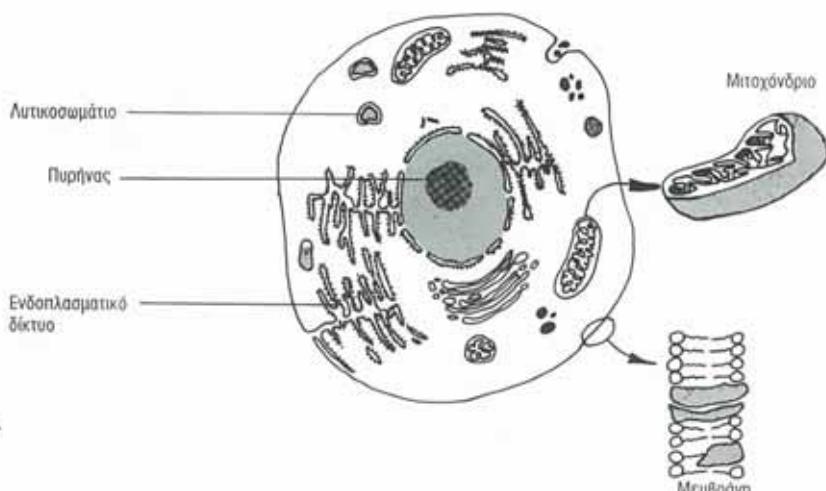


# 1 / Συστατικά του Κινητικού Συστήματος – Λειτουργικές Μονάδες

Η μελέτη της κίνησης του σώματος σαν σύνολο πρέπει να περιλαμβάνει κάποια κατανόηση των βασικών συστατικών της. Η μονάδα δομής είναι το κύτταρο το οποίο μελετά λεπτομερώς ο ιστολόγος, ο βιοχημικός και ο φαρμακολόγος. Στις μελέτες κίνησης, το ενδιαφέρον μας είναι να εκτιμήσουμε πώς είναι οργανωμένα τα κύτταρα και οι ιστοί για να δημιουργήσουν μία κινητή άρθρωση, έναν συσπάσμενο μυ, μία ενεργητική νευρική ίνα και πώς μερικοί συνδετικοί ιστοί περιορίζουν την κίνηση. Έχοντας αυτά υπ' όψιν θα μελετηθούν η μονάδα δομής του κυττάρου και η οργάνωση των κυττάρων μέσα στις λειτουργικές μονάδες του κινητικού συστήματος.

## 1.1 Το κύτταρο και οι βασικοί ιστοί

Κάθε κύτταρο έχει μία εξωτερική περιοριστική μεμβράνη η οποία στηρίζει το κύτταρο και ελέγχει ποιές ουσίες εισέρχονται και εξέρχονται σ' αυτό. Η κυτταρική μεμβράνη απαρτίζεται κυρίως από λίπος και μόρια πρωτεΐνης. Το λίπος είναι συνήθως οργανωμένο σε δύο στρώματα με μόρια πρωτεΐνης διασκορπισμένα ανάμεσα (Εικ. 1.1.). Τα στρώματα λίπους (υπό μορφή φωσφορολιπίδης, γλυκολιπίδης και στερίνης χοληστερίνης) παίζουν ένα δομικό ρόλο και η πρωτεΐνη βοηθά τη μεταφορά ουσιών διαμέσου της μεμβράνης, π.χ. μέσα και έξω από το κύτταρο. Μερικές ουσίες περνούν διαμέσου της μεμβράνης με διάχυση και μικρά σωματίδια π.χ. ιόντα, θα περάσουν διαμέσου της μεμβράνης με μεγαλύτερη ευκολία. Όλες οι κυτταρικές μεμβράνες είναι εκλεκτικά διαπερατές και η παρουσία ενζύμων στο τμήμα πρωτεΐνης της μεμβράνης επιτρέπει σε μεγαλύτερα σωματίδια να κινούνται μέσα και έξω. Επιπλέον η παρουσία ενζύμων επιτρέπει μερικά σωματίδια να κινούνται εναντίον της ζοής της διάχυσης π.χ. ενάντια στο βαθμό συγκέντρωσης με ενεργητική μεταφορά. Για παράδειγμα, ένα τμήμα της πρωτεΐνης στην κυτταρική μεμβράνη ενεργεί σαν ένα ένζυμο για την συνεχή μεταφορά των ιόντων νατρίου εκτός του κυττάρου.



Εικ. 1.1. Ένα υπικό κύτταρο, μεμβράνη και μιτοχόνδρια σε μεγέθυνση.

Η ενεργητική μεταφορά γνωστή σαν “αντλία νατρίου” = Sodium pump, απομακρύνει το νάτριο το οποίο θα ήταν επιβλαβές για την εσωτερική λειτουργία του κυττάρου.

Μέσα στο κύτταρο βρίσκεται ο πυρήνας ο οποίος είναι τοποθετημένος μέσα στο πρωτόπλασμα του κυττάρου. *Οργανίδια*, το καθένα με τη δική του μεμβράνη, βρίσκονται μέσα στο κυτταρόπλασμα. Μερικά παραδείγματα οργανιδών είναι τα ακόλουθα.

**1 Ενδοπλασμικό δίκτυο** είναι ένα περίτεχνο σύστημα σωλήνων το οποίο εκτείνεται από την μεμβράνη του κυττάρου ως την μεμβράνη του πυρήνα. Προσφέρει ένα σύστημα αγωγιμότητας για την κίνηση ουσιών μέσα στο κύτταρο και χωρίζει το κύτταρο σε διαμερίσματα με τοποθεσίες, γνωστές σαν ριβοσώματα, για την παραγωγή πρωτεΐνης. Στα μικρά κύτταρα, το ενδοπλασμικό (σαρκοπλασμικό) δίκτυο αποθηκεύει ιόντα αισθεστίου, τα οποία παίζουν ένα βασικό ρόλο στον μηχανισμό σύσπασης του μυός.

**2 Μιτοχόνδρια** είναι οι “σταθμοί ενέργειας” του κυττάρου όπου πλούσια σ' ενέργεια συστατικά, π.χ. αδενολίνη τριφασφορική (ATP) αποθηκεύονται και οι υδατάνθρακες (γλυκογόνου) διασπώνται για να απελευθερώσουν ενέργεια. Κάθε μιτοχόνδριο έχει μία διπλή μεμβράνη, η εσωτερική αποτελείται από πολλές πτυχές, παρέχοντας έτσι μία μεγάλη επιφάνεια ώστε να λάβουν χώρα χημικές αντιδράσεις (Εικ. 1.1). Κύτταρα τα οποία απαιτούν υψηλή ενέργεια όπως μυϊκά κύτταρα και νευρώνες έχουν ένα μεγάλο αριθμό μιτοχονδρίων. Οι αερόβιες αντιδράσεις κατά την απελευθέρωση ενέργειας συμβαίνουν στα μιτοχόνδρια. Πυροσταφυλικό οξύ εισέρχεται στα μιτοχόνδρια για να διασπασθεί σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό κάτω από την ενέργεια ενζύμων. Διαφορετικά μέρη της διαδικασίας λαμβάνουν χώρα σε ειδικές περιοχές των μιτοχονδρίων.

**3 Λυσινοσωμάτια** είναι οργανίδια με μία μεμβράνη, ποικίλουν σε μεγεθος και σχήμα και αποτελούν τις μονάδες καθαρισμού του κυττάρου. Τα λυσινοσωμάτια είναι σημαντικά για την ανάπτυξη και την επισκευή του κυττάρου όταν μόρια του κυττάρου διασπώνται πριν αποβληθούν από το κύτταρο. Επίσης διασπούν τις τοξίνες, τα βακτηρίδια και τους ιούς οι οποίοι έχουν εισέλθει στο κύτταρο. Τα παραγώγα του αποτελέσματος είντε αποβάλλονται στο εξωτερικό του κυττάρου ή απορριφούνται μέσα του.

Τα κύτταρα συλλέγονται μαζί για να σχηματίσουν ένα ιστό, μία συλλογή ομοίων κυττάρων που βρίσκεται στην μεσοκυττάριο ουσία. Κάθε ιστός έχει μία ειδική λειτουργία. Μέσα στο νευρομυϊκό σύστημα τρεις βασικοί ιστοί παίζουν σπουδαίους ρόλους: συνδετικός ιστός, μυς και νεύρο.

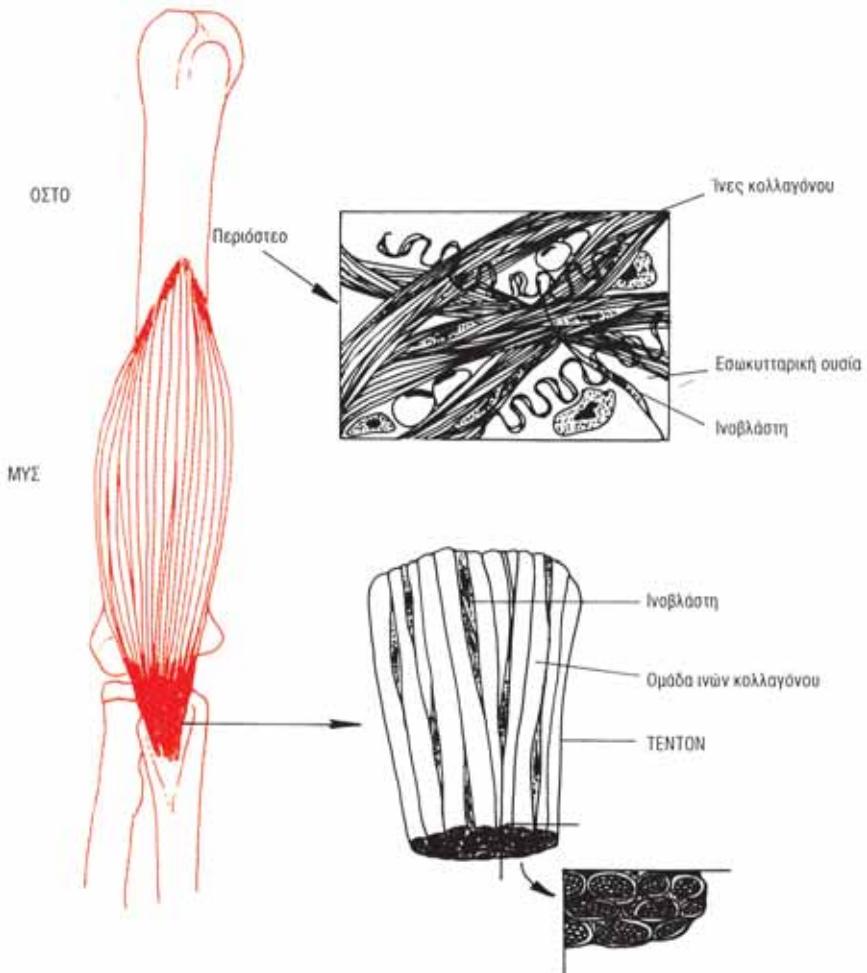
## 1.2 Συνδετικοί ιστοί μέσα στο μυοσκελετικό σύστημα

Η γενική λειτουργία του συνδετικού ιστού είναι να ενώνει ή να συνδέει δομές του σώματος και να δίνει στήριγμα. Το οστό προσφέρει την άκαμπτη οργανωτική δομή για στήριγμα. Όπου τα οστά αρθρώνονται το ένα με το άλλο πυκνός, ινώδης συνδετικός ιστός πλούσιος σε κολλαγόνες ίνες περιβάλλει τα άκρα των οστών, επιτρέποντας να παραχθεί κίνηση ενώ διατηρείται η σταθερότητα. Επίσης, ο χόνδρος έχει σχέση με τις

αρθρώσεις, όπου σχηματίζει ένα συμπιεστό σύνδεσμο ανάμεσα σε δύο οστά ή προσφέρει μία επιφάνεια χαμηλής τριβής για ομαλή κίνηση. Ο συνδετικός ιστός επίσης προσφέρει μύες στο οστό, είτε υπό μορφή τένοντος ή επίπεδης περιτονίας. Οι τρεις συνδετικοί ιστοί οι οποίοι παίζουν ένα μεγάλο ρόλο στην κίνηση θα περιγραφούν παρακάτω.

### 1.2.1 Πυκνός ινώδης ιστός

Ο πυκνός ινώδης συνδετικός ιστός έχει λίγα κύτταρα και αποτελείται κυρίως από ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης - νήματα πρωτεΐνης τα οποία δίνουν στόν ιστό μεγάλη δύναμη. Οι ίνες παράγονται από ινοβλαστικά κύτταρα τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στις ίνες (Εικ. 1.2), και ο ιστός έχει υψηλή ελαστική δύναμη για να αντισταθεί στις δυνάμεις διάτασης.



Εικ. 1.2. Πυκνός ινώδης συνδετικός ιστός που καλύπτει οστό και μυώνα και σχηματίζει τέντονα.

Η σκληρότητα αυτού του ιστού μπορεί να γίνει αισθητή όταν κόβουμε μία μπριζόλα με μη ακονισμένο μαχαίρι: οι μυϊκές ίνες κόβονται εύκολα αλλά το λευκό κάλυμμα του συνδετικού ιστού είναι πολύ σκληρό. Παραδείγματα αυτού του ιστού είναι τα ακόλουθα.

**1 Ο θύλακας περιβάλλει τις κινητικές αρθρώσεις δένοντας τα οστά μαζί** (βλέπε Εικ. 1.8).

**2 Οι σύνδεσμοι σχηματίζουν δυνατές ταινίες για να δυναμώσουν τους αρθρικούς θύλακες σε ειδικές κατευθύνσεις και να περιορίσουν την κίνηση. Μερικοί σύνδεσμοι περιέχουν ένα μεγάλο ποσοστό ελαστίνης, η οποία αυξάνει την ελαστικότητά τους όπως εκείνων ανάμεσα στα τόξα των σπονδύλων (μεσοτόξιοι σύνδεσμοι).**

**3 Οι τένοντες** ενώνουν τις συσπώμενες μυϊκές ίνες στο οστό. Σε αμφότερους τένοντες και συνδέσμους οι ίνες κολλαγόνου είναι παράλληλες προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης τάσης.

**4 Η απονεύρωση** είναι μία δυνατή επίπεδη μεμβράνη με ίνες κολλαγόνου οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικές κατευθύνσεις για να σχηματίσουν φύλλα συνδετικού ιστού. Οι απονευρώσεις μπορούν να σχηματίσουν την πρόσφυση ενός μυός όπως οι λοξοί κοιλιακοί μύες, οι οποίοι συναντούνται στο μέσο της κοιλιάς (βλέπε Εικ. 10.7, σελ. 620). Στην παλάμη του χεριού και στο πέλμα του ποδιού μία απονεύρωση βρίσκεται βαθιά κάτω από το δέρμα και σχηματίζει έναν προστατευτικό υμένα για τους τένοντες κάτω από αυτήν (βλέπε Εικ. 6.3 και 8.22 σελ. 132 και 193).

**5 Ο καθεκτικός σύνδεσμος** είναι μία ταινία από πυκνό ινώδη ιστό ο οποίος δένει τους τένοντες των μυών και εμποδίζει το χαλάρωμα κατά την κίνηση. Ένα παράδειγμα είναι ο καθεκτικός σύνδεσμος καμπτήρων του καρπού, ο οποίος συγχρατεί τους τένοντες των μυών οι οποίοι περνούν μέσα στην παλάμη στη θέση τους (βλέπε Εικ. 6. 12,6, 141).

**6 Η περιτονία** είναι ένας όρος ο οποίος χρησιμοποιείται για τις μεγάλες περιοχές πυκνού ινώδους ιστού ο οποίος περιβάλλει τους μύες όλων των τμημάτων του σώματος. Η περιτονία είναι ειδικά αναπτυγμένη στα άκρα, όπου βυθίζεται ανάμεσα στις μεγάλες ομάδες μυών και προσφύεται στο οστό. Σε μερικές περιοχές η περιτονία προσφέρει μία βάση για πρόσφυση μυών, για παράδειγμα η θωρακοοσφυήκη περιτονία στην οποία προσφύνονται οι μακροί μύες της ράχης (βλέπε Εικ. 10.4, σ. 217).

**7 Το περιόστεο** είναι το προστατευτικό κάλυμμα των οστών. Οι τένοντες και οι σύνδεσμοι συγχωνεύονται με το περιόστεο γύρω από το οστό (βλέπε Εικ. 1.4 δ).

**8 Η σκληρά μήνιγγα** είναι ένας παχύς ινώδης συνδετικός ιστός που προστατεύει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό (βλέπε Εικ. 3.23 σ. 75).

Ο ινώδης συνδετικός ιστός ενώνει δομές στο σώμα ενώ συγχρόνως επιτρέπει να παραχθεί κίνηση. Όταν ο ιστός χάνει τη δύναμη και την ελαστικότητά του η κίνηση επηρεάζεται, και αν η αλλαγή διαρκέσει, μπορεί να συμβεί παραμόρφωση. Για παράδειγμα, σύγκαμψη της παλαμικής απονεύρωσης του χεριού προκαλεί μία αναπτηρική παραμόρφωση όταν ο παράμεσος και ο μικρός δάκτυλος γυρίζουν προς τα μέσα (συρρικνωση Duyruytren) (βλέπε Εικ. 6.13, σ. 141).

### *Τύποι μυϊκής ίνας*

Έχουν αναγνωρισθεί διαφορετικοί τύποι ινών σ' έναν μη από τις σχετικές ποσότητες οξειδωτικών και γλυκολυτικών αντιδράσεων που χρησιμοποιήθηκαν για να παραχθεί ενέργεια.

- **KOITAESTE** τον μη που φαίνεται στο κρέας κότας για να δείτε τους άσπρους μύες του στήθους και τους περισσότερο αγγειακούς κόκκινους μύες των ποδιών.

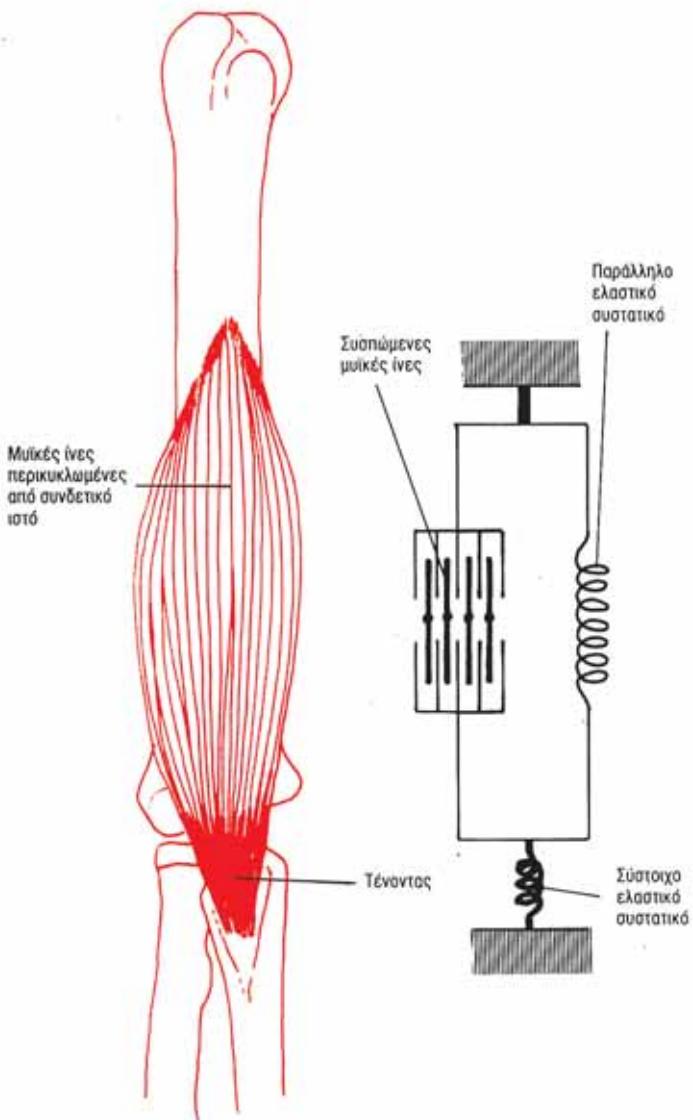
Στον ανθρώπινο μυ, η διάκριση δεν είναι τόσο έντονη, και όλοι οι μύες περιέχουν ίνες του κάθε τύπου αλλά η αναλογία εξαρτάται από τη λειτουργία του μυός. Στασικοί μύες περιέχουν ίνες αργής οξειδωσης Τύπου I ενώ μύες που έχουν σχέση με ρυθμική ή φασική δραστηριότητα περιέχουν περισσότερο γρήγορες γλυκολυτικές ίνες Τύπου II.

Οι περισσότεροι μύες λαμβάνουν μέρος σε αμφότερες στασική και φασική δραστηριότητα, στους ίδιους ή διαφορετικούς χρόνους. Υπάρχει απόδειξη ότι οι Τύπου II ίνες μπορούν ν' αλλάξουν, ώστε να γίνουν περισσότερο σαν Τύπος I και ο μυς τότε μπορεί να ενέργει για περισσότερο χρόνο. Οι συνέπειες αυτής της αλλαγής είναι σπουδαίες για τον αθλητή ο οποίος θέλει ν' αυξήσει την αντοχή του/της. Η ικανότητα ενέργειας μίας μυϊκής ίνας δεν είναι σταθερή, αλλά αποφασίζεται από τον τύπο δραστηριότητας που εκτελεί ο μύς.

#### **1.4.2 Σχήμα και μορφή του σκελετικού μυός**

Η δομή ενός ολόκληρου μυός είναι ο συνδυασμός μυός και συνδετικών ιστών και αμφότεροι προσφέρουν στην λειτουργία του μυός όταν είναι ενεργητικός. Σ' έναν ολόκληρο μύ, ομάδες συστελλομένων μυϊκών ινών, ποικίλων διαμέτρων, είναι δεμένες μαζί με ινώδη συνδετικό ιστό για να σχηματίσουν δεμάτια. Επιπλέον καλύμματα από συνδετικό ιστό δένουν τα δεμάτια μαζί και ένα εξωτερικό στρώμα περιβάλλει ολόκληρο τον μυ (Εικ. 1.9). Το σύνολο του συνδετικού ιστού που βρίσκεται ενδιάμεσα στις συστελλόμενες μυϊκές ίνες είναι γνωστό σαν το παραλλήλο ελαστικό συστατικό. Η ένταση η οποία προκαλείται σε έναν μυ όταν αυτός ενεργοποιείται εξαρτάται από την ένταση στις μυϊκές ίνες και στο παραλλήλο ελαστικό συστατικό. Ο ινώδης συνδετικός ιστός ο οποίος συνδέει όλο τον μυ στο οστόν, π.χ. ο τένοντας, είναι γνωστός σαν το σύστοιχο ελαστικό συστατικό. Η αρχική ένταση που παράγεται σιγά σιγά σ' έναν ενεργοποιημένο μυ σφίγγει το σύστοιχο ελαστικό συστατικό και τότε ο μυς βραχύνεται. Ένα μοντέλο ελαστικών και συστάμενων μερών ενός μυός φαίνεται στην Εικ. 1.11. Αν τα συστατικά του συνδετικού ιστού χάσουν την ελαστικότητά τους, λόγω έλλειψης χρησιμοποίησης που οφείλεται σε τραυματισμό ή ασθένεια, ο μυς μπορεί να συρρικνωθεί. Ενεργητικοί νάρθηκες χρησιμοποιούνται για να διατηρηθεί η ελαστικότητα και να εμποδισθεί η συρρίκνωση κατά την ανάνηψη του μυός.

Τα ξεχωριστά δεμάτια σ' έναν μυ βρίσκονται σ' έναν από τους δύο τρόπους, παραλληλα ή λοξά προς την κατεύθυνση την οποία έλκει ο μυς.



Εικ. 1.11. Ελαστικά συστατικά του μυός

Οι παράλληλες ίνες βρίσκονται σε ταινιώδεις και ατρακτοειδείς μύες που απεικονίζονται στην Εικ. 1.12. Αυτοί οι μύες έχουν μακρές ίνες και είναι ικανοί μιας ευρείας, τροχιάς κίνησης.

Οι λοξές ίνες βρίσκονται σε τριγωνοειδείς και πτεροειδείς μύες. Ο τένοντας των πτεροειδών μυών εκτείνεται σαν ταινία κατά μήκος του μυός έτσι ώστε ένας μεγάλος αριθμός βραχέων ινών να μπορεί να στεγασθεί σε έναν ορισμένο όγκο. Αυτή η τακτοποίηση σημαίνει ότι ο μύς μπορεί να αναπτύξει μεγάλη δύναμη εις βάρος της τροχιάς της κίνησης. Η Εικόνα 1.12 εικονογραφεί την ποικιλία της πτεροειδούς οργάνωσης που βρίσκεται σε διάφορους μύες. Μερικοί από τους μεγάλους μύες του

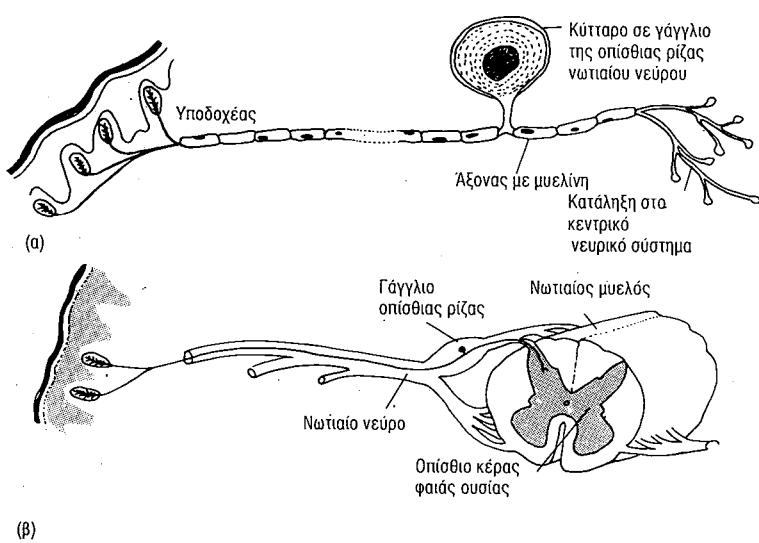
ενεργοποιημένων κινητικών μονάδων παραμένει σταθερός, αλλά η δραστηριότητα εναλλάσσεται μεταξύ όλων των νευρώνων ελαχίστου ορίου ερεθισμού. Οι μυϊκές ίνες αργού Τύπου I δεν κουράζονται εύκολα και η δραστηριότητα διατηρείται για μακρά χρονικά διαστήματα. Στις γρήγορες ενεργητικές κινήσεις οι οποίες κινούν τα μέρη του σώματος από την μία θέση στην άλλη, λαμβάνουν μέρος κινητικές μονάδες υψηλού ορίου ερεθισμού με άξονες μεγάλης διαμέτρου οι οποίοι εφοδιάζουν μυϊκές ίνες γρήγορου Τύπου II. Αυτές οι κινητικές μονάδες γρήγορα κουράζονται αλλά είναι προσαρμοσμένες για γρήγορες δυνατές κινήσεις όπως τρέξιμο και πήδημα.

Σε δυνατή σκόπιμη κίνηση, όπως σπρώξιμο μίας πόρτας προς τα εμπρός, οι κινητικές μονάδες ενεργοποιούνται ή επιστρατεύονται με μια ειδική σειρά. Οι αργές μονάδες ενεργοποιούνται στην αρχή της κίνησης, και μετά ενεργοποιούνται οι γρήγορες μονάδες καθώς η κίνηση φθάνει την κορυφή της.

Όλη η μυϊκή δραστηριότητα περιλαμβάνει ένα συνδυασμό αργών και γρήγορων κινητικών μονάδων. Οι αργές μονάδες συνεισφέρουν περισσότερο στην υποδομή της στασικής δραστηριότητας ενώ οι γρήγορες μονάδες παίζουν μεγαλύτερο μέρος στις γρήγορες φασικές κινήσεις. Στις δραστηριότητες χειρισμών οι μύες του ώμου έχουν διατηρήσει τη στασική ενέργεια για να κρατήσουν το άκρο σταθερό, έτσι ώστε το χέρι να μπορέσει να κάνει γρήγορες ακριβείς κινήσεις όπως γράψιμο, ράψιμο ή χρησιμοποίηση εργαλείου.

#### 1.5.4 Αισθητικοί νευρώνες και υποδοχείς

Οι βασικές μονάδες για τη μεταβίβαση των νευρικών ωθήσεων μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα είναι οι αισθητικοί νευρώνες, οι οποίοι βρί-



**Εικ. 1.16.** Αισθητικοί νευρώνες: (α) Τυπικός αισθητικός νευρώνας· (β) αισθητικός νευρώνας σε θέση στο νωτιαίο νεύρο και νωτιαίο μυελό, δείχνοντας τη διαδρομή εισδοχής.

σκονται σ' όλα τα νεύρα που κατανέμονται σ' όλο το σώμα. Οι αισθητικοί νευρώνες φέρονται πληροφορίες από όλα τα μέρη του σώματος, συμπεριλαμβανομένων των μυών, προς το κεντρικό σύστημα. Οι άξονες των αισθητικών νευρώνων βρίσκονται σ' όλα τα νωτιαία νεύρα τα οποία προβάλλουν από τον νωτιαίο μυελό και σε πολλά από τα κρανιακά νεύρα που προέρχονται από τον εγκέφαλο. Τα κύτταρα αυτών των νευρώνων βρίσκονται σε γάγγλια ακριβώς έξω από τον νωτιαίο μυελό. Δεν υπάρχουν συναπτικές διασυνδέσεις πάνω στα κύτταρα και ο άξονας διαιρείται στα δύο σχεδόν αμέσως μόλις αφήσει το κύτταρο. Οι δύο μακριές αποφύσεις που σχηματίζονται από αυτή τη διαίρεση είναι: (i) άξονας ή νευρική ίνα στο νωτιαίο νεύρο και οι κλάδοι του οι οποίοι καταλήγουν σε ειδικό αισθητικό υποδοχέα· και (ii) νευρική ίνα η οποία εισέρχεται στο νωτιαίο μυελό και καταλήγει στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Η Εικόνα 1.16α δείχνει την μορφή ενός τυπικού αισθητικού νευρώνα. Μερικές φορές ονομάζεται “ψευδομονοπολικός” επειδή έχει έναν άξονα αλλά φαίνεται διπολικός. Συγκρίνετε αυτόν με τον πολυπολικό κινητικό νευρώνα που φαίνεται στην Εικ. 1.13 (σ. 20).

Η Εικόνα 1.16β δείχνει τη θέση ενός αισθητικού νευρώνα σε σχέση με τον νωτιαίο μυελό, ένα νωτιαίο νεύρο και τους κλάδους του. Παρατηρείστε το κύτταρο που βρίσκεται σ' ένα γάγγλιο (πρήξιμο) και τον άξονα που εισέρχεται στον νωτιαίο μυελό.

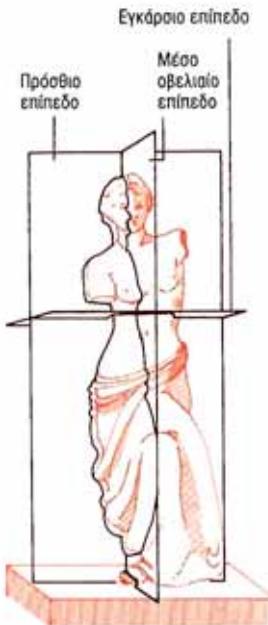
Η λειτουργία αυτών των αισθητικών νευρώνων είναι να μεταφέρουν πληροφορίες για το εξωτερικό περιβάλλον και την εσωτερική κατάσταση του σώματος στο κεντρικό νευρικό σύστημα για επεξεργασία.

### Υποδοχείς

Οι αισθητικοί υποδοχείς είναι ειδικευμένες δομές οι οποίες ανταποκρίνονται σ' έναν ερεθισμό και προκαλούν νευρικές αθήσεις στους αισθητικούς νευρώνες. Πολλοί υποδοχείς είναι ελεύθερες νευρικές καταλήξεις, ενώ άλλοι είναι ενθυλακωμένοι με ποικιλία τρόπων. Η εικόνα 11.2 (βλέπε σ. 242) δείχνει μερικούς τύπους υποδοχέων που βρίσκονται στο δέρμα.

Πολλοί αισθητικοί νευρώνες διακλαδίζονται και καταλήγουν σε μία ομάδα υποδοχέων που βρίσκονται σε μία μικρή περιοχή, π.χ. το δέρμα. Η περιοχή η οποία καλύπτεται από όλους τους υποδοχείς που ενεργοποιούν μία αισθητική ίνα ονομάζεται δεκτικό πεδίο. Μπορεί να υπάρξει αναδίπλωση στα δεκτικά πεδία, έτσι ώστε ερεθισμός ενός σημείου μπορεί να διεγείρει περισσότερους από έναν αισθητικό νευρώνα. (Εικ. 1.17). Στις άκρες των δακτύλων για παράδειγμα, όπου τα δεκτικά πεδία είναι μικρά και υπάρχει μεγάλη αναδίπλωση, ένας ερεθισμός σπως ένα τσίμπημα καρφίτσας μπορεί να ερμηνευθεί με πολύ ακρίβεια από το κεντρικό νευρικό σύστημα.

Όταν ένας υποδοχέας ερεθίζεται, η μεμβράνη της κατάληξης του υποδοχέα εκπολώνεται και δημιουργούνται αθήσεις. Αν ο ίδιος ερεθισμός συνεχισθεί για λίγο χρόνο, ο υθμός πρόκλησης αθήσεων πέφτει και μπορεί να σταματήσει αν και ο ερεθισμός είναι ακόμα παρών. Αυτό είναι γνωστό σαν προσαρμογή των υποδοχέων. Διαφορετικοί υποδοχείς προσαρμόζονται σε διαφορετικούς υθμούς.



**Εικ. 2.2.** Επίπεδα κίνησης. Μέσο οβελιαίο επίπεδο, πρόσθιο επίπεδο, εγκάρδιο επίπεδο.

### 2.2.1 Μέσο οβελιαίο επίπεδο

Το μέσο οβελιαίο επίπεδο είναι ένα κάθετο επίπεδο το οποίο διαιρεί το σώμα σε δεξιό και αριστερό ημιμόριο. Οποιοδήποτε επίπεδο παράλληλο στο μέσο επίπεδο που διαιρεί το σώμα σε άνισα δεξιά και αριστερά μέρη λέγεται οβελιαίο επίπεδο, παράλληλο στην οβελιαία ραφή του κρανίου στην μεσαία γόμφυμή του κρανίου. Οι όροι “μέσο” και “πλάγιο” έχουν σχέση με αυτό το επίπεδο. Μία δομή πλησιέστερα στο μέσο επίπεδο είναι μέση και μία περισσότερο απομακρυσμένη από το μέσο επίπεδο είναι πλάγια. Για παράδειγμα, ο μέσος σύνδεσμος του γόνατος είναι στην έσω πλευρά της άρθρωσης, ενώ ο πλάγιος σύνδεσμος είναι στην έξω πλευρά.

### 2.2.2 Στεφανιαίο ή πρόσθιο επίπεδο

Αυτό διαιρεί το σώμα σε πρόσθια και οπίσθια μέρη. Τα πρόσθια επίπεδα είναι παράλληλα στην πρόσθια ραφή του κρανίου δια μέσου της στεφάνης του κεφαλιού. Οι όροι “πρόσθιο” και “οπίσθιο” αναφέρονται σ’ αυτό το επίπεδο. Η πρόσθια διάφυση του μηρού είναι η πρόσθια πλευρά του οστού στην ανατομική θέση, η οπίσθια διάφυση είναι το πίσω μέρος του οστού.

### 2.2.3 Εγκάρδιο ή οριζόντιο επίπεδο

Αυτό είναι παράλληλο με την επίπεδη επιφάνεια του εδάφους. Τα επίπεδα σ’ αυτήν την κατεύθυνση διαιρούν το σώμα σε άνω (κρανιακά) και κάτω (ουραία) μέρη. Τα επίπεδα στην κατεύθυνση διαμέσου του σώματος είναι σε κάθετες γωνίες με τα οβελιαία και πρόσθια επίπεδα. Οι όροι “ανώτερο” και “κατώτερο” είναι σχετικοί με αυτό το επίπεδο. Η ανώτερη ή άνω κερκιδικό - ωλένια άρθρωση είναι κοντά στον αγκώνα (π.χ. πάνω από ή προς το κεφάλι), ενώ η κατώτερη ή κάτω κερκιδικο-ωλένια άρθρωση είναι πλησίον του καρπού (κάτω από ή προς το έδαφος). Όταν τα άκρα κινούνται σε διαφορετικές κατευθύνσεις, οι όροι ανώτερο ή κατώτερο μπορούν να μπερδευτούν π.χ. αν ο βραχίονας είναι πάνω από το κεφάλι. Ένας άλλος τρόπος μπορεί τότε να χρησιμοποιηθεί για να αναγνωρισθούν οι δομές. Οι όροι “κεντρικό” και “περιφερικό” σημαίνουν προς το κέντρο του σώματος ή μακρύτερα από το κέντρο του σώματος. Η άνω κερκιδικό - ωλένια άρθρωση μπορεί επομένως να ονομασθεί κεντρική άρθρωση και ομοίως η κάτω άρθρωση περιφερική.

Ο άξονας της κίνησης σε μία άρθρωση βρίσκεται σε ορθή γωνία με το επίπεδο. Λύγισμα του αγκώνα είναι μια κίνηση στο οβελιαίο πεδίο γύρω από έναν άξονα ο οποίος περνά δια μέσου του προσθίου πεδίου της άρθρωσης. Στροφή του κεφαλιού από πλευρά σε πλευρά είναι μία κίνηση στο οριζόντιο επίπεδο γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα δια μέσου της άρθρωσης ανάμεσα στον πρώτο και δεύτερο σπόνδυλο του αυχένα. Μπορεί να βοηθήσει να γίνουν κατανοητά επίπεδο και άξονας αν σκεφθείτε το πεδίο κίνησης σαν τους τροχούς ενός αυτοκινήτου γύρω από τον άξονα του κέντρου των τροχών.

Οι κινήσεις μπορούν να ταξινομηθούν από την άποψη των τριών επιπέδων και αξόνων που περιγράφηκαν. Πολλές λειτουργικές δραστηριότητες ωστόσο συμβαίνουν σε διαγώνια επίπεδα. Η αιώρηση του σκέλους στην βάσιση δεν συμβαίνει ακριβώς στο οβελιαίο επίπεδο στο ισχίο αλλά σ' ένα διαγώνιο επίπεδο μεταξύ οβελιαίου και προσθίου επιπέδου, έτσι ώστε το πόδι πατά στο έδαφος κοντά στη μέση γραμμή του σώματος. Κίνηση του ώμου η οποία φέρνει τον βραχίονα προς τα εμπρός και ελαφρά χιαστί προς το σώμα είναι ένα διαγώνιο επίπεδο.

### 2.3 Κινήσεις στις υμενώδεις αρθρώσεις

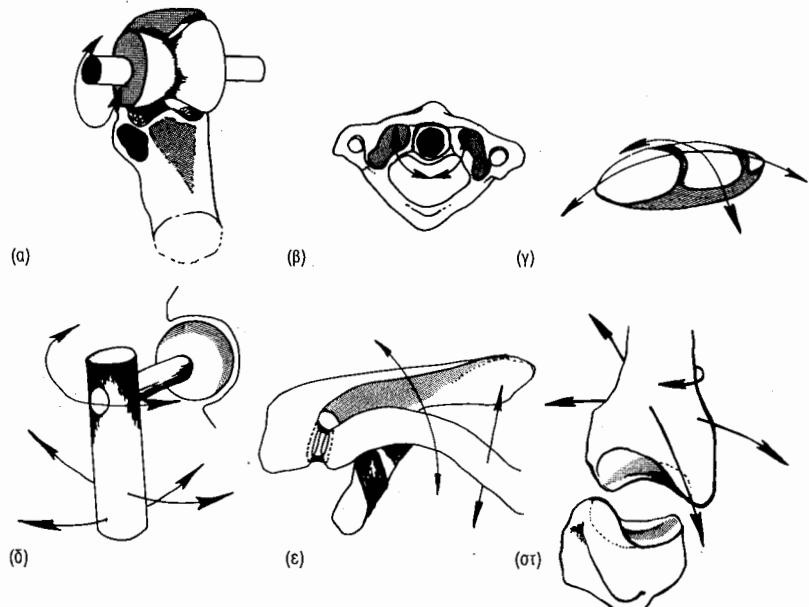
Οι περισσότερες κινήσεις του σώματος συμβαίνουν στις υμενώδεις αρθρώσεις. Η δομή μίας τυπικής υμενώδους άρθρωσης έχει περιγραφεί στο Κεφάλαιο 1.

#### 2.3.1 Ταξινόμηση των υμενωδών αρθρώσεων

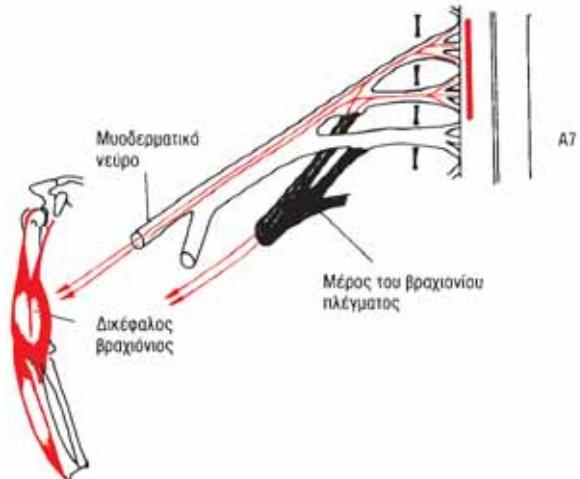
Οι υμενώδεις αρθρώσεις ταξινομούνται από τους άξονες της κίνησης (μοναξικές, διαξικές, πολυαξικές) και από την κατασκευή ως ακολούθως.

**1 Μία άρθρωση αρμός (hinge)** που επιτρέπει κίνηση μόνον προς μία κατεύθυνση, στο οβελιαίο επίπεδο. Είναι μονοαξική άρθρωση. Παραδείγματα είναι ο αγκώνας (Εικ. 2.3α) και η ποδοκνημική.

**2 Η Στροφική (pivot) άρθρωση** είναι περιορισμένη στην στροφική κίνηση γύρω από έναν κάθετο άξονα στο οριζόντιο επίπεδο. Είναι μονοαξική άρθρωση. Παραδείγματα είναι η ατλαντοαξιονική άρθρωση στον αυχένα η οποία στρέφει το κεφάλι για να δει προς το πλάι (Εικ. 2.3β), και οι αρθρώσεις στο αντιβράχιο οι οποίες επιτρέπουν στο χέρι να στραφεί ώστε η παλάμη να είναι προς τα πίσω.



**Εικ. 2.3.** Τύποι υμενώδους άρθρωσης:  
(α) αρμός (β) στροφική  
(γ) ελλειψοειδής. (δ)  
σφαιροειδής (ε)  
επίπεδη και (στ)  
εφιππιοειδής

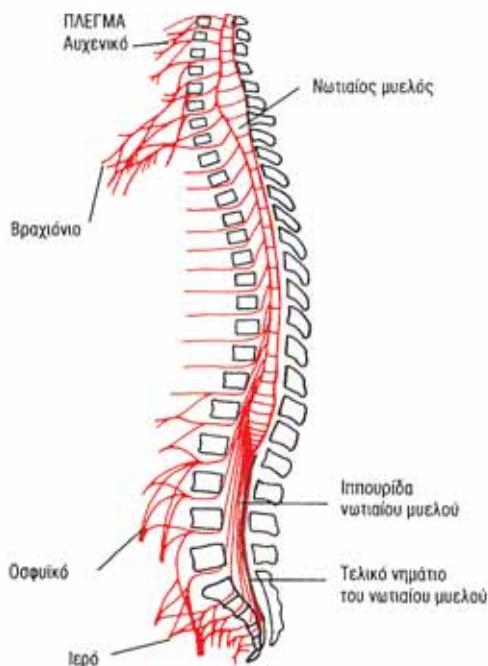


**Εικ. 4.3.** Σχηματισμός ενός περιφερικού νεύρου (μυοδερματικό) από δύο νωτιαία τμήματα (Α5 και 6).

Υπάρχουν τέσσερα κύρια πλέγματα που σχηματίζονται από τους πρόσθιους πρωτογενείς κλάδους των νωτιαίων νεύρων.

- 1 Α1 - Α4 είναι το αυχενικό πλέγμα στους αυχενικούς μύες.
- 2 Α5 - Θ1 είναι το βραχιόνιο πλέγμα στους μύες του άνω άκρου.
- 3 Ο1 - Ο4 είναι το οσφυϊκό πλέγμα στους μύες του μηρού.
- 4 Ο4 - Ι4 είναι το ιερό πλέγμα στους μύες του σκέλους και ποδιού.

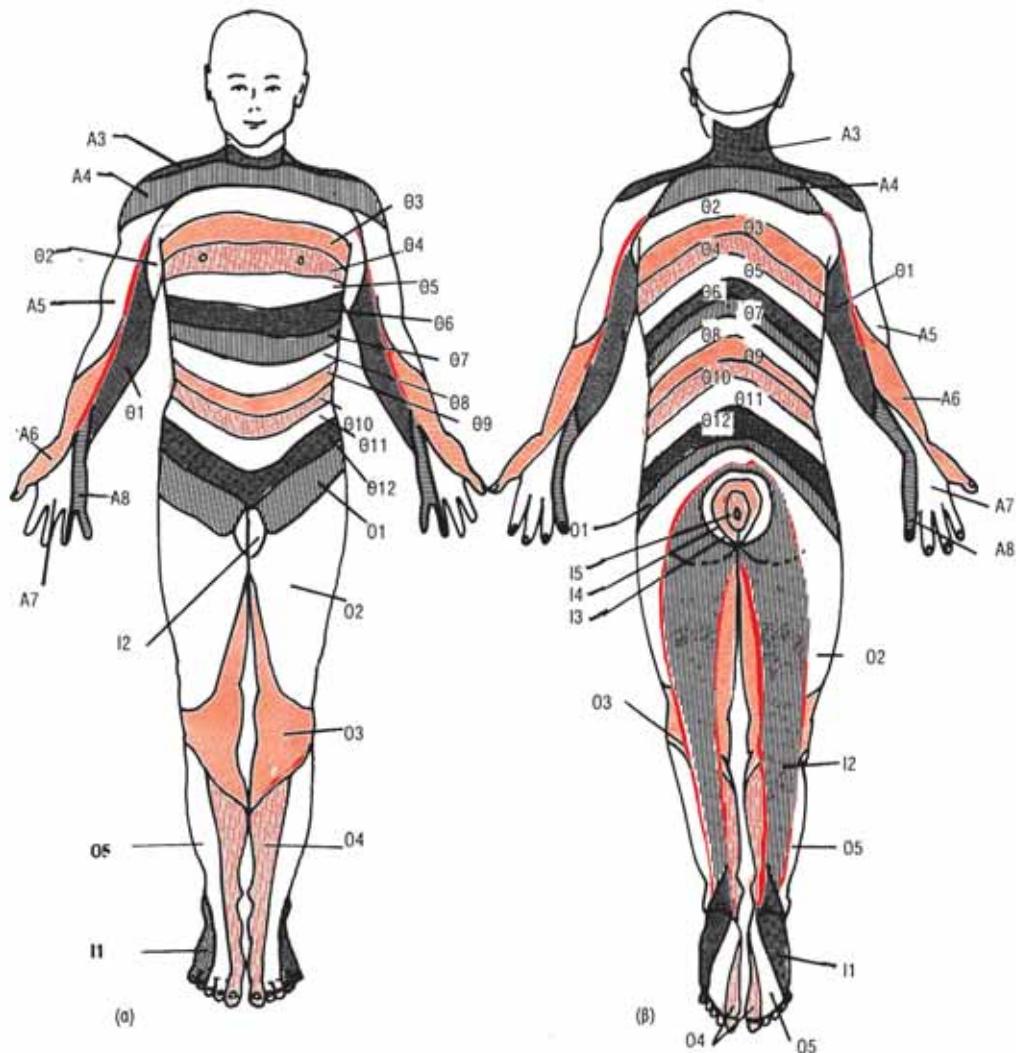
Η εικόνα 4.4 δείχνει τα πλέγματα που σχηματίζονται από τα νωτιαία νεύρα. Το οσφυϊκό και ιερό πλέγμα μπορούν να θεωρηθούν σαν το οσφυοίερο πλέγμα που νευρώνει ολόκληρο το κάτω άκρο.



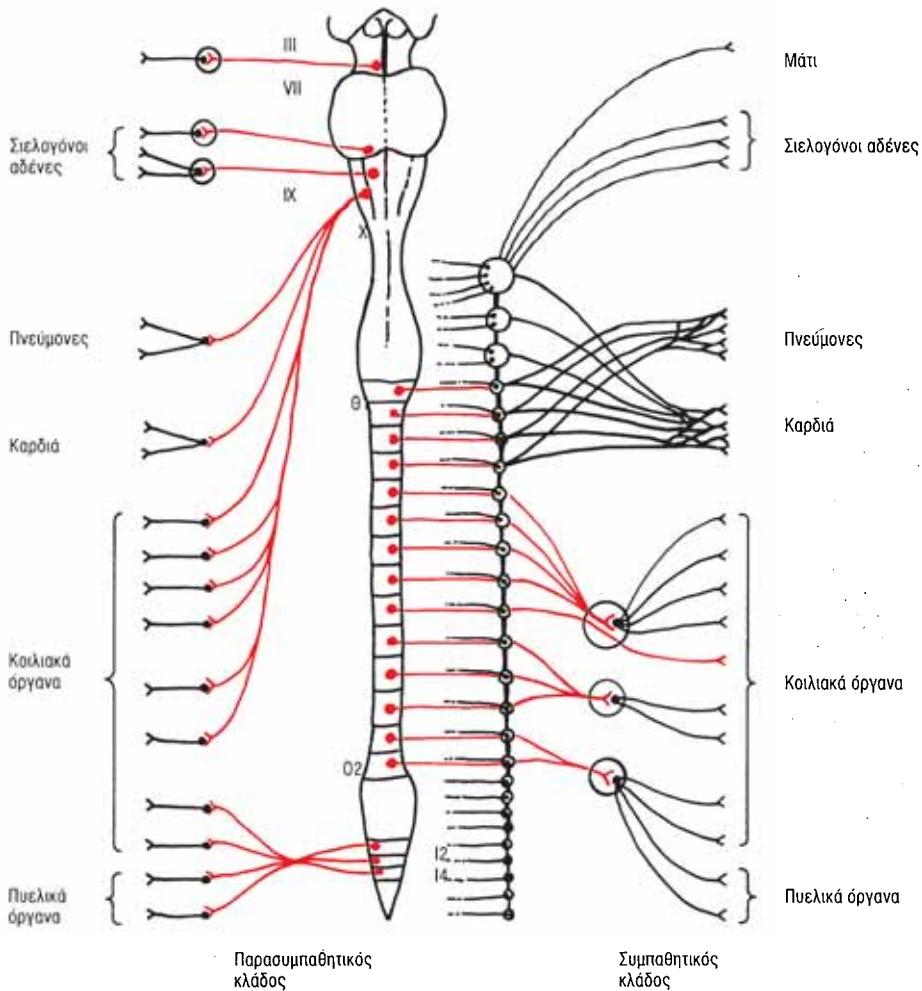
**Εικ. 4.4.** Νωτιαίος μυελός σε σχέση με την σπονδυλική στήλη. Νωτιαία νεύρα σχηματίζουν το αυχενικό, βραχιόνιο, οσφυϊκό και ιερό πλέγμα.

#### 4.2.2 Δερματόμια και μυοτόμια

Ένα δερματόμιο είναι μία περιοχή δέρματος που εφοδιάζεται από όλες τις αισθητικές νευρικές ίνες ενός νωτιαίου νεύρου. Ένα παράδειγμα ενός δερματομίου είναι μία ταινία δέρματος γύρω από τον κορμό που νευρώνεται από τις αισθητικές ίνες του δεύτερου ζεύγους θωρακικών νεύρων. Ένας χάρτης των δερματομών όλων των νωτιαίων νεύρων φαίνεται στην Εικ. 4.5. Στον κορμό, τα δερματόμια σχηματίζουν μία σειρά ταινιών, κάθε μία για κάθε νωτιαίο νεύρο από τον Θ1 ως τον O1 κατά σειρά. Υπάρχει μία αναδίπλωση και κάθε δερματόμιο μπορεί να δέχεται ίνες από τρία ή



Εικ. 4.5. Δερματόμια. Η δερματική διανομή των νωτιαίων νεύρων στην (α) πρόσθια και (β) οπίσθια όψη.



**Εικ. 4.13.** Νωτιαίος μυελός και εγκεφαλικό στέλεχος. Γενικό σχέδιο του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Συμπαθητικός κλάδος δεξιά και παρασυμπαθητικός αριστερά του διαγράμματος.

3 Το γλυκογόνο του ήπατος κινητοποιείται για να αυξηθεί το επίπεδο γλυκόζης του αίματος και να τροφοδοτήσει με περισσότερες θρεπτικές ουσίες τους συσπάμενους μύες.

4 Διαστολή της κόρης του ματιού για να επιτρέψει περισσότερο φως να μπει στο μάτι.

5 Ερεθισμός των ιδρωτοποιών αδένων του δέρματος για να χαθεί η περισσότερη θερμότητα που γεννιέται από τους μύες και να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σώματος σταθερή.

Το συμπαθητικό σύστημα ελέγχεται από τον υποθάλαμο ο οποίος ανταποκρίνεται στις αλλαγές στο εξωτερικό περιβάλλον και επίσης στις ψυχικές αλλαγές όπως ο φόβος και το άγχος.

### **Παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα**

Το παρασυμπαθητικό σύστημα ενεργεί σε εντοπισμένες περιοχές του σώματος αντίθετα με την μαζική αντίδραση του συμπαθητικού. Οι προγαγγλιακές ίνες αρχίζουν από δύο ευρύτατα χωρισμένες περιοχές του κεντρικού νευρικού συστήματος.

#### **1 Τέσσερα από τα κρανιακά νεύρα:**

**Το Κοινό κινητικό νεύρο III** – στον σφιγκτήρα μυ της ίριδας και τον ακτινωτό μυ που ελέγχουν την κυρτότητα του φακού.

**Το Προσωπικό νεύρο VII** – στους δακρυϊκούς αδένες του κόγχου και σε δύο ζεύγη των σιαλογόνων αδένων.

**Το Γλωσσοφαρυγγικό νεύρο IX** – στους σιαλογόνους αδένες της παρωτίτιδας.

**Το Πνευμογαστρικό νεύρο X** – στην καρδιά, αναπνευστικούς βρογχίδους και σε όλο τον πεπτικό σωλήνα ως το εγκάρδιο κόλον.

**2 Νωτιαία τμήματα I2, I3 και I4.** Τα πυελικά σπλαχνικά νεύρα εξέρχονται από τον νωτιαίο μυελό για να νευρώσουν το κατιόν κόλον και απευθυνούνται, την ουροδόχο κύστη και τα δργανα της αναπαραγωγής (Εικ. 4.13).

Οι προγαγγλιακές ίνες του παρασυμπαθητικού είναι μακρές και τα γάγγλια βρίσκονται κοντά στο δργανό που νευρώνεται. Οι μεταγαγγλιακές ίνες είναι κοντές και πολυκλαδικές.

Τα αποτελέσματα του ερεθισμού του παρασυμπαθητικού κλάδου έχουν σχεδιασθεί για να διατηρούν και να αποκαθιστούν τις πηγές ενέργειας του σώματος. Το παρασυμπαθητικό σύστημα διατηρεί ενέργεια με τις ακόλουθες μεθόδους.

**1 Ελάττωση των σφυγμάν της καρδιάς και της δύναμης σύστασης, έτσι ελάττωση της πίεσης της καρδιάς.**

**2 Σύσφιγξη του λείου μυός των αναπνευστικών βρογχιόλων.**

**3 Σύσφιγξη της κόρης του ματιού σαν αντίδραση στο ζωηρό φως.**

Επιπλέον, το παρασυμπαθητικό σύστημα αυξάνει την δραστηριότητα του πεπτικού συστήματος και είναι ενεργοποιημένο κατά την εκκένωση της ουροδόχου κύστης και του απευθυνούντος. (Τελευταία έχει ανακαλυφθεί ότι νευρώνες του πεπτικού σωλήνα δέχονται μεταγαγγλιακές ίνες από το συμπαθητικό σύστημα καθώς και προγαγγλιακές ίνες του παρασυμπαθητικού, έτσι ώστε έχει περιγραφεί ένα χωριστό “εντερικό” σύστημα).

Μία περίληψη των κρανιακών νεύρων και των νωτιαίων τμημάτων τα οποία νευρώνουν τους μύες άνω και κάτω άκρων είναι στο Παράρτημα 3.

Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου πρέπει να μπορείτε να:

**1 Περιγράψετε την θέση, οργάνωση και γενική λειτουργία των κρανιακών και νωτιαίων νεύρων.**

Οι μύες οι οποίοι κινούν την ωμική ζώνη και την γληνοβραχιόνια άρθρωση μπορούν να χωρισθούν σε τρεις ομάδες.

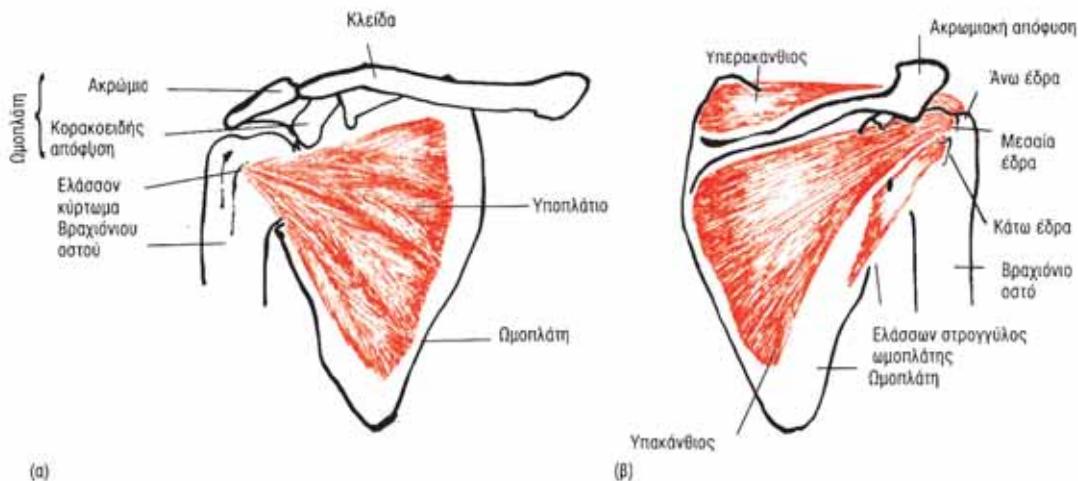
- 1 Οι μύες που σταθεροποιούν την γληνοβραχιόνια άρθρωση.
- 2 Οι μύες που δρουν πάνω στην γληνοβραχιόνια άρθρωση.
- 3 Οι μύες που κινούν την θωρακική ζώνη.

Θυμηθείτε ότι οι μύες σε κάθε τμήμα δεν λειτουργούν απομονωμένοι αλλά συνδυάζονται με ποικίλους τρόπους, συγκεντρώνονται και ξανασυγκεντρώνονται καθώς η κίνηση προχωρεί. Ο χωρισμός σε τρεις ομάδες είναι μόνο για τον σκοπό της περιγραφής.

## 5.2 Μύες που σταθεροποιούν την γληνοβραχιόνια άρθρωση

Στην γληνοβραχιόνια άρθρωση, η αβαθής ωμογλήνη της ωμοπλάτης και η ημισφαιρική κεφαλή του βραχιονίου οστού ενωμένες από μία λεπτή χαλαρή θήκη, επιτρέπουν μία μεγάλη τροχιά κίνησης, αλλά παρουσιάζουν φτωχή προοπτική σταθερότητας. Ο μόνος δυνατός σύνδεσμος που συνδέει τα οστά είναι ο κορακοβραχιόνιος σύνδεσμος, ο οποίος εκτείνεται από το πλάγιο χείλος της κορακοειδούς απόσφυσης ως το μείζον βραχιόνιο κύρτωμα του βραχιονίου οστού.

Η πιο αποτελεσματική στήριξη για την άρθρωση είναι οι τέσσερις μύες που την περιβάλλουν και ενσωματώνονται με τον θύλακα. Αυτοί οι μύες είναι ο υπερακάνθιος, ο υπακάνθιος, ο ελάσσων στρογγύλος της ωμοπλάτης και ο υποπλάτιος, οι οποίοι λειτουργούν σαν καλώδια κρατώντας το βραχιόνιο οστό σ' επαφή με την ωμοπλάτη και είναι γνωστοί σαν οι μύες



**Εικ. 5.2 Δεξιά ωμοπλάτη και βραχιόνιο οστό για να δεξιούν τους μύες της “περιστροφικής μανσέτας”:** (α) πρόσθια όψη· και (β) οπίσθια όψη.

της “περιστροφικής μανσέτας” (Εικ. 5.2). Το ελάσσων κύρτωμα του βραχιονίου οστού δέχεται τον τένοντα του υποπλατίου μυός που καλύπτει την άρθρωση από μπροστά. Οι άλλοι τρεις μύες καταφύονται στο μείζον βραχιόνιο κύρτωμα του βραχιονίου οστού, με τον υπερακάνθιο ανώτερα, μετά ο υπακάνθιος και ο ελάσσων στρογγύλος από κάτω και πίσω. Η απουσία οποιασδήποτε στήριξης από κάτω σημαίνει ότι το εξάρθρωμα είναι συνήθως προς τα κάτω και εμπρός, λόγω του ίδιου του βάρους του βραχιόνια καθώς κρέμεται στο πλάι, ή κατά την κίνηση της απαγωγής. Γενική αδυναμία των μυών του ώμου, για παράδειγμα, σε ασθενή με εγκεφαλικό επεισόδιο, συνήθως οδηγεί σε υπεξάρθρωμα της ωμικής άρθρωσης.

Οι μύες της “περιστροφικής μανσέτας” έχουν αδύναμη ενέργεια σαν πρωταγωνιστές επειδή οι καταφύσεις τους είναι κοντά στην άρθρωση αλλά λειτουργούν σαν σταθεροποιοί σ' όλες τις κινήσεις της ωμικής άρθρωσης. Ο υπερακάνθιος αρχίζει απαγωγή του ώμου πριν ο δελτοειδής μπορέσει να ασκήσει την έλξη του πάνω στην πλάγια πλευρά του βραχιόνια. Οι άλλοι τρεις μύες ενεργούν σαν στροφείς του βραχιόνια, ο υποπλάτιος στο μέσον, υπακάνθιος και ελάσσων στρογγύλος πλαγιώς.

### 5.3 Μύες που ενεργούν πάνω στη γληνοβραχιόνια άρθρωση

Τρεις μεγάλοι μύες που περιβάλλουν την γληνοβραχιόνια άρθρωση, κινούν την άρθρωση μέσω της ευρείας τροχιάς της. Οι προσφύσεις τους καλύπτουν μία εκτεταμένη περιοχή της θωρακικής ζώνης και του κορμού και συγκλίνουν για να καταφυύν στο βραχιόνιο οστό.

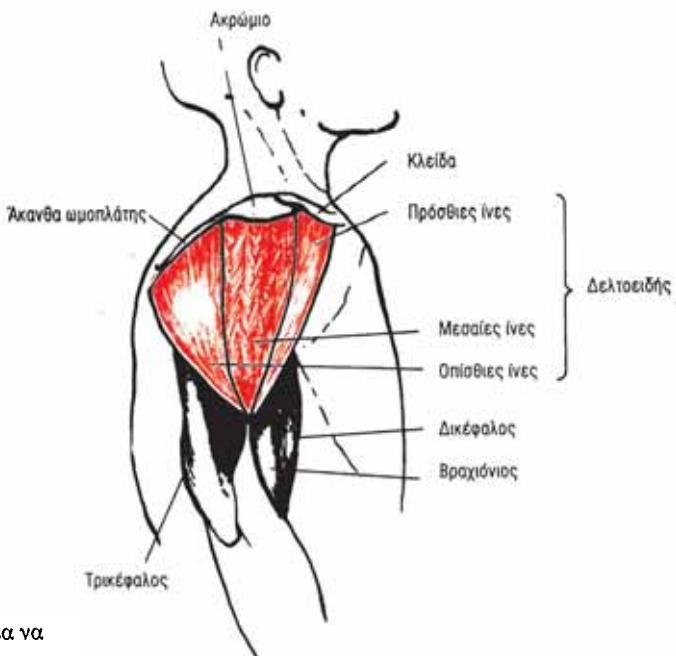
Οι τρεις μύες είναι ο δελτοειδής, ο μείζων θωρακικός, και ο πλατύς ραχιαίος. Ο μείζων στρογγύλος της ωμοπλάτης και ο κορακοβραχιόνιος είναι δύο λιγότερο σημαντικοί μύες οι οποίοι θα μελετηθούν μαζί.

#### Δελτοειδής

Ο δελτοειδής μύς δίνει το στρογγυλό σχήμα στον ώμο και έχει το γενικό σχήμα ενός ανάποδου τριγώνου. Οι άκρες του μυός είναι καθαρά ορατές σε αθλητές και κολυμβητές. Έλλειψη χρησιμοποίησης μετά από τραυματισμό μπορεί να οδηγήσει σε φθορά η οποία δίνει στον ώμο μία “τετράγωνη εμφάνιση”.

- **ΣΗΚΩΣΤΕ** μία κατσαρόλα ή βιβλίο από ένα υψηλό ράφι και αισθανθείτε την συνεχή δρατηριότητα στον δελτοειδή καθώς ο βραχιόνας σηκώνεται και μετά κατεβαίνει. Αν ο δελτοειδής ήταν χαλαρός καθώς ο βραχιόνας κατεβαίνει προς τα κάτω, η κίνηση θα ήταν γρήγορη και ανεξέλεγκτη και πιθανόν θα σίχνατε το βιβλίο στο πάτωμα.

- **ΨΗΛΑΦΕΙΣΤΕ** την έκφυση του δελτοειδούς σ' έναν συνεργάτη με τον βραχιόνια χαλαρό στο πλευρό. Αρχίστε από μπροστά στο έξω άκρο της κλειδάς για να αισθανθείτε τις πρόσθιες ίνες. Μετά προχωρήστε στην ακρωμιακή απόφυση της ωμοπλάτης όπου αρχίζουν οι μεσαίες ίνες. Συνεχίστε κατά μήκος της ωμοπλατιαίας άκανθας για να βρείτε τις οπίσθιες



**Εικ. 5.3.** Πλάγια όψη του δεξιού ώμου για να δεξει την θέση του δελτοειδούς μυός.

ίνες. Όλες οι ίνες συγκλίνουν για να καταφυούν στην πλάγια πλευρά του βραχιονίου οστού περόπου στη μέση του οστού (Εικ. 5.3).

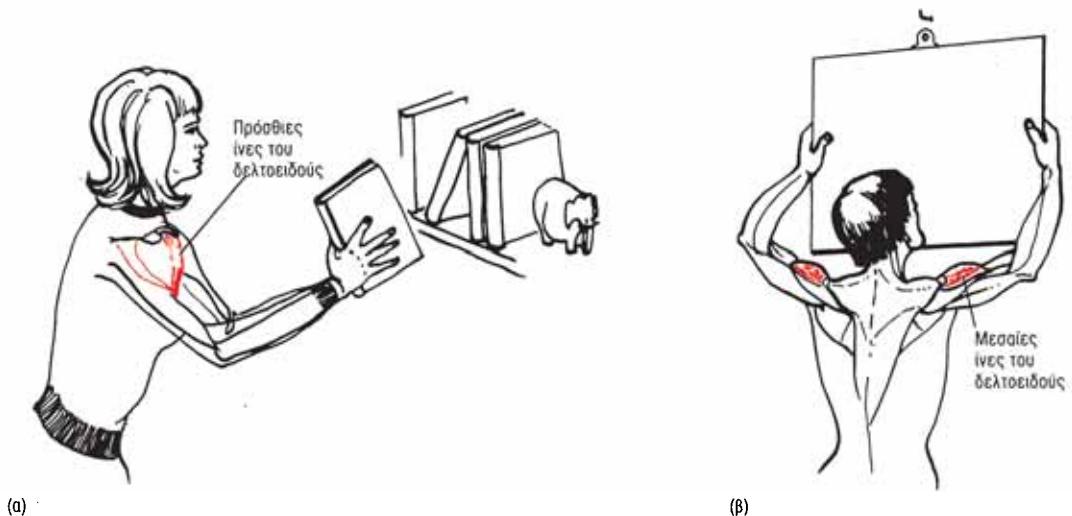
- **ΕΠΙΘΕΩΡΕΙΣΤΕ** τον σκελετό για να βρείτε το δελτοειδές κύρωμα που σχηματίζεται από την έλξη του δελτοειδούς πάνω στο βραχιόνιο οστό.

Ο δελτοειδής είναι ένας δυνατός απαγωγός του βραχίονα που ανυψώνει τον βραχίονα προς τα πλάγια και πάνω από το κεφάλι. Ενεργοποιείται επίσης όταν ο βραχίονας κατεβαίνει προς το πλάι, εργαζόμενος εκκεντρικά για να ελέγχει την επίδραση της βαρύτητας. Όλες οι κινήσεις προς τα εμπρός (Εικ. 5.4α) και πάνω από το κεφάλι (Εικ. 5.4β), περιέχουν τον δελτοειδή μύ.

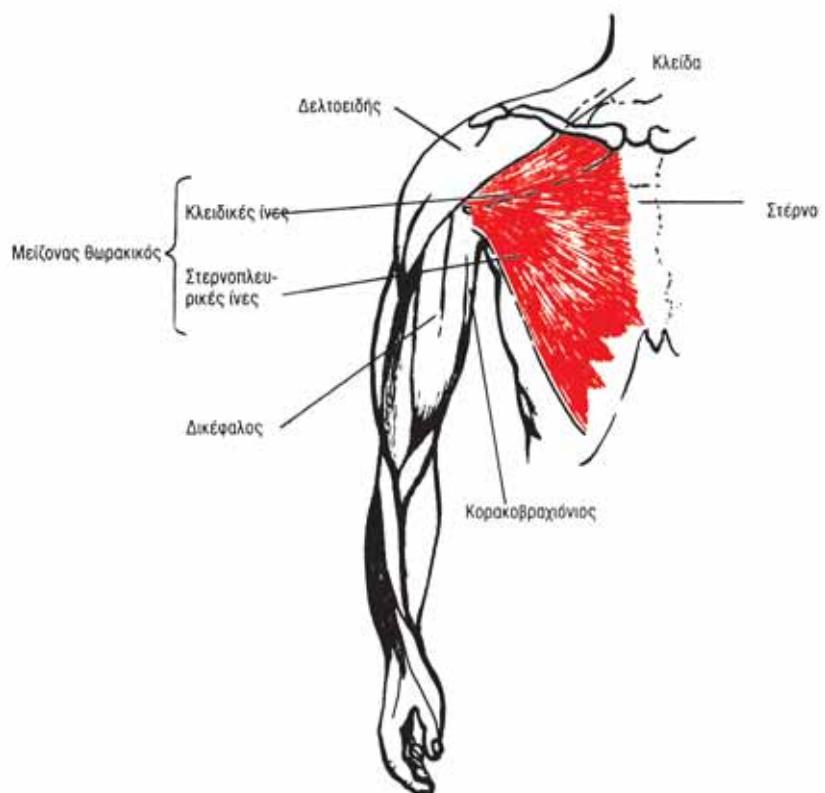
Οι πρόσθιες ίνες κάμπτουν και στρέφουν προς τα μέσα την γληγο-βραχιόνια άρθρωση, ενώ οι οπίσθιες ίνες εκτείνουν και στρέφουν προς τα έξω. Οι δύο ομάδες μπορούν να εργαστούν μαζί για να εμποδίσουν την κίνηση προς τα εμπρός και πίσω κατά τη διάρκεια της απαγωγής του βραχίονα από τις δυνατές μεσαίες ίνες. Μέρος ή ολόκληρος ο δελτοειδής χρησιμοποιείται στις περισσότερες κινήσεις του βραχίονα πάνω στην αμοπλάτη. Ο μυς ενεργεί επίσης ως στηρικτική αιώρα για τον ώμο, ειδικά όταν το άνω άκρο μεταφέρει βάρη όπως μία βαλίτσα ή σακούλα με ψώνια.

### Μείζων θωρακικός

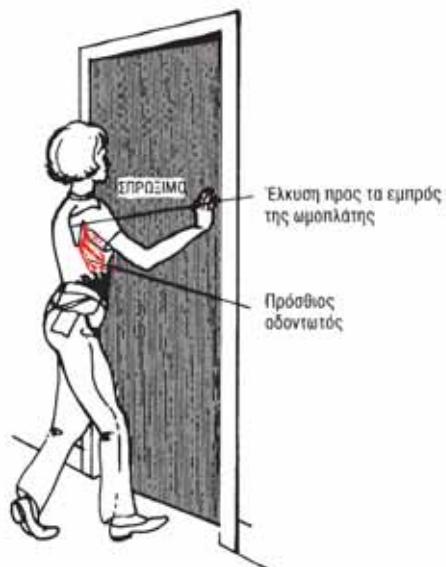
Ο μείζων θωρακικός είναι ένας μεγάλος τριγωνικός μυς του οποίου η βάση βρίσκεται κατακόρυφα κατά μήκος της μέσης γραμμής του θώρα-



**Εικ. 5.4.** Λειτουργίες του δελτοειδούς: (α) απλώνοντας μπροστά και (β) απλώνοντας πάνω από το κεφάλι.



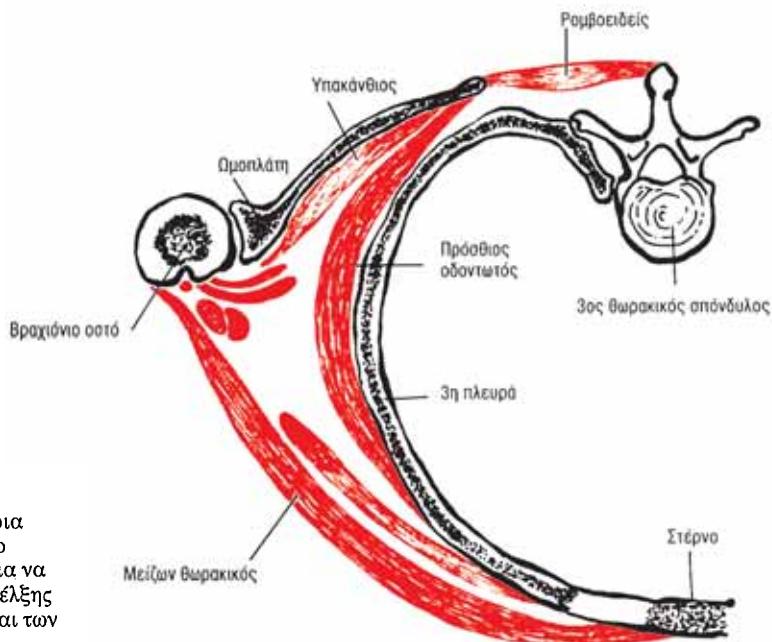
**Εικ. 5.5.** Δεξιός θώρακας και άνω ύψος δεύχνουν την θέση του μεζονα θωρακικού.



**Εικ. 5.12.** Λειτουργική χρήση του πρόσθιου οδοντωτού - σπρώξιμο μίας πόρτας (έλκυση).

- **KΟΙΤΑΞΤΕ** έναν αρθρωμένο σκελετό για να εκτιμήσετε την ακριβή θέση του πρόσθιου οδοντωτού. Ευρισκόμενος βαθιά στην αμοιβάτη χωρίζει τον υποπλάτιο από το θωρακικό τοίχωμα.

Η εικόνα 5.13 δείχνει τον πρόσθιο οδοντωτό και τους ρυμβοειδείς σε μία εγκαρδία τομή διαμέσου του θώρακα. Αναγνωρίστε το σπονδυλικό χείλος της αμοιβάτης και παρατηρείστε πως ο πρόσθιος οδοντωτός και

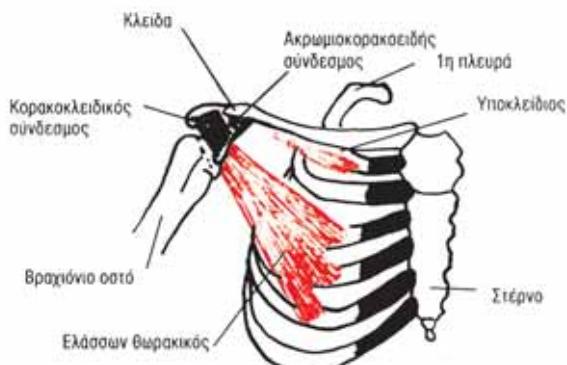


**Εικ 5.13.** Εγκάρδια τομή δια μέσου του άνω θώρακα στο επίπεδο της 3ης πλευράς για να δείξει την κατεύθυνση της έλξης του πρόσθιου οδοντωτού και των ρυμβοειδών.

οι ρυμβοειδείς έλκουν την ωμοπλάτη σε αντίθετες κατευθύνσεις για να ελκύσουν προς τα εμπρός και ανακαλέσουν την ωμοπλάτη προς τα πίσω αντίστοιχα.

### Ελάσσων θωρακικός

Αυτός είναι ένας μικρός μυς που βρίσκεται στο πρόσθιο τοίχωμα της μασχάλης κάτω από τον μείζονα θωρακικό αλλά χωρίς ενέργεια πάνω στην ωμική άρθρωση. Οι ίνες του ελάσσονα θωρακικού προσφύνονται στην κορακοειδή απόψυση της ωμοπλάτης και κατεβαίνουν στην 3η, 4η και 5η πλευρά (Εικ. 5.14). Έλκοντας την κορακοειδή απόψυση, ο ελάσσων θωρακικός μπορεί να πιέσει προς τα κάτω και να στρέψει προς τα πίσω την ωμοπλάτη.



**Εικ. 5.14.** Πρόσθια όψη του δεξιού άνω θώρακα για να δεξει την θέση του ελάσσονα θωρακικού και υποκλειδίου.

- **ΑΝΥΨΩΣΤΕ** τον βραχίονα ενός συνεργάτη μέσω της πλήρους απαγωγής για να φθάσετε πάνω από το κεφάλι, μετά πλήρης προσαγωγή πίσω στο πλάι. Ψηλαφείστε την ωμοπλάτη σ' όλη τη διάρκεια αυτής της κίνησης: γίνεται αισθητή έξω στροφή καθώς ανυψώνεται ο βραχίονας, μετά εσω στροφή καθώς ο βραχίονας κατεβαίνει.
- **KINEΙΣΤΕ** τον βραχίονα στην οριζόντια θέση και μετά γύρω από έναν ευρύ κύκλο προς τα εμπρός και πίσω. Ψηλαφείστε την ωμοπλάτη κατά την διάρκεια αυτής της κίνησης και αισθανθείτε την κίνηση της έλκυσης καθώς ο βραχίονας αιωρείται μπροστά από το σώμα και της ανάκλησης καθώς αιωρείται πίσω από το σώμα.

Όλοι οι μύες που προσφύνονται στην κλείδα και την ωμοπλάτη συνδυάζονται με διαφορετικούς τρόπους για να παράγουν τις κινήσεις στην θωρακική ζώνη. Η κλείδα, η άκανθα και το ακρώμιο της ωμοπλάτης μπορούν να θεωρηθούν σαν οι δύο πλευρές ενός τριγώνου, συμπληρωμένου με μία γραμμή διαμέσου της ορίζας του αυχένα (Εικ. 5.15α). Αυτό το τρίγωνο κινείται σε ανύψωση, σε καθέλκυση, σε έλκυση και ανάκληση με την στερνοκλειδική άρθρωση να ενεργεί σαν άξονας. Η ωμοπλάτη η ίδια είναι ένα τρίγωνο, το οποίο κινείται στις ίδιες κατευθύνσεις όπως και το άνω τρίγωνο όταν έλκεται συγχρόνως στις δύο από τις γωνίες του. Όταν τρεις γωνίες της ωμοπλάτης κινούνται από μικρή ενέργεια, η ωμοπλάτη