

Πλειομετρική συστολή (έκκεντρη)

- ο μυς αναπτύσσει τάση αλλάζει μήκος
Βράχυνση X
Επιμήκυνση \checkmark
- Η επιμήκυνση δεν είναι ενεργητική διαδικασία
- Εξωτερικές δυνάμεις (φορτίο) έλκουν το μυ
- Μη στηριζόμενο φορτίο $>$ από την παραγόμενη μυϊκή τάση



Εικόνα 31

Είδη μυϊκής συστολής

Είδος

- Ισομετρική
- Μειομετρική ή σύγκεντρη
- Πλειομετρική η έκκεντρη

Μήκος μυοτενόντιας ενότητας

αμετάβλητο

μείωση

αύξηση

Είδη μυϊκής συστολής

- Τόσο η μειομετρική όσο και η πλειομετρική αναφέρονται και ως **ισοτονική ή δυναμική συστολή** σε αντιδιαστολή με την ισομετρική που αναφέρεται ως **στατική συστολή**.
- Όταν η ταχύτητα συστολής παραμένει σταθερή σε όλη την τροχιά της κίνησης τότε αναφέρεται ως **ισοκινητική συστολή**.

Μηχανικές ιδιότητες του μυός

- Μηκοδυναμική σχέση
- Ταχυδυναμική σχέση
- Προδιάταση μυός

Μηκοδυναμική σχέση του μυός

Η μέγιστη δύναμη, που μπορεί να παράγει ένας μυς, εξαρτάται από το αρχικό του μήκος.

- Όταν το αρχικό μήκος τη στιγμή της διέγερσης αντιστοιχεί στο **μήκος ηρεμίας**, ο μυς παράγει τη μεγαλύτερη δύναμη επειδή η θέση των νηματίων της ακτίνης και μυοσίνης είναι ιδανική.

Μηκοδυναμική σχέση του μυός

- Όταν ο μυς **βραχύνεται** τότε τα νημάτια συσσωρεύονται τόσο πολύ, ώστε να συμπίπτουν με αποτέλεσμα την κάθετη πτώση της παραγόμενης δύναμης σε τιμές λίγο μεγαλύτερες από το μηδέν.

Μηκοδυναμική σχέση του μυός

- Όσο το μήκος του μυός **μεγαλώνει** τα νημάτια αποδεσμεύονται και, επομένως, η δύναμη μειώνεται.
- Όταν το μήκος του μυός είναι μέγιστο, ο αριθμός των γεφυρών σύνδεσης μεταξύ της ακτίνης και της μυοσίνης είναι μηδενικός και, επομένως, η παραγόμενη δύναμη πλησιάζει το **μηδέν**.

Ταχυδυναμική σχέση του μυός

- Ορίσατε τη ταχυδυναμική σχέση του μυός. Τι προκύπτει από τη σχέση αυτή με προπονητικό ενδιαφέρον, όσον αφορά τη βελτίωση της δύναμης και της ταχύτητας συστολής του μυός.

Ταχυδυναμική σχέση του μυός

- Η δύναμη που παράγουν οι μύες εξαρτάται από την ταχύτητα της μυϊκής σύσπασης.
- Όσο πιο γρήγορα συστέλλεσαι ένας μυς τόσο πιο λίγη δύναμη παράγει.
- Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι η ανώτατη μυϊκή ισχύς επιτυγχάνεται όταν ο μυς βραχύνεται με το $1/3$ της μέγιστης ταχύτητας του και με μια επιβάρυνση που επίσης ισοδυναμεί στο $1/3$ της μέγιστης ισομετρικής δύναμης.

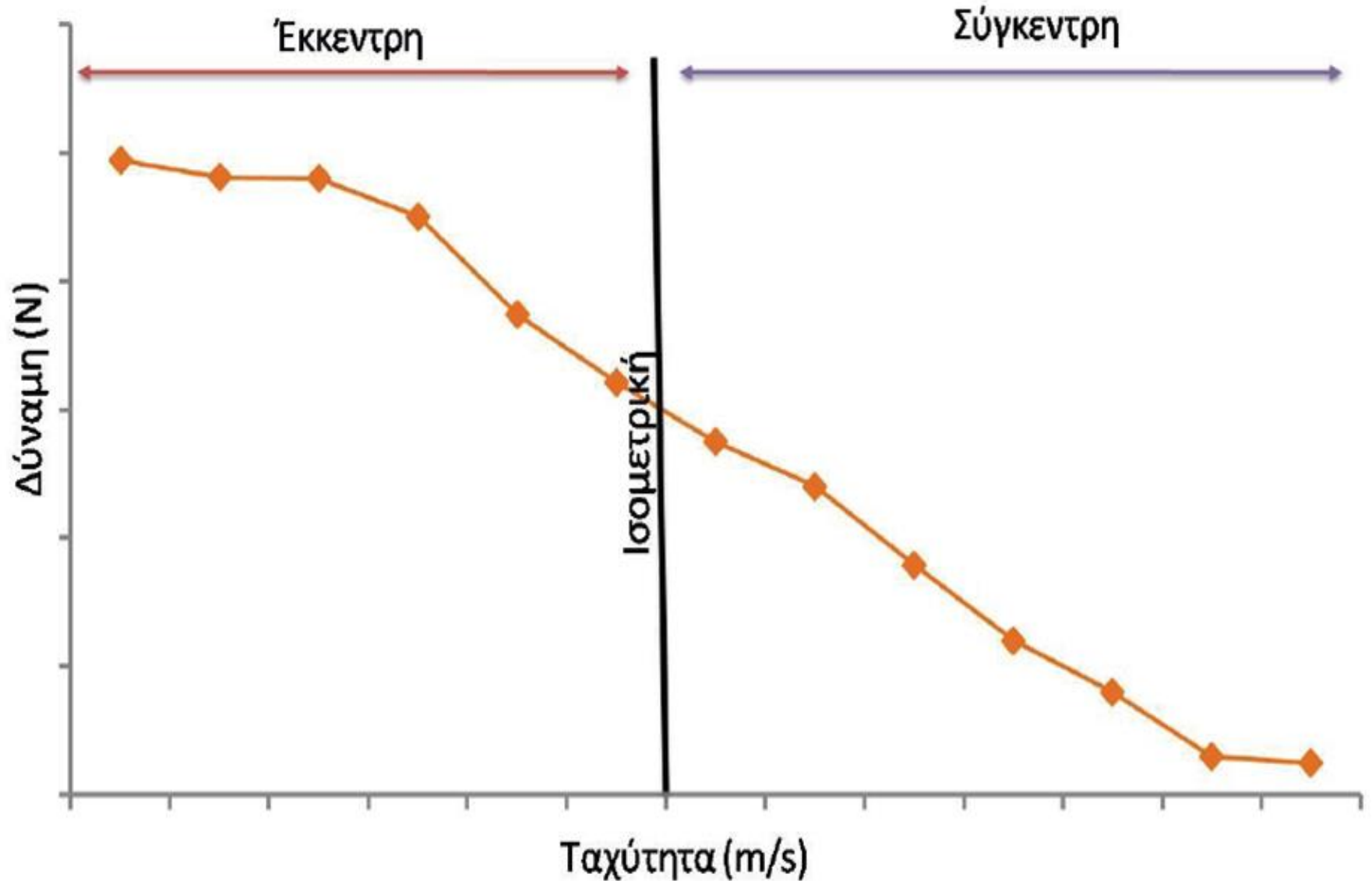
Ταχυδυναμική σχέση του μυός

- Η ταχυδυναμική σχέση διαφέρει ανάμεσα στην **έκκεντρη** και τη **σύγκεντρη** μυϊκή δραστηριότητα.
- όσο αυξάνει η ταχύτητα σύσπασης, τόσο η σύγκεντρη μυϊκή δύναμη μειώνεται. Η μείωση της δύναμης αποδίδεται τόσο στη μείωση του αριθμού εγκάρσιων γεφυρών σύνδεσης μεταξύ της ακτίνης και της μυοσίνης όσο και στη μειωμένη παραγωγή δύναμης από κάθε γέφυρα σύνδεσης. (εικόνα 32)

Ταχυδυναμική σχέση του μυός

- Αντιθέτως, κατά την έκκεντρη δραστηριότητα, η αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση της παραγόμενης μυϊκής δύναμης. Η αύξηση αυτή αποδίδεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η υψηλότερη παραγωγή δύναμης, όταν η μυϊκή ίνα επιμηκύνεται και η αντίσταση που προβάλλει ο συνδετικός ιστός στην επιμήκυνσή του.
(εικόνα 32)

Ταχυδυναμική σχέση του μυός



Εικόνα 32

Προδιάταση του μυός

- Τι είναι προδιάταση του μυός, που οφείλεται και ποιά η σχέση της στη μυϊκή απόδοση;

Προδιάταση του μυός

- Όταν ένας μυς σ' ένα δοσμένο μήκος διαταθεί αμέσως πριν τη διέγερσή του, παράγει μεγαλύτερη δύναμη.
- Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι με τη διάταση αποθηκεύεται ενέργεια στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά, που αξιοποιείται κατά τη συστολή που ακολουθεί.

Δράση μοχλών

- Οι μύες καταφύονται στα οστά με τους τένοντες τους και σχηματίζουν συστήματα μοχλών.
- Η ελκτική δύναμη επηρεάζεται από το σημείο κατάφυσης του μυός. Όσο μακρύτερα γίνεται η κατάφυση από τη άρθρωση, τόσο μικρότερη ελκτική δύναμη θα χρειαστεί για την υποστήριξη ενός δοσμένου βάρους.

Μυς	Θέση φορτίου	Κίνηση	Μηχανικό μειονέκτημα
Τρικόφαλος	παλάμη	έκταση πήχεως	22
Τετρακέφαλος	πόδι	έκταση κνήμης	17,5
Ημιτενοντώδεις	πέλμα	κάμψη κνήμης	8,5
Μέγας γλουτιαίος	πέλμα	έκταση μηρού	8,2
Δικόφαλος	παλάμη	κάμψη πήχεως	7
Γαστροκνήμιος	σώμα	έκταση ποδιού ανύψωση σώματος	2,3

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη

- Τύπος μυϊκών ινών. Οι γρήγορες μυϊκές ίνες αναπτύσσουν μεγαλύτερη δύναμη από τις αργές.
- Είδος μυϊκής συστολής. Με την πλειομετρική συστολή παράγεται η υψηλότερη δύναμη και με τη μειομετρική η χαμηλότερη, ενώ με την ισομετρική αναπτύσσεται ενδιάμεση δύναμη.
- Ταχύτητα μυϊκής συστολής. Η δύναμη μειώνεται με την αύξηση της ταχύτητας κατά τη μειομετρική συστολή, ενώ αυξάνεται με την αύξηση της ταχύτητας στην πλειομετρική συστολή.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη

- Αρχικό μήκος μυός. Η δύναμη που αναπτύσσει ένας μυς ποικίλει ανάλογα με το μήκος του. Η μέγιστη δύναμη αντιστοιχεί στο μήκος ηρεμίας.
- Προδιάταση μυός. Αν πριν από τη μυϊκή συστολή διαταθεί ο μυς, αποθηκεύεται ενέργεια στα ελαστικά του στοιχεία και παράγει μεγαλύτερη δύναμη.
- Μυϊκή μάζα. Όσο μεγαλύτερη μάζα έχει ένας μυς, τόσο μεγαλύτερη δύναμη παράγει.
- Δράση μοχλών. Το μήκος των μοχλοβραχιόνων δίνει μηχανικό πλεονέκτημα ή μειονέκτημα στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη

- Διάταξη ινών. Η αρχιτεκτονική διάταξη των ινών σ' ένα μυ επηρεάζει την απόδοσή του.
- Ηλικία και φύλο. Η μέγιστη δύναμη αυξομειώνεται με την ηλικία του ατόμου και είναι μεγαλύτερη στον άντρα από ότι στην γυναίκα.
- Ψυχολογικές αναστολές. Αυτές εμποδίζουν το άτομο να φτάσει το ανώτατο όριο της μυϊκής του απόδοσης.
- Ατομικές διαφορές. Αυτές αναφέρονται τόσο στις ενδοατομικές, όσο και στις διατομικές διαφορές.

Ανάπτυξη μυϊκής δύναμης

- Αρχή της επιβάρυνσης: Η μυϊκή δύναμη και αντοχή αναπτύσσεται μόνον όταν οι μύες φορτίζονται με επιβαρύνσεις μεγαλύτερες από εκείνες που συνήθως αντιμετωπίζουν.
- Προοδευτική αντίσταση: η επιβάρυνση πρέπει να προσαρμόζεται σε υψηλότερα επίπεδα, ανάλογα με τη λειτουργική προσαρμοστικότητα και απόδοση των μυών.

Ανάπτυξη μυϊκής δύναμης

- Αρχή της εξειδίκευσης: Μεγιστοποίηση της νευρομυϊκής απόδοσης για μια συγκεκριμένη κίνηση σημειώνεται όταν εφαρμόζεται η αρχή της εξειδίκευσης, δηλαδή όταν επιστρατεύονται κατά την προπόνηση οι σχετικές με την κίνηση μυϊκές ομάδες.

Μυϊκή αντοχή

- Η μυϊκή αντοχή αναφέρεται στην ικανότητα ενός μυός ή μιας ομάδας μυών να διατηρεί ή να επαναλαμβάνει μια συστολή χωρίς κάματο. Σε ισομετρικές συστολές η μυϊκή αντοχή εξαρτάται από την επιβάρυνση, ενώ σε ρυθμικά εκτελούμενες ισοτονικές συστολές από την επιβάρυνση και τη συχνότητα των συστολών.

Μυϊκός κάματος

- Ο μυϊκός κάματος χαρακτηρίζεται από μείωση της μυϊκής δύναμης, ή αντοχής. Κατά τη μέγιστη βουλητική προσπάθεια ο κάματος εντοπίζεται στην νευρομυϊκή σύνδεση, όπου μειώνεται η απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης. Σε παρατεταμένες μυϊκές προσπάθειες οφείλεται τόσο στο κεντρικό νευρικό σύστημα όσο και στα μυϊκά κύτταρα.

Μυϊκός πόνος

Ο μυϊκός πόνος μπορεί να είναι προσωρινός ή καθυστερημένος.

- Προσωρινός πόνος παρατηρείται μετά από εξαντλητική προπόνηση, διαρκεί περίπου δύο ώρες και έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της μέγιστης δύναμης. Γενεσιουργός του αιτία φαίνεται να είναι η συσσώρευση προϊόντων του μεταβολισμού στους μυς.

Μυϊκός πόνος

- Ο καθυστερημένος πόνος κορυφώνεται μία ή δύο ημέρες μετά την προπόνηση και διαρκεί μέχρι πέντε μέρες. Η πρωταρχική του αιτία είναι η θλάση που γίνεται σ' ένα μικρό αριθμό μυϊκών ινών και το τέντωμα μερικών ινών του συνδετικού ιστού.