



Μαλακά Μόρια

Ιστολογία, Φυσιολογία, Παθολογικές Προσαρμογές

κεφάλαιο

1

Ανατομία - Ιστολογία δέρματος

Το δέρμα (το μεγαλύτερο ανθρώπινο όργανο) αποτελείται από την επιθηλιακή στιβάδα που λέγεται επιδερμίδα και το χόριο (υποκείμενη στιβάδα συνδετικού ιστού, Εικόνα 1.1). Κάτω από το δέρμα βρίσκεται ο υποδόριος ιστός, ο οποίος περιέχει κυρίως λιπώδη κύτταρα (υποδόριος λιπώδης ιστός).

Η επιδερμίδα αποτελείται από πέντε στοιβάδες: τη βασική, την ακανθωτή, την κοκκιώδη, τη διαυγή και την κερατίνη. Η κατώτερη επιδερμική στοιβάδα (βασική) αποτελείται από επιθηλιακά κυβοειδή κύτταρα που, μαζί με τους κατώτερους στίχους κυττάρων της υπερκείμενης ακανθωτής, είναι υπεύθυνα για την αναγέννηση των κυττάρων της επιδερμίδας. Η ακανθωτή στοιβάδα αποτελείται από πολλούς στίχους κυττάρων τα οποία προοδευτικά σχηματίζουν την κοκκιώδη στοιβάδα. Τα κύτταρα στην κοκκιώδη στοιβάδα περιέχουν κοκκία κερατοϋαλίνης, τα οποία αποτελούν τη βάση για το σχηματισμό της κερατίνης. Η ανώτερη στοιβάδα, τέλος, είναι η κερατίνη στιβάδα, η οποία αποτελείται πλέον από απύρηντα τελικά διαφοροποιημένα κύτταρα που, συνδεόμενα μεταξύ τους, προσδίδουν στο δέρμα μία σημαντική ιδιότητα, την αδιαπερατότητα.^{1,2}

Το χόριο αποτελείται από συνδετικό ιστό που στηρίζει και σταθεροποιεί την επιδερμίδα. Στο χόριο (ή κυρίως δέρμα) υπάρχουν αυτόχθονα κύτταρα (ινοβλάστες) τα οποία συνθέτουν ίνες κολλαγόνου, ελαστικές και δικτυωτές

ίνες. Οι ίνες κολλαγόνου εξασφαλίζουν τη δομική στήριξη του δέρματος ενώ οι ελαστικές ίνες την ελαστικότητά του. Η σύνδεση του χορίου και της επιδερμίδας γίνεται με προσεκβολές του χορίου (θηλές) σε εγκολπώσεις (επιδερμικές καταδύσεις) της επιδερμίδας. Αυτή η δερμο-επιδερμική συμβολή εξασφαλίζει τη μηχανική υποστήριξη της επιδερμίδας ενώ λειτουργεί και σαν ημιδιαπερατό φίλτρο που ρυθμίζει τη ροή ουσιών από έξω προς τα μέσα και αντίστροφα.^{1,2}

Τα αγγεία του χορίου (αρτηρίες-φλέβες-τριχοειδή) σχηματίζουν δύο οριζόντια πλέγματα. Το εν τω βάθει αγγειακό πλέγμα, βρίσκεται κοντά στο υποδόριο λίπος και τροφοδοτεί τους ιδρωτοποιούς αδένες και τους θυλάκους των τριχών, ενώ το επιπολής βρίσκεται στην ανώτερη στιβάδα του χορίου την οποία και αιματώνει. Το χόριο έχει επίσης λεμφαγγεία, καθώς και πλήθος αισθητικών νεύρων και νευρικών απολήξεων τα οποία σχετίζονται με την ιδιοδεκτικότητα (αίσθηση της αφής, πόνου, θερμού-ψυχρού, πίεσης κ.λπ.).²

Τραυματισμοί δέρματος

Οι τραυματισμοί του δέρματος είναι συχνοί σε αθλητές, κυρίως σε αθλήματα σωματικής επαφής. Ο βασικός αιτιολογικός παράγοντας των δερματικών κακώσεων είναι η άμεση τριβή/πλήξη του δέρματος με κάποια σκληρή επιφάνεια, όπως αθλητικός εξοπλισμός (μπαστούνι χόκεϋ, γάντι πυγμαχίας, παπούτσι ποδοσφαιριστή) ή τμήμα του περιβάλλοντος άθλησης (τριβή με το δάπεδο του γυμναστηρίου, γηπέδου).³

Οι δερματικές κακώσεις διακρίνονται σε οξείες τραυματισμούς και σε τραυματισμούς υπέρχρησης (που είναι λιγότερο συχνοί) (Πίνακας 1.1). Οι οξείες δερματικές κακώσεις είναι συνήθως ανοικτές και περιλαμβάνουν τις εκδορές (Εικόνα 1.2) και τα διατιτραίνοντα τραύματα, όπως οι σχάσεις, οι τομές και οι διατρήσεις (Εικόνες 1.3-1.5). Οι κακώσεις υπέρχρησης του δέρματος περιλαμβάνουν κυρίως τις φλύκταινες (φυσαλλίδες, Εικόνα 1.6).

Οι εκδορές είναι επιφανειακές διαβρώσεις της επιδερμίδας από τραυματισμό τριβής σε μια τραχεία επιφάνεια (γλίστρημα και σύριμο πάνω στο γήπεδο) (Εικόνα 4.1.2-3). Διάτρηση δέρματος προκαλείται από ένα αιχμηρό αντικείμενο το

οποίο λύει τη συνέχεια του δέρματος (τάπες ποδοσφαιρικού υποδήματος, ακόντιο).³⁻⁵

Η τομή είναι ένα λείο κόψιμο του δέρματος που προκαλείται από καθαρό, αιχμηρό αντικείμενο (αυτού του τύπου οι δερματικές κακώσεις είναι σπάνιες στον αθλητισμό). Οι σχάσεις και τα κοψίματα με ακανόνιστη μορφή προκαλούνται από κάποια αμβλεία φόρτιση (σύγκρουση κεφαλιών ποδοσφαιριστών) εμφανίζουν σημαντική επιδημιολογική εμφάνιση στον αθλητισμό.^{3,4}

Οι συνηθέστερες κακώσεις υπέρχρησης του δέρματος είναι οι φλύκταινες. Οι φλύκταινες είναι δερματικές φυσαλλίδες (φουσκάλες, Εικόνα 1.6) που εμφανίζονται σε σημεία υπερβολικής και επαναλαμβανόμενης τριβής του δέρματος με κάποια τραχεία επιφάνεια όπως, για παράδειγμα, η τριβή του δέρματος της πτέρνας με τα υποδήματα.³⁻⁵

Επούλωση δέρματος

Για την επούλωση του δέρματος έχει γίνει ειδική αναφορά στο κεφάλαιο της ιστικής αποκατάστασης αφού θεωρείται το καλύτερα μελετημένο όργανο, ως προς τα χρονικά όρια της επούλωσης.

Στις αθλητικές δερματικές κακώσεις λαμβάνει χώρα κατά κύριο λόγο η πρωτογενής επούλωση (ή επούλωση κατά πρώτο σκοπό). Τα κύτταρα που σχηματίζουν την επιδερμίδα (πλακώδη επιθηλιακά) όπως έχει αναφερθεί, ανήκουν στα ασταθή κύτταρα τα οποία αναγεννώνται διαρκώς κατά την εξωμήτρια ζωή. Επιπλέον, το χόριο του δέρματος αποτελείται από ινοβλάστες και μικρά αγγεία (που με τη σειρά τους σχηματίζονται από ενδοθηλιακά και λεία μυϊκά κύτταρα) και έχουν επίσης μικρή ικανότητα πολλαπλασιασμού.⁶

Συνοπτικά, στη δερματική επούλωση έχουμε αρχικά το σχηματισμό θρόμβου και εσχάρας (από επιφανειακή αφυδάτωση) και το φλεγμονώδες στάδιο με παρουσία αρχικά ουδετερόφιλων και στη συνέχεια μονοπύρηνων μακροφάγων.

Σε μικρές δερματικές βλάβες η ιστική αποκατάσταση μπορεί να είναι ποιοτικά άριστη καθώς το δέρμα επιτυγχάνει την επούλωσή του με πολλαπλασιασμό των ιδίων κυττάρων του με αποτέλεσμα η ίνωση να αποτελεί μικρό μόνο κομμάτι της επουλωτικής διαδικασίας.⁷

Πίνακας 1.2 Ταξινόμηση μυϊκών θλάσεων

Σοβαρότητα μυϊκών θλάσεων	Συμπτώματα-Κλινική εκδήλωση	Λειτουργικότητα	Ιστολογικές προσαρμογές
1ου βαθμού	Μικρή ευαισθησία, ελάχιστο οίδημα και πόνος	Πόνος στο τέλος του εύρους τροχιάς της κίνησης που ελέγχεται από τον τραυματισμένο μυ	Μικροσκοπικές ρήξεις ελάχιστων μυϊκών ινών
2ου βαθμού	Μέτρια ευαισθησία, μεγάλο οίδημα, πόνος, μυϊκός σπασμός	Σημαντικός περιορισμός του εύρους τροχιάς λόγω πόνου - σημαντικές προσαρμογές στο κινητικό πρότυπο της άρθρωσης λόγω πόνου και ευαισθησίας	Μερική ρήξη μυός
3ου βαθμού	Σημαντικό οίδημα, πόνος και μυϊκός σπασμός	Παύση λειτουργίας μυός, αδυναμία κίνησης στην οποία συμμετέχει	Ολική ρήξη μυός

Ανατομία - Ιστολογία αρθρικού υμένα και αρθρικού θυλάκου

Σε κάθε διάρθρωση τα αρθρούμενα οστά συνδέονται μεταξύ τους με μια λεπτή μεμβράνη χαλαρού συνδετικού ιστού που ονομάζεται αρθρικός θύλακος (Εικόνα 1.7). Εντός του θυλάκου περιέχεται το αρθρικό υγρό που λιπαίνει και θρέφει τις αρθρικές επιφάνειες (ο υαλοειδής χόνδρος των οποίων στερείται, όπως έχει αναφερθεί, περιχονδρίου) και περιέχει μεγάλες ποσότητες υαλουρονικού οξέος.

Γύρω από τον αρθρικό θύλακο υπάρχει ένα περίβλημα με δύο στοιβάδες: μια εξωτερική που ονομάζεται ινώδης στοιβάδα (αποτελούμενη από πυκνό συνδετικό ιστό) και μια εσωτερική που λέγεται αρθρικός υμένας. Στον αρθρικό υμένα συναντάμε δύο τύπους κυττάρων: Τα Α κύτταρα που έχουν φαγοκυτταρικές ιδιότητες και τα Β που είναι τα κύτταρα που παράγουν το αρθρικό υγρό.⁸

Οι ινοβλάστες παράγουν ένα υδατανθρακικό πολυμερές μακράς αλυσίδας, την υαλουρονάνη, η οποία, μαζί με την πρωτεϊνογλυκάνη 4 (lubricin), λιπαίνει τις αρθρικές επιφάνειες. Το νερό του αρθρικού υγρού δεν εκκρίνεται από κάποιο συγκεκριμένο ανατομικό στοιχείο αλλά παγιδεύεται στον αρθρικό χώρο από την υδρόφιλη υαλουρονάνη. Τα μακροφάγα είναι υπεύθυνα για την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων συστατικών από το αρθρικό υγρό. Ακριβώς κάτω από

τον εσωτερικό χιτώνα του αρθρικού υμένα υπάρχει ένα πυκνό δίκτυο μικρών αιμοφόρων αγγείων.⁸

Κακώσεις υμένα - θυλάκου

Οι κακώσεις του αρθρικού υμένα και θυλάκου περιλαμβάνουν οξείες και χρόνιους τραυματισμούς (Πίνακας 1.1). Επί οξέων συμπτωμάτων φλεγμονής, η πάθηση αναφέρεται ως οξεία θυλακίτιδα ή υμενίτιδα, ενώ σε περιπτώσεις χρόνιων, σταδιακά επιδεινούμενων συμπτωμάτων, η πάθηση αναφέρεται ως χρόνια θυλακίτιδα. Η θυλακίτιδα-υμενίτιδα συχνότερα εμφανίζεται σε συνδυασμό με άλλες ενδοαρθρικές παθολογίες όπως χονδροπάθειες και συνδεσμικές κακώσεις. Έτσι, η θυλακίτιδα αναγνωρίστηκε ως συνοδός κάκωση στο 70% των παθολογιών ισχίου σε αθλητές αυστραλιανού ποδοσφαίρου.⁹ Η εμφάνιση των θυλακικών κακώσεων σχετίζεται είτε με άμεσο τραυματισμό (άμεση κάκωση) είτε με συνθήκες υπέρχρησης. Η συμπτωματολογία περιλαμβάνει έντονο πόνο, ευαισθησία και οίδημα που αυξάνονται κατά την κίνηση (επομένως τη φόρτιση του αρθρικού θυλάκου, Εικόνα 1.8). Η αποκατάσταση της πάθησης είναι πολύ σημαντική καθώς η ελλειμματική-παθολογική λειτουργία θα επηρεάσει αρνητικά την παραγωγή αρθρικού υγρού και επομένως τη λίπανση και τροφοδοσία του αρθρικού χόνδρου.

ΝΕΥΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ιστολογία νευρικού ιστού

Το νευρικό σύστημα αναλύει και επεξεργάζεται όλες τις σωματοαισθητικές πληροφορίες (ιδιοδεκτικότητα) και οργανώνει άμεσα ή έμμεσα τις περισσότερες λειτουργίες του σώματος (κινητικές, σπλαχνικές, ενδοκρινικές). Περιλαμβάνει το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ, εγκέφαλος, νωτιαίος μυελός) και το περιφερικό νευρικό σύστημα (νευρικές ίνες και γάγγλια). Ο νευρικός ιστός περιλαμβάνει κυρίως 3 τύπους κυττάρων: τα νευρικά κύτταρα ή νευρώνες, τα νευρογλοιακά κύτταρα (ΚΝΣ) και τα κύτταρα Schwann (περιφερικό νευρικό σύστημα) που υποστηρίζουν τους νευρώνες και συμμετέχουν στη θρέψη τους.⁹

Οι νευρώνες (νευρικά κύτταρα) αποτελούνται από τρία βασικά μέρη: τους δενδρίτες (πολλαπλές επιμήκεις αποφυάδες) που λαμβάνουν τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα, το κυτταρικό σώμα (περικάρυο) που αποτελεί το τροφικό κέντρο για όλο το νεύρο, και τον νευράξονα (μονή επιμήκης αποφυάδα) που παράγει ή/και μεταδίδει νευρικές ώσεις σε άλλα νευρικά, μυϊκά και αδενικά κύτταρα (Εικόνα 1.9) και μπορεί να φθάσει σε μήκος το 1 μέτρο.¹⁰

Ομάδες νευραξόνων μέσα σε ειδικά έλυτρα σχηματίζουν τις νευρικές ίνες, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν τις νευρικές οδούς του εγκεφάλου, του νωτιαίου μυελού και τα περιφερικά νεύρα. Οι νευρικές ίνες περιβάλλονται από μονές ή πολλαπλές στοιβάδες κυττάρων, που στην περίπτωση των ινών του ΚΝΣ είναι τα ολιγοδενδροκύτταρα και των περιφερικών ινών τα κύτταρα Schwann. Οι νευρικές ίνες με μικρή διάμετρο είναι συνήθως αμύελες, ενώ αυτές που περιβάλλονται από μυελώδη έλυτρα ονομάζονται εμμύελα νεύρα. Στο περιφερικό νευρικό σύστημα οι νευρικές ίνες αθροίζονται σε δεσμίδες και σχηματίζουν τα νεύρα.⁸

Οι νευράξονες συγκρατούνται μεταξύ τους μέσα στα περινευρικά έλυτρα με το ενδονεύριο (λεπτή στιβάδα δικτυωτών ινών) σχηματίζοντας μια δέσμη. Κάθε δέσμη περιβάλλεται από το περινεύριο (στιβάδα επίπεδων επιθηλιοειδών κυττάρων). Πολλές δέσμες νευραξόνων καλυπτόμενες με το επινεύριο (πυκνός συνδετικός ιστός που καλύπτει και τα κενά ανάμεσα στις δεσμίδες), σχηματίζουν το νεύρο.

Οι νευρώνες μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το λειτουργικό τους ρόλο σε κινητικούς (ελέγχουν μυϊκές ίνες), αισθητικούς (υποδέχονται και επεξεργάζονται ερεθίσματα) και μεικτούς.¹¹

Κακώσεις νευρικού ιστού

Οι οξείς νευρικοί τραυματισμοί, αν και σπάνιοι στους αθλητές, ανήκουν στους σοβαρούς τραυματισμούς με σημαντική συνοδό αποχή από τα αθλητικά γεγονότα. Αυτοί οι τραυματισμοί μπορεί να οφείλονται είτε σε άμεσο κτύπημα (π.χ. ωλένια νευρίτιδα) είτε σε μια αιφνίδια φόρτιση δύναμης ελκυσμού (stinger injury-κάκωση βραχιονίου πλέγματος). Οι συνηθέστερες νευρικές κακώσεις στον αθλητισμό αφορούν στην αυχενική κάκωση stinger, στη συμπίεση του μέσου νεύρου στη πηχεοκαρπική, σε ριζίτιδες και κακώσεις νεύρων από μεσοσπονδύλια συμπίεση αυχενικής και οσφυϊκής εντόπισης.^{12,13} Οξείς νευρικοί τραυματισμοί λαμβάνουν χώρα και ως επιπλοκή χειρουργικών επεμβάσεων.¹⁴ Η συμπτωματολογία των οξέων νευρικών τραυματισμών περιλαμβάνει αισθητικά συμπτώματα (έντονο μυρμηγκιασμο, αιμωδίες) και πόνο στην κατανομή του νεύρου. Στους μικροτραυματισμούς τα συμπτώματα υποχωρούν γρήγορα αλλά σε σοβαρές κακώσεις ο πόνος εμμένει για σημαντικό χρονικό διάστημα. Περιστασιακά, σε βαρείς τραυματισμούς, παρατηρείται αδυναμία ή παράλυση των μυών που νευρώνονται από το τραυματισμένο νεύρο, με συνοδές διαταραχές αισθητικότητας.¹⁵

Κακώσεις υπέρχρησης νεύρων

Οι κακώσεις υπέρχρησης των νεύρων οφείλονται είτε σε επαναλαμβανόμενη φόρτιση και παγίδευσή τους ως αποτέλεσμα ανατομικών ανωμαλιών είτε σε συμπίεση και κακή τροφοδοσία σε έδαφος συνδρόμων διαμερίσματος και οιδήματος των παρακείμενων μαλακών μορίων (Εικόνα 1.10).¹⁵ Αυτού του είδους οι κακώσεις αφορούν συχνά το θυροειδές νεύρο της βουβωνικής χώρας (football groin), το ωλένιο νεύρο (ωλένια νευρίτιδα) και τα μεσοδακτύλια νεύρα (νεύρωμα Morton). Ο χρόνιος, ήπιος ερεθισμός κάποιου νεύρου μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη, με αύξηση στην τάση που δέχεται το νεύρο, και μπορεί να αποτελεί την πρωταρχική αιτία των

συμπτωμάτων του αθλητή ή να επιτείνει τα συμπτώματά του.^{12,15}

Επούλωση νευρικού ιστού

Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο της ιστικής αποκατάστασης, οι νευρώνες ανήκουν στην κατηγορία των μόνιμων κυττάρων, που δεν έχουν ικανότητα πολλαπλασιασμού. Μόνο μερική ανανέωση του κυτταροπλάσματός τους είναι δυνατή σε περιπτώσεις που η βλάβη εντοπίζεται κοντά στο κυτταρικό σώμα ή περικάρυο (που αποτελεί το τροφικό κέντρο του νευρώνα).

Όταν τραυματιστεί μια νευρική ίνα, οι αλλαγές που ακολουθούν είναι διαφορετικές στο κοντινό (προς το περικάρυο) και στο απομακρυσμένο τμήμα της. Έτσι, το κοντινό τμήμα διατηρώντας τη συνέχειά του με το τροφικό κέντρο είναι δυνατόν να αναγεννηθεί. Το τμήμα αυτό αυξάνει και διακλαδίζεται σχηματίζοντας ινώδεις διακλαδώσεις που προωθούνται προς τα κύτταρα Schwann (τα οποία περιτυλίγουν το νευράξονα). Οι ίνες του κοντινού τμήματος του νευράξονα που κατορθώνουν να εισδύσουν στη στήλη των κυττάρων Schwann είναι εκείνες που τελικά θα αναγεννηθούν.

Αντίθετα, στο απομακρυσμένο τμήμα τόσο ο νευράξονας όσο και το έλυτρο μυελίνης εκφυλίζονται (καταστρέφονται) ολοκληρωτικά (Εικόνα 1.10).^{12,15} Τα περινευρικά έλυτρα και ο συνδετικός ιστός ωστόσο διατηρούνται και μέσα σ' αυτά παρατηρείται πολλαπλασιασμός των κυττάρων Schwann που σχηματίζουν πολλαπλές στήλες κυττάρων με ακτινωτή διάταξη, που χρησιμεύουν ως οδηγός για την αναγέννηση του νευράξονα. Αν υπάρχει κατάλληλη ευθυγράμμιση και συμπλησίαση των τραυματικών άκρων, ο αναγεννώμενος νευράξονας θα επανακαθιδρύσει τη σύνδεση με τα κύτταρα Schwann. Όταν ο τραυματισμός είναι πολύ ευρύς, για να γεφυρωθεί θα σχηματιστεί ένα τραυματικό νεύρωμα (από αποδιοργανωμένο πολλαπλασιασμό των νευρικών ινών, των κυττάρων Schwann και του περινευρίου).⁸

ΜΥΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ιστολογία μυϊκού ιστού

Ο μυϊκός ιστός είναι υπεύθυνος για την παραγωγή κίνησης. Υπάρχουν τρία είδη μυϊκού ιστού:

ο λείος (ατρακτοειδή κύτταρα), ο γραμμωτός (μακριά πολυπύρρηνα κύτταρα) και ο καρδιακός (επιμηκυσμένα κύτταρα). Ο γραμμωτός μυϊκός ιστός αποτελείται από τις μυϊκές ίνες (μακριά κυλινδρικά πολυπύρρηνα κύτταρα) που εκτελούν γρήγορη, εκούσια συστολή, και είναι ο ιστός που σχηματίζει (μαζί με τον περιβάλλοντα συνδετικό ιστό) τους σκελετικούς μύς.

Οι μυϊκές ίνες εμφανίζουν κάθετη γράμμωση και αποτελούνται από μυοϊνίδια, που με τη σειρά τους εμφανίζουν μικρότερες επαναλαμβανόμενες μονάδες, τα σαρκομέρια.¹⁶ Κάθε σαρκομέριο βρίσκεται υπομικροσκοπικά μεταξύ δύο Z γραμμών και αποτελείται από εναλλασσόμενες σκοτεινές (Α ζώνες) και φωτεινές ζώνες (I ζώνες). Κάθε I ζώνη διχοτομείται από τη γραμμή Z. Οι φωτεινές ζώνες (I) αποτελούνται από ακτίνη, οι σκοτεινές (A) από ακτίνη και μυοσίνη, ενώ στις Z γραμμές σκηνώνονται τα ινίδια ακτίνης του μύος. Κατά τη μυϊκή σύσπαση, τα νημάτια της ακτίνης κυλούν πάνω στα ινίδια μυοσίνης και έτσι επιτυγχάνεται η βράχυνση του σαρκομερίου και κατ' επέκταση του μύος.

Κάθε μυϊκή ίνα περιβάλλεται από συνδετικό ιστό που ονομάζεται ενδομύιο, και πολλές ίνες μαζί περιβάλλονται από το περιμύιο (Εικόνα 1.11). Ολόκληρος ο μύς καλύπτεται από ένα εξωτερικό έλυτρο πυκνού συνδετικού ιστού, το επιμύιο. Το επιμύιο, το περιμύιο και το ενδομύιο αποτελούνται κυρίως από συνδετικό ιστό με αιμοφόρα αγγεία και νεύρα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο συνδετικός ιστός δεν προσκολλάται στο μυϊκό ιστό, ώστε να επιτρέπεται η κίνηση του τελευταίου. Ο ρόλος του συνδετικού ιστού είναι ιδιαίτερα σημαντικός αφού μεταδίδει τις δυνάμεις που παράγονται από τη συστολή των μυϊκών κυττάρων.¹⁷

Τα αιμοφόρα αγγεία σχηματίζουν ένα πυκνό δίκτυο που εισδύει στο μυ μέσα από τον περιβάλλοντα συνδετικό ιστό, ο οποίος περιέχει επίσης λεμφαγγεία. Κάθε μυϊκή ίνα έχει στην επιφάνειά της απολήξεις κινητικού νεύρου (τελική κινητική πλάκα) για την ενεργοποίησή της και την παραγωγή έργου.

Μυϊκές κακώσεις

Οι μυϊκές κακώσεις οφείλονται είτε σε τραυματισμό επαφής με τη μορφή της άμεσης κάκωσης (πλήξη πάνω στο μυ) είτε σε έμμεσο τραυματισμό από υπερδιάταση του μύος κατά τη