

ΤΜΗΜΑ Ι

---

Χαρακτηριστικά  
του φυσιολογικού μυός

# 1

## Δομή και ανάπτυξη του μυός

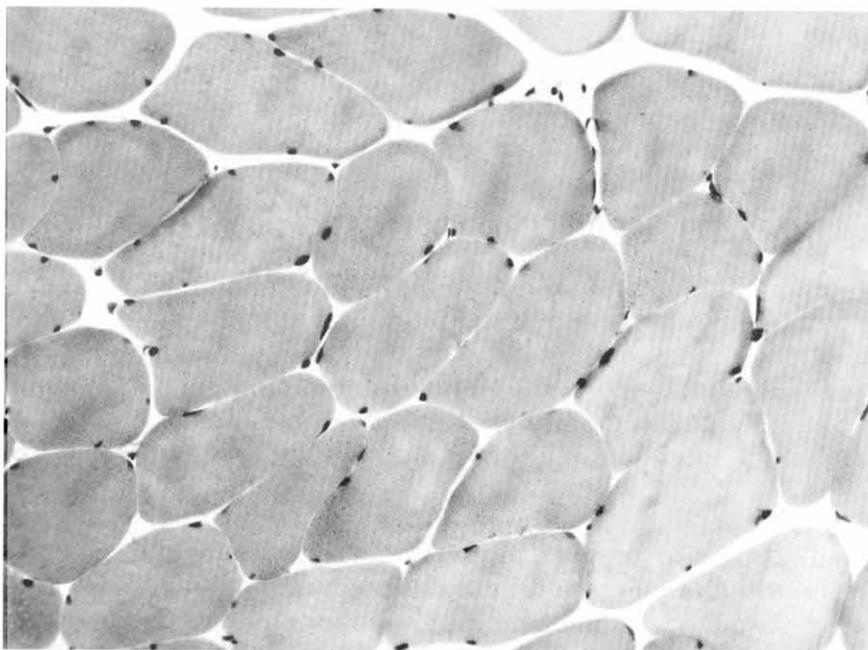
Edward H. Bossen

*Department of Pathology, Duke University School of Medicine and Duke University  
Medical Center, Durham, North Carolina 27710*

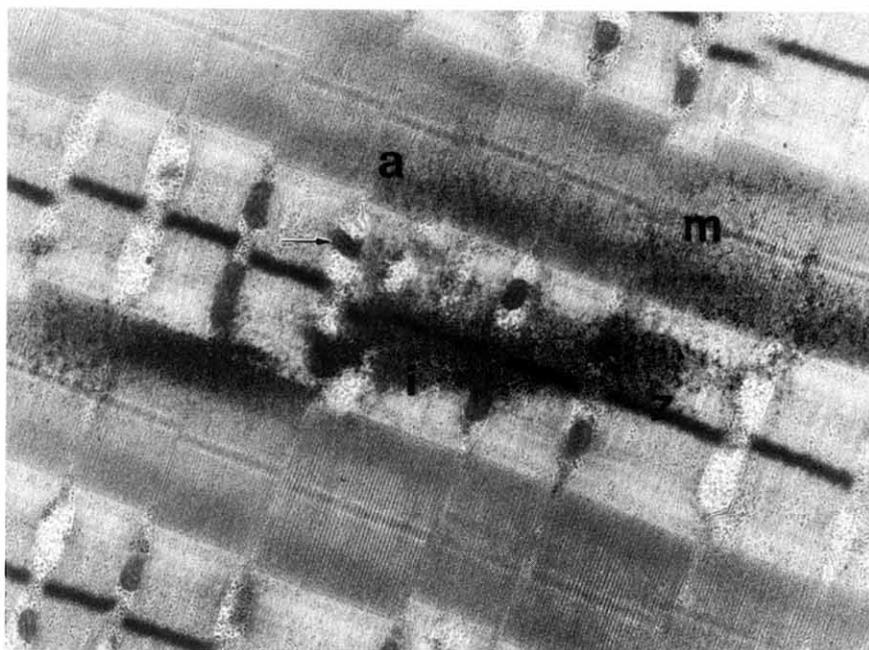
Ο φυσιολογικός σκελετικός μυς αποτελείται από πολυπύρηννα κύτταρα καλούμενα ίνες που διατίθενται σε δεσμίδες οι οποίες περιβάλλονται από συνδετικό ιστό που καλείται περιμύιο. Το διάστημα μεταξύ των επιμέρους μυϊκών ινών, φυσιολογικά μη σημαντικό, αναφέρεται ως ενδομύιο (Εικ. 1). Στο εσωτερικό των ινών υπάρχουν συσταλτές πρωτεΐνες που καλούνται ινίδια. Οι πρωτεΐνες αυτές είναι υπεύθυνες για τη μετατροπή της χημικής ενέργειας σε μηχανικό έργο στη διάρκεια της μυϊκής σύσπασης και χάλασης. Τα συσταλτά ινίδια αποτελούν ανατομικές δομές που καλούνται μυοϊνίδια.

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκαλύπτει εναλλασσόμενες σκοτεινές και φωτεινές ζώνες στη μυϊκή ίνα. Η σκοτεινή ζώνη αναφέρεται ως ζώνη Α και η φωτεινή ζώνη ως ζώνη Ι. Η Α ζώνη έχει μήκος 1.5 μm ενώ της ζώνης Ι το μήκος ποικίλλει ανάλογα με την κατάσταση συστολής κι αυτό γιατί τα ινίδια της ζώνης Ι ολισθαίνουν μέσα στη ζώνη Α, με αποτέλεσμα βράχυνση της ίνας (σύσπαση) και έξω από τη ζώνη Α, με αποτέλεσμα επιμήκυνσή της (χάλαση). Στη μεσότητα της ζώνης Ι υπάρχει μία λεπτή σκοτεινή ζώνη που καλείται γραμμή Ζ. Μία λεπτή γραμμή Μ εμφανίζεται στη μεσότητα της Α ζώνης και συνδέεται με ωχράς απόχρωσης ζώνες Η σε κάθε πλάγιο. Η ζώνη Α και δύο Ι ζώνες μεταξύ των 2 γραμμών Ζ ορίζουν το σαρκομερίδιο, τη βασική μονάδα των μυϊκών ινών μήκους 2.5-3.0 μm. Οι μυϊκές ίνες αυξάνουν με την προσθήκη σαρκομερίων στην περιοχή σύνδεσης του μυός με τον τένοντά του (2).

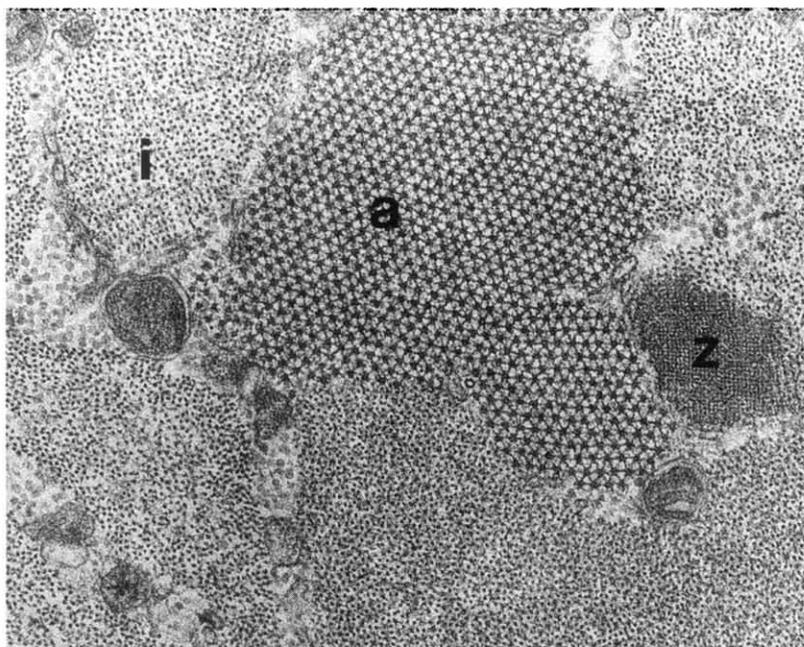
Η σκοτεινή ζώνη Α αποτελείται πρώτιστα από ινίδια μυοσίνης πάχους 15-18 μm, ενώ η ζώνη Ι πρωταρχικά από ινίδια ακτίνης πάχους 7-10 μm. Παρατηρούνται εκτός της μυοσίνης και της ακτίνης κι άλλες πρωτεΐνες. Η μυομεσίνη, η Μ πρωτεΐνη και η κρεατινική κινάση εντοπίζονται στη γραμμή Μ. Οι πρωτεΐνες C, Η και Χ στη ζώνη Α. Η τροπονίνη, τροπομυοσίνη και νεμπουλίνη στη ζώνη Ι. Στη γραμμή Ζ συμπεριλαμβάνεται α-ακτίνη (3). Η γιγαντιαία τιτίνη και νεμπουλίνη μαζί με τις πρωτεΐνες της Μ και Ζ-γραμμής δημιουργούν ένα κλιμακωτό σύμπλεγμα που διατηρεί την οργάνωση του σαρκομερίου στη διάρκεια της σύσπασης και χάλασης των μυϊκών ινών.



**Εικ. 1.** Φυσιολογικός σκελετικός μυς. Χρώση αιματοξυλίνης και ηωσίνης, μεγέθυνση x250.



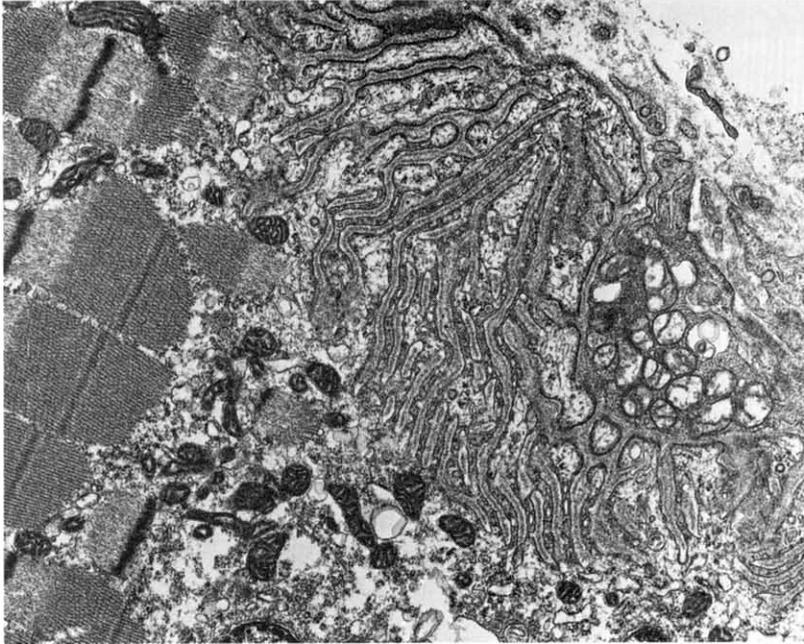
**Εικ. 2.** Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σκελετικού μύος που δείχνει τις ζώνες A και I και τις γραμμές Z και M. Μιτοχόνδρια (βέλος) εντοπίζονται στη ζώνη I. Μεγέθυνση x18200.



**Εικ. 3.** Εγκάρσια τομή σκελετικού μυός που φαίνονται οι ζώνες A και I και η γραμμή Z. Μεγέθυνση x87500.

Το εξωτερικό περίβλημα της μυϊκής ίνας είναι το σακρόλειμμα. Αποτελείται από δύο στρώματα. Το εσωτερικό αποτελεί τη μεμβράνη του πλάσματος της μυϊκής ίνας και το εξωτερικό τη βασική στιβάδα. Η μυνευρική σύνδεση βρίσκεται στην επιφάνεια της ίνας (Εικ. 4). Η πρώιμη μυϊκή ίνα νευρώνεται από ένα μοναδικό εμμύελο άξονα. Μέχρι την εννεύρωση άλλοι πυρήνες παράγουν mRNAs υποομάδων των υποδοχέων ακετυλοχολίνης. Αυτοί παύουν με την εννεύρωση αλλά επιστρέφουν μετά από απονεύρωση (5). Αν μία μυϊκή ίνα απονευρωθεί, η επανενεύρωσή της θα παρατηρηθεί στην αρχική θέση της μυνευρικής σύνδεσης (6). Ένα κύτταρο Schwann καλύπτει τον άξονα στην περιοχή αυτή. Η μυϊκή ίνα στο σημείο αυτό αναφέρεται μερικές φορές σε ένα μοναδικό επίπεδο, αποτελείται από πολλές πτυχές και δευτερογενείς σχισμές που περιέχουν υποδοχείς ακετυλοχολίνης και ακετυλοχολινεστεράση (7).

Στη διέγερση της σύσπασης επιπροσθέτως της μυνευρικής σύνδεσης παίρνουν μέρος δύο συστήματα σωληνίσκων. Το εγκάρσιο σύστημα συνήθως αναφέρεται ως T σωλήνες, αποτελεί ένα δίκτυο προπτώσεων της μεμβράνης του πλάσματος στη μυϊκή ίνα, το οποίο συνδέει τις συνδετικές προσεκβολές σε ένα άλλο δίκτυο, το σαρκοπλασματικό δίκτυο, στις τελικές δεξαμενές αυτού του δικτύου (Εικ. 5). Το περιφερικό συνδετικό σαρκοπλασματικό δίκτυο συνδέεται επίσης άμεσα με το πλασματέλιμα (8). Το εγκάρσιο σύστημα σωληνίσκων και το σαρκοπλασματικό δίκτυο παίρνουν μέρος στη διέγερση του κύκλου της σύσπασης του μυός. Συζητήσεις για τη φυσιολογία του μυός μπορείτε να βρείτε στο κεφάλαιο 2.



**Εικ. 4.** Μία μυνευρική σύνδεση. Παρατηρείστε τις προέχουσες σχισμές στο πλάγιο του μύος στη σύνδεση. Μεγέθυνση x5200.



**Εικ. 5.** Το εγκάρσιο σύστημα σωληνίσκων (βέλος) σε συνέχεια με την επιφάνεια του κυττάρου. Φέρεται σε σχέση με το σαροπλασματικό δίκτυο στην τελική δεξαμενή (κεφαλές βελών).