

τή κατανόηση του τραυματισμού, καθώς και να γνωρίζει πώς συνέβη, τις κύριες εμπλεκόμενες ανατομικές κατασκευές, τον βαθμό και την έκταση του τραύματος και τη φάση ή το στάδιο της επούλωσης της κάκωσης.^{3,18}

Η ΟΜΑΔΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η παροχή ενός συνολικού προγράμματος αποκατάστασης στον αθλητή απαιτεί ομαδική προσπάθεια για να είναι αποτελεσματική. Η ομάδα αποκατάστασης αποτελείται από κάποια άτομα, το καθένα από τα οποία όμως πρέπει να λειτουργήσει με συγκεκριμένο τρόπο για τη φροντίδα του τραυματισμένου αθλητή. Υπό ιδανικές συνθήκες ο θεραπευτής, ο αθλητής, ο ιατρός, ο προπονητής, ο γυμναστής και η οικογένεια του αθλητή επικοινωνούν ελεύθερα μεταξύ τους και λειτουργούν ως ομάδα. Αυτή η ομάδα ασχολείται με τη διαδικασία αποκατάστασης, αρχίζοντας από την αξιολόγηση του ασθενούς, την επιλογή και εφαρμογή της θεραπείας και τελειώνοντας με λειτουργικές ασκήσεις και την επάνοδο στην αγωνιστική δραστηριότητα. Ο θεραπευτής κατευθύνει την αποκατάσταση μετά την οξεία φάση. Είναι πολύ σημαντικό να καταλάβει ο αθλητής ότι αυτή η φάση της αποκατάστασης είναι εξίσου σημαντική με τη φάση της χειρουργικής επέμβασης για την ανάκτηση της φυσιολογικής λειτουργίας της άρθρωσης και την επάνοδο στην αγωνιστική δραστηριότητα. Όλες οι αποφάσεις που λαμβάνονται από τον ιατρό, τον θεραπευτή και τους προπονητές και θα υπαγορεύσουν την πορεία της αποκατάστασης, τελικά θα επηρεάσουν τον τραυματισμένο ασθενή.

Απ' όλα τα μέλη της ομάδας αποκατάστασης που ασχολούνται με τον αθλητή, κανένα δεν έρχεται σε τόσο επαφή μαζί του όσο ο θεραπευτής. Είναι το μόνο άτομο που έρχεται σε επαφή με τον αθλητή καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος αποκατάστασης, από τη στιγμή του αρχικού τραυματισμού μέχρι την τελι-

κή επάνοδο του αθλητή χωρίς περιορισμούς στην αγωνιστική δραστηριότητα. Φέρει την κύρια ευθύνη για την παροχή υγειονομικής φροντίδας σε ένα αθλητικό περιβάλλον, όπως είναι η πρόληψη των τραυματισμών, η παροχή πρώτων βοηθειών μετά τον τραυματισμό και ο σχεδιασμός και η επίβλεψη ενός κατάλληλου και αποτελεσματικού προγράμματος αποκατάστασης, το οποίο μπορεί να διευκολύνει την ασφαλή και ταχεία επιστροφή του αθλητή.

Ο θεραπευτής πρέπει να συνεργάζεται στενά και υπό την εποπτεία του ιατρού για τον σχεδιασμό του προγράμματος αποκατάστασης και να χρησιμοποιεί τις κατάλληλες θεραπευτικές ασκήσεις, τον εξοπλισμό για αποκατάσταση, τις τεχνικές κινητοποίησης ή τα θεραπευτικά μέσα. Πρέπει να αναλαμβάνει την ευθύνη της επίβλεψης της διαδικασίας αποκατάστασης, μέχρι τελικά ο αθλητής να επιστρέψει στις δραστηριότητές του.

Ο θεραπευτής οφείλει να γνωρίζει τη φύση του τραυματισμού ενός αθλητή, τις λειτουργίες των τραυματισμένων δομών και τα διάφορα διαθέσιμα εργαλεία για την ασφαλή αποκατάστασή του. Επιπλέον πρέπει να γνωρίζει τη φιλοσοφία αντιμετώπισης του θηράποντος ιατρού και να είναι προσεκτικός κατά την εφαρμογή θεραπευτικών πρωτοκόλλων, επειδή είναι πιθανό μια θεραπεία να είναι ασφαλής αλλά απαρχαιωμένη για έναν ιατρό, ενδέχεται όμως να αποτελεί τη θεραπεία επιλογής ενός άλλου. Οι επιτυχημένοι θεραπευτές είναι ευέλικτοι όσον αφορά στην προσέγγιση της αποκατάστασης και εφαρμόζουν τεχνικές οι οποίες είναι τεκμηριωμένες και αποτελεσματικές, αλλά και ποικίλλουν από αθλητή σε αθλητή, καθώς και από ιατρό σε ιατρό.

Η επικοινωνία είναι σημαντική για την αποφυγή παρεξηγήσεων και την επακόλουθη διατάραξη της αρμονικής σχέσης με τον αθλητή ή τον ιατρό. Ο τραυματισμένος αθλητής πρέπει να γνωρίζει πάντα το γιατί, το πώς και το πότε, παράγοντες που υπαγορεύουν την πορεία του προγράμματος αποκατάστασης.

Κάθε προσωπική σχέση χρειάζεται κάποιο χρόνο για να αναπτυχθεί και να εξελιχθεί. Η σχέση μεταξύ προπονητή και θεραπευτή δεν διαφέρει και πρέπει να αποδειχθεί στον προπονητή την ικανότητά του να διαχειρίζεται σωστά έναν τραυματισμό και να καθοδηγεί την πορεία ενός προγράμματος αποκατάστασης. Θα χρειαστεί κάποιος χρό-

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 1-1

Ο ιατρός της ομάδας διέγνωσε ότι ένας κολυμβητής πάσχει από σύνδρομο θωρακικής εξόδου. Ο θεραπευτής καταρτίζει ένα πρόγραμμα αποκατάστασης για τον αθλητή. Τι πρέπει να λάβει υπ' όψιν του;

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 1–2

Μια γυμνάστρια έχει υποβληθεί σε χειρουργική ανάπλαση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ). Ο ορθοπεδικός ζητά να αρχίσει η διαδικασία αποκατάστασης με κάποιες ενεργητικές ασκήσεις για το εύρος τροχιάς της κίνησης. Η ασθενής προοδεύει πολύ γρήγορα και θέλει να αυξήσει το επίπεδο της δραστηριότητάς της. Τι μπορεί να γίνει για να ικανοποιηθεί το αίτημα της ασθενούς;

νος για να αναπτυχθεί μια σχέση εμπιστοσύνης. Ο προπονητής πρέπει να καταλάβει ότι όλοι θέλουν τα ίδια πράγματα για τον αθλητή – να γίνει καλά και να επιστρέψει στις προπονήσεις όσο το δυνατόν πιο γρήγορα και με ασφάλεια.

Αυτό δεν σημαίνει πάντως ότι οι προπονητές δεν πρέπει να εμπλέκονται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Για παράδειγμα, όταν ένας αθλητής αναρρώνει από έναν τραυματισμό, μπορεί να γίνουν συνεδρίες με ασκήσεις ή τεχνικές οδηγίες, όπου ο αθλητής συμμετέχει χωρίς να επιδεινώνεται ο τραυματισμός του. Ο προπονητής, ο θεραπευτής και ο ιατρός μπορούν, λοιπόν, να συζητήσουν τι μπορεί και δεν μπορεί να κάνει ο αθλητής με ασφάλεια κατά τη διάρκεια μιας προπόνησης.

Οι αθλητές συχνά βρίσκονται στη μέση, όταν ο προπονητής τους λέει να κάνουν ένα πράγμα και το ιατρικό προσωπικό κάτι άλλο. Πρέπει να είναι σεβαστή η δουλειά του προπονητή και να γίνεται ό,τι είναι δυνατόν για να υποστηριχθεί. Η στενή επικοινωνία μεταξύ τους είναι αναγκαία για να ακολουθούν όλοι τον ίδιο ρυθμό.

Κατά την αποκατάσταση ενός τραυματισμένου αθλητή, ιδίως αν είναι νεαρός (Γυμνάσιο, Λύκειο), ο θεραπευτής, ο προπονητής και ο ιατρός πρέπει να αφιερώσουν χρόνο και να ενημερώσουν τους γονείς του αθλητή για την πορεία της διαδικασίας αποκατάστασης του τραυματισμού. Όταν ένας ασθενής πηγαίνει ακόμη στο Γυμνάσιο, οι αποφάσεις των γονέων είναι υψίστης σημασίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ιδίως όταν ο αθλητής είναι πολύ νεαρός, πολλοί γονείς επιμένουν να δει το παιδί τους ο οικογενειακός ιατρός, παρά ο υπεύθυνος ιατρός της ομάδας. Έτσι δημιουργείται μια κατάσταση όπου ο θεραπευτής πρέπει να έρχεται σε επαφή με πολλούς δια-

φορετικούς ιατρούς. Η γνώμη του οικογενειακού ιατρού πρέπει να γίνεται σεβαστή, ακόμη και αν δεν διαθέτει μεγάλη –ή και καθόλου– πείρα στις αθλητικές κακώσεις.

Πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι ο ιατρός που συνεργάζεται με τον θεραπευτή αναλαμβάνει την ευθύνη για τη λήψη των τελικών αποφάσεων σχετικά με την πορεία της αποκατάστασης για τον αθλητή, από τη στιγμή του τραυματισμού μέχρι την πλήρη επιστροφή στην αγωνιστική δραστηριότητα. Ο προπονητής πρέπει να αποδέχεται και να υποστηρίζει τις αποφάσεις του ιατρικού προσωπικού σε κάθε ζήτημα που έχει σχέση με την πορεία της αποκατάστασης του τραυματισμένου αθλητή.

Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ

Η προσέγγιση της αποκατάστασης των αθλητικών κακώσεων διαφέρει σε σχέση με την αποκατάσταση άλλων παθήσεων.⁴ Η ανταγωνιστική φύση των αθλητικών δραστηριοτήτων καθιστά αναγκαία την επιθετική προσέγγιση του ζητήματος της αποκατάστασης. Επειδή η αγωνιστική περίοδος στα περισσότερα αθλήματα είναι σχετικά σύντομη, ο αθλητής δεν διαθέτει την πολυτέλεια να περιμένει και να μην κάνει τίποτα μέχρι να επουλωθεί η κάκωση. Ο στόχος είναι η συντομότερη δυνατή επιστροφή με τη μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια. Συνεπώς, γίνεται ένα «παιχνίδι» με τη διαδικασία επούλωσης, χωρίς ποτέ να επιτρέπεται πραγματικά η πλήρης επούλωση μιας κάκωσης. Ο θεραπευτής που επιβλέπει το πρόγραμμα αποκατάστασης συνήθως εκτελεί μια «ισορροπιστική προσπάθεια» – η λεπτή γραμμή μεταξύ της υπερβολικά επιθετικής προσέγγισης και της ελλιπούς εκμετάλλευσης των ορίων του ασθενούς. Σε κάθε περίπτωση, μια λανθασμένη απόφαση από την πλευρά της ομάδας αποκατάστασης μπορεί να καθυστερήσει την επιστροφή του αθλητή στην αγωνιστική δραστηριότητα.

Κατανόηση της διαδικασίας επούλωσης

Οι αποφάσεις για τη χρονική στιγμή και τον τρόπο μεταβολής ή προόδου του προγράμματος αποκατάστασης πρέπει να βασίζονται κυρίως στη διαδικασία επούλωσης του τραυματισμού. Ο θεραπευτής πρέπει να γνωρίζει καλά

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΕΠΙΚΕΝΤΡΟ;

Το επίκεντρο ορίζεται ως το σύμπλεγμα οσφύος-λεκάνης-ισχίου.^{1,28} Το επίκεντρο είναι εκεί όπου εντοπίζεται το κέντρο βάρους και όπου αρχίζει κάθε κίνηση.^{33,34,78,79} Υπάρχουν 29 μύες οι οποίοι προσφύονται στο σύμπλεγμα οσφύος-λεκάνης-ισχίου.^{7,8,28,80} Ένα αποτελεσματικό επίκεντρο επιτρέπει τη διατήρηση της φυσιολογικής μηκοδυναμικής σχέσης μεταξύ λειτουργικών αγωνιστών και ανταγωνιστών, κάτι που προάγει τις φυσιολογικές σχέσεις μεταξύ των ζευγών δυνάμεων στο σύμπλεγμα οσφύος-λεκάνης-ισχίου. Η διατήρηση της φυσιολογικής μηκοδυναμικής σχέσης και αναλογίας στα ζεύγη δυνάμεων συντελεί στην άριστη αρθροκινηματική στην περιοχή κατά την εκτέλεση λειτουργικών κινήσεων της κινητικής αλυσίδας.^{88,89,96} Αυτό συνεπάγεται άριστη νευρομυϊκή αποδοτικότητα σε ολόκληρη την κινητική αλυσίδα, δηλαδή βέλτιστη επιτάχυνση, επιβράδυνση και δυναμική σταθεροποίηση σε λειτουργικές κινήσεις. Σημαίνει επίσης και άριστη σταθερότητα κεντρικά για τις αποδοτικές κινήσεις των κάτω άκρων.^{1,28,33,34,43,55,78,79,88,89}

Το επίκεντρο λειτουργεί ως μία ολοκληρωμένη λειτουργική μονάδα, όπου ολόκληρη η κινητική αλυσίδα δρα συνεργατικά για την παραγωγή δύναμης, την ελάττωση της δύναμης και τη δυναμική σταθεροποίηση ενάντια σε μη φυσιολογικές φορτίσεις και επιβαρύνσεις.¹ Σε συνθήκες αποδοτικότητας κάθε δομικό συστατικό κατανέμει το βάρος, απορροφά δυνάμεις και μεταφέρει τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους.¹ Αυτό το αλληλοεξαρτώμενο, ολοκληρωμένο σύστημα όμως πρέπει να εκπαιδευθεί κατάλληλα για να μπορέσει να λειτουργήσει αποδοτικά σε δραστηριότητες δυναμικής κινητικής αλυσίδας.

Τα προγράμματα άσκησης για την επίκεντρη σταθεροποίηση αναφέρονται με πολλούς και διαφορετικούς όρους, όπως είναι *δυναμική οσφυϊκή σταθεροποίηση*, *έλεγχος της ουδέτερης θέσης της σπονδυλικής στήλης* και *οσφυοπνευλική σταθεροποίηση*.

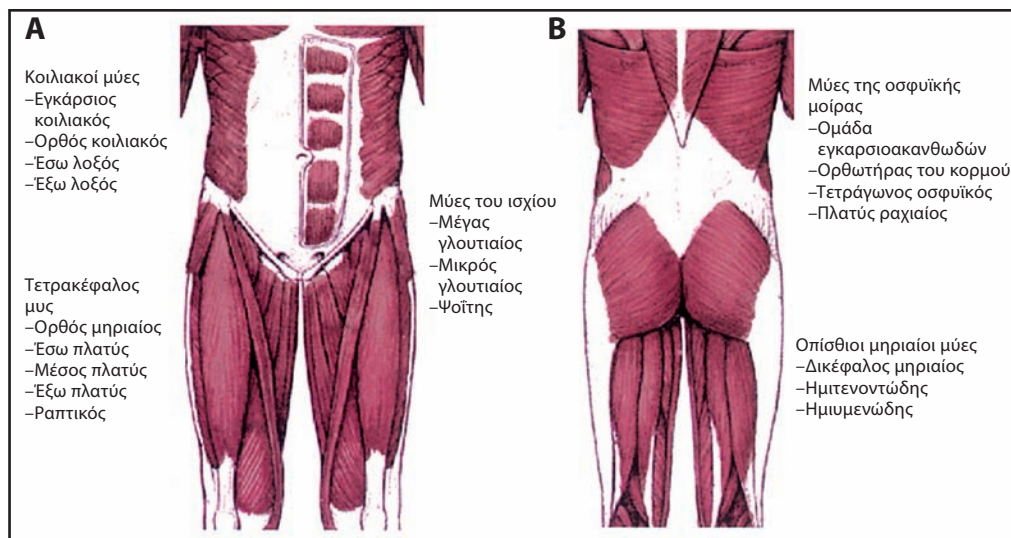
ΕΝΝΟΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΕΝΤΡΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Πολλά άτομα έχουν αναπτύξει τη λειτουργική δύναμη, την ισχύ, τον νευρομυϊκό έλεγχο

και τη μυϊκή αντοχή σε συγκεκριμένους μυς για την εκτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων.^{1,28,46,55} Ωστόσο λίγα άτομα έχουν ασχοληθεί με την εξάσκηση των απαιτούμενων μυών για τη σταθεροποίηση της σπονδυλικής στήλης.^{43,46,47} Το σύστημα σταθεροποίησης του σώματος πρέπει να λειτουργεί άριστα για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε πλήρως τη δύναμη, την αντοχή, τον νευρομυϊκό έλεγχο και τη μυϊκή αντοχή των αγωνιστών μυών. Αν οι μύες των άκρων είναι δυνατοί, ενώ το επίκεντρο αδύναμο, δεν μπορεί να παραχθεί αρκετή δύναμη για αποδοτικές κινήσεις. Ένα αδύναμο επίκεντρο είναι ένα βασικό αίτιο για ανεπαρκείς κινήσεις που οδηγούν σε τραυματισμό.^{43,46,47,55}

Οι μύες του επίκεντρου είναι τμήμα του προστατευτικού μηχανισμού που ανακουφίζει τη σπονδυλική στήλη από καταστροφικές δυνάμεις που παράγονται κατά τις λειτουργικές δραστηριότητες.¹⁴ Ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης της επίκεντρης σταθεροποίησης συντελεί στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης, του νευρομυϊκού ελέγχου, της αντοχής και ισχύος του συμπλέγματος οσφύος-λεκάνης-ισχίου. Αυτή η προσέγγιση διευκολύνει την ισορροπημένη μυϊκή λειτουργία της κινητικής αλυσίδας συνολικά.¹ Η αύξηση του νευρομυϊκού ελέγχου και των σταθεροποιητικών δυνάμεων βελτιώνει την εμβιομηχανική της τοποθέτησης ολόκληρης της κινητικής αλυσίδας, άρα και τη νευρομυϊκή αποδοτικότητα.

Η νευρομυϊκή αποδοτικότητα εδραιώνεται μέσω του κατάλληλου συνδυασμού ευθυγράμμισης της στάσης (στατική/δυναμική) και των δυνάμεων σταθεροποίησης, που επιτρέπουν στο σώμα να επιβραδύνει ενάντια στη βαρύτητα, στις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους και στις ροπές στην κατάλληλη άρθρωση, στο σωστό επίπεδο και τη σωστή στιγμή.^{12,31,54} Αν το νευρομυϊκό σύστημα δεν είναι αποδοτικό, δεν θα είναι σε θέση να αντιδράσει στις επιβαλλόμενες απαιτήσεις κατά τη διάρκεια λειτουργικών δραστηριοτήτων.¹ Καθώς ελαττώνεται η αποδοτικότητα του νευρομυϊκού συστήματος, μειώνεται σημαντικά η ικανότητα της κινητικής αλυσίδας να διατηρήσει τις κατάλληλες δυνάμεις και τη δυναμική σταθεροποίηση. Αυτή η μειωμένη νευρομυϊκή αποδοτικότητα οδηγεί σε πρότυπα υποκατάστασης και αντιστάθμισης, καθώς και σε κακή στάση κατά τη διάρκεια λειτουργικών δραστηριοτήτων.^{29,88,89} Οι μηχανικές φορτίσεις



Εικόνα 5-1. Βασικοί μύες του επίκεντρου. (Α) Πρόσθια άποψη. (Β) Οπίσθια άποψη.

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 5-1

Μια γυμνάστρια υποφέρει από οσφυαλγία. Κατά τα άλλα είναι υγιής και σε πολύ καλή φυσική κατάσταση. Υποπτεύεται ότι ο πόνος της μπορεί να είναι δισκικής προέλευσης. Πώς θα μπορούσε να συνεισφέρει η αδυναμία του επίκεντρου στο πρόβλημά της, και πώς θα την ωφελούσε η σχετική ενδυνάμωση;

που προκύπτουν στον συσταλτό και στον μη συσταλτό ιστό προκαλούν μικροτραυματισμούς, μη φυσιολογικές εμβιομηχανικές μεταβολές και τελικά τραυματισμό.^{16,29,62,63}

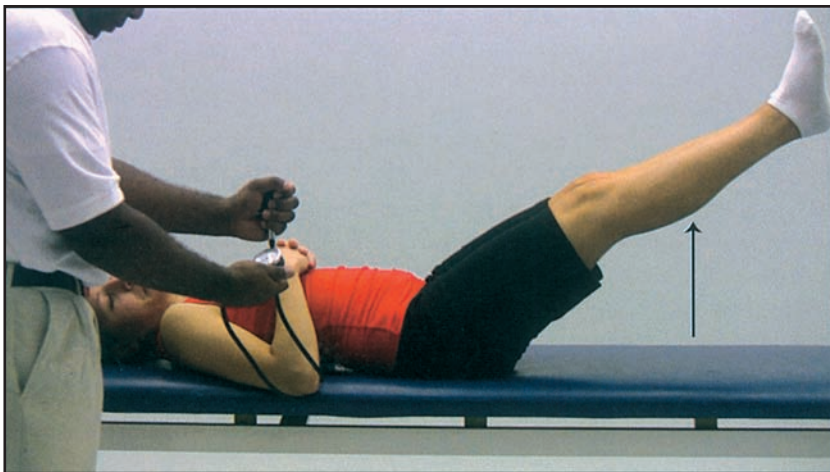
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ

Για την ορθή κατανόηση της λειτουργικής εκπαίδευσης της επίκεντρης σταθεροποίησης στην αποκατάσταση ο θεραπευτής πρέπει να κατανοεί πλήρως τη λειτουργική ανατομία, τους μηχανισμούς σταθεροποίησης του συμπλέγματος οσφύος-λεκάνης-ισχίου και τις σχέσεις μεταξύ των ζευγών δυνάμεων.^{4,7,8,80}

Η ανασκόπηση των κυριότερων μυών του συμπλέγματος οσφύος-λεκάνης-ισχίου θα βοηθήσει τον θεραπευτή να κατανοήσει τη λειτουργική ανατομία και να καταστρώσει ένα πλήρες πρόγραμμα αποκατάστασης της

κινητικής αλυσίδας. Οι σημαντικότεροι μύες της σπονδυλικής στήλης περιλαμβάνουν την ομάδα των εγκαρσιοακανθωδών μυών, τον ορθωτήρα του κορμού, τον τετράγωνο οσφυϊκό και τον πλατύ ραχιαίο (Εικόνα 5-1B). Οι βασικοί κοιλιακοί μύες είναι ο ορθός κοιλιακός, ο έξω λοξός, ο έσω λοξός και ο εγκάρσιος κοιλιακός (Εικόνα 5-1A). Οι βασικοί μύες στο ισχίο είναι ο μέγας γλουτιαίος, ο μέσος γλουτιαίος και ο ψοίτης (Εικόνα 5-1B).

Η ομάδα των εγκαρσιοακανθωδών μυών περιλαμβάνει τους στροφείς, τους μεσακάνθιους, τους μεσεγκάρσιους, τον ημιακανθώδη και τον πολυσχιδή. Αυτοί οι μύες είναι μικροί και δεν διαθέτουν καλό μηχανικό πλεονέκτημα για την εκτέλεση της κίνησης.^{27,80} Περιέχουν κυρίως ίνες τύπου I, άρα είναι σχεδιασμένοι πρωτίστως για σταθεροποίηση.^{27,80} Ερευνητές⁸⁰ έχουν ανακαλύψει ότι η ομάδα των εγκαρσιοακανθωδών μυών περιέχει δύο έως έξι φορές περισσότερες μυϊκές ατράκτους απ' ό,τι μεγαλύτεροι μύες. Συνεπώς, αυτή η ομάδα φέρει και την κύρια ευθύνη για την τροφοδότηση του ΚΝΣ με ιδιοδεκτικές πληροφορίες.⁸⁰ Ευθύνεται επίσης και για τη σταθεροποίηση μεταξύ των τμημάτων της ΣΣ και την τμηματική πλειομετρική επιβράδυνση της κάμψης και της στρόφης της ΣΣ κατά τη διάρκεια λειτουργικών κινήσεων.^{4,80} Αυτή η ομάδα μυών υπόκειται συνεχώς σε μια ποικιλία συμπίεστικών και εφελκυστικών

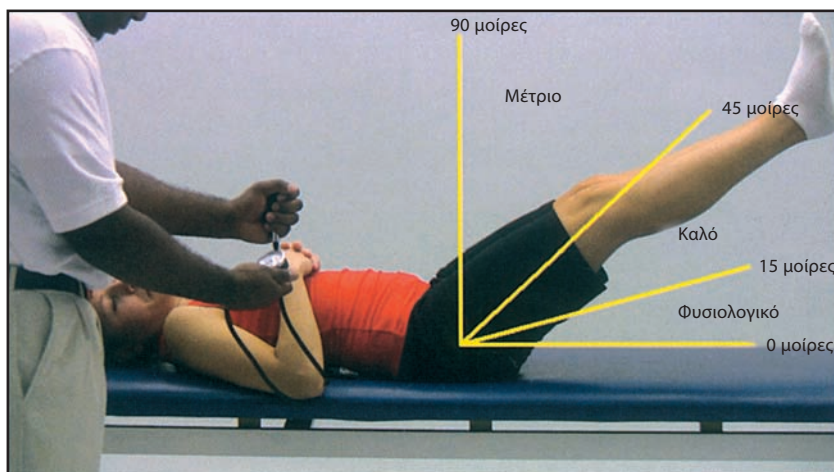


Εικόνα 5-3. Η δύναμη του επίκεντρου μπορεί να αξιολογηθεί με μια δοκιμασία χαμηλώματος τεντωμένου σκέλους.

Ο έλεγχος του ΕΚ εκτελείται επίσης στην ύπτια θέση και βασίζεται στην ψηλάφηση και στην οπτικοποίηση του κάτω τμήματος της κοιλιάς. Οι οδηγίες προς τον ασθενή παραμένουν οι ίδιες όπως και για τη δοκιμασία στην πρηνή θέση, ενώ ο θεραπευτής ψηλαφεί για αμφίπλευρη συστολή του ΕΚ ακριβώς επί τα έσω και κάτω από τις πρόσθιες άνω λαγόνιες άκανθες και επί τα έξω του ορθού κοιλιακού (Εικόνα 5-6Α).

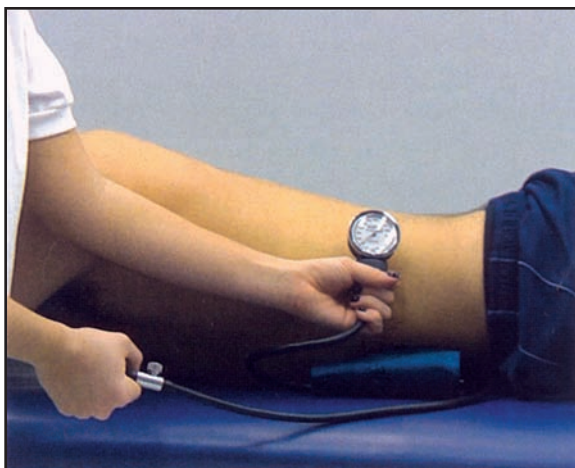
Ο αεροθάλαμος της συσκευής Stabilizer μπορεί επίσης να τοποθετηθεί κάτω από την κατώτερη οσφυϊκή μοίρα, για να παρακολουθηθεί αν υπάρχει αντιστάθμιση με τη λεκάνη

(Εικόνα 5-6Β). Η ένδειξη της πίεσης πρέπει να παραμένει αμετάβλητη κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας. Η μεταβολή της ένδειξης της πίεσης σημαίνει ότι ο ασθενής εκτελεί πρόσθια (μείωση της πίεσης) ή οπίσθια (αύξηση της πίεσης) κλίση λεκάνης, σε μια προσπάθεια να επιπεδώσει το κάτω τμήμα της κοιλιάς. Ζητείται από τον ασθενή να κρατήσει τη συστολή για τουλάχιστον 10 δευτερόλεπτα, με μια αργή και ελεγχόμενη απελευθέρωση. Όταν η συστολή του ΕΚ είναι η σωστή, ο θεραπευτής νιώθει μια αργά αναπτυσσόμενη εντω βάθει τάση στο κατώτερο κοιλιακό τοίχω-



Εικόνα 5-4. Υπόδειγμα για τη μυϊκή βαθμολόγηση στη δοκιμασία χαμηλώματος τεντωμένου σκέλους.

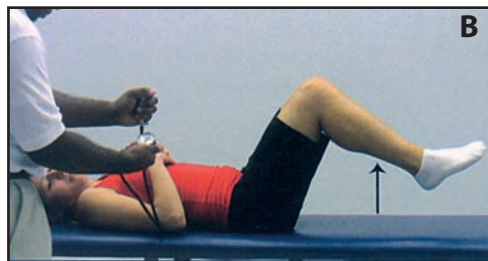
Εικόνα 5-5. Πρηγής δοκιμασία για τον εγκάρσιο κοιλιακό.



μα. Η εσφαλμένη ενεργοποίηση του ΕΚ χαρακτηρίζεται από την επικράτηση της συστολής των έσω λοξών, κάτι που ο θεραπευτής εντοπίζει όταν ψηλαφεί μια ραγδαία αναπτυσσόμενη τάση ή όταν το κοιλιακό τοίχωμα ωθείται προς τα έξω, αντί να έλκεται προς τα μέσα.

Ο νευρομυϊκός έλεγχος των πολυσχιδών εξετάζεται με τον ασθενή στην πρηγή θέση,

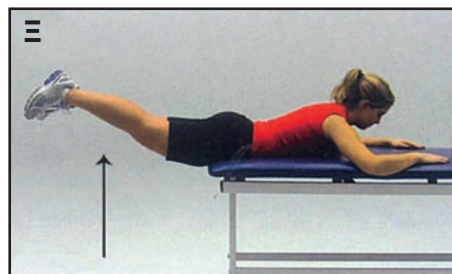
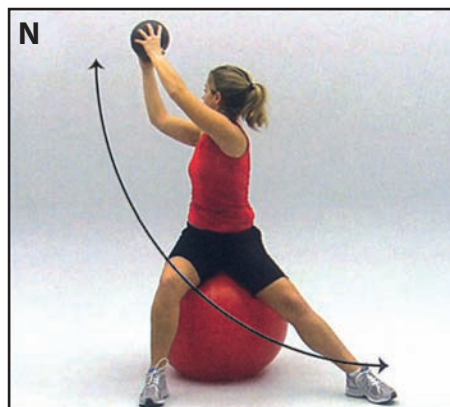
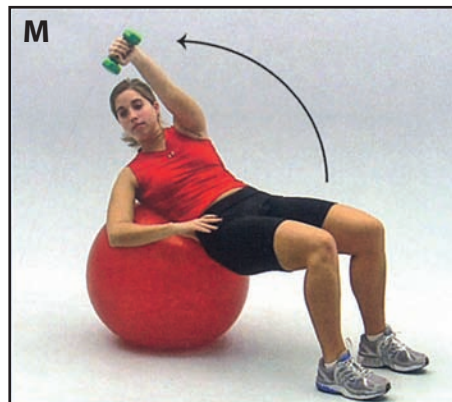
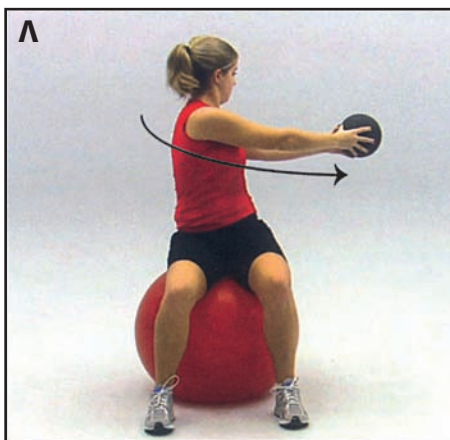
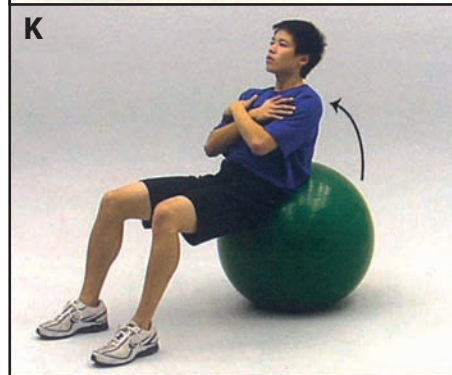
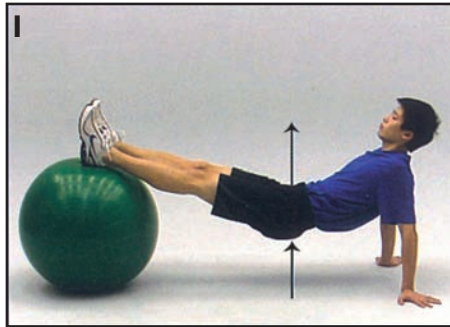
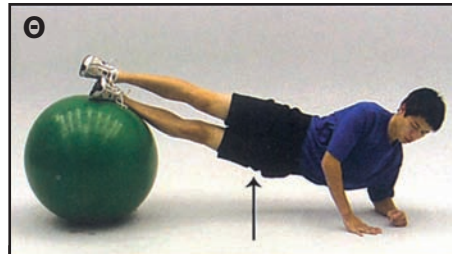
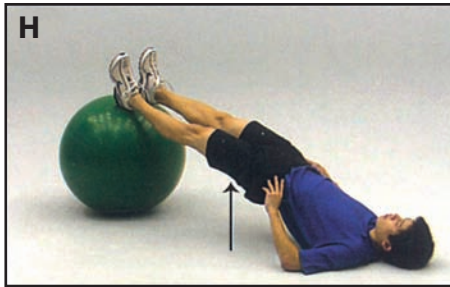
με τον θεραπευτή να ψηλαφεί στο επίπεδο του πολυσχιδούς για μυϊκή ενεργοποίηση (Εικόνα 5-7). Ζητείται από τον ασθενή να εισπνέει και να εκπνέει και να παρατείνει την εκπνοή του, ενώ εκπνύσσονται οι μύες κάτω από τα δάχτυλα του θεραπευτή. Στη συνέχεια ζητείται από τον ασθενή να διατηρήσει τη συστολή, ενώ χρησιμοποιεί ένα φυσιολογικό αναπνευστικό πρότυπο για τουλάχιστον 10 δευτερόλεπτα. Ο θεραπευτής ψηλαφεί τον πολυσχιδή για συμμετρική ενεργοποίηση και για αργή ανάπτυξη της μυϊκής ενεργοποίησης. Αυτή η ακολουθία επαναλαμβάνεται στα διάφορα επίπεδα της οσφυϊκής μοίρας. Στα πρότυπα αντιστάθμισης περιλαμβάνονται η πρόσθια ή οπίσθια κλίση λεκάνης ή η ανύψωση του θωρακικού κλωβού, σε μια προσπάθεια να εκπτυχθεί ο πολυσχιδής.



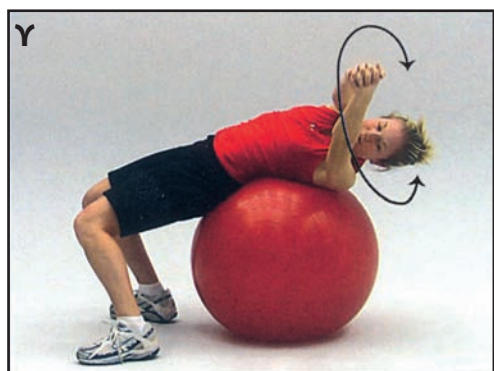
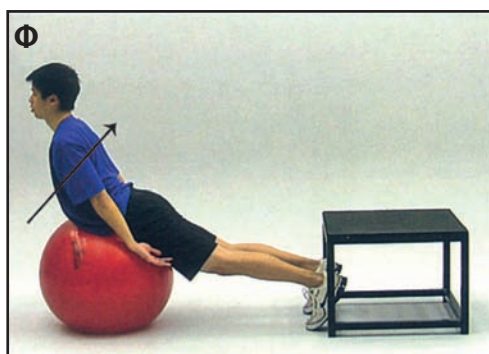
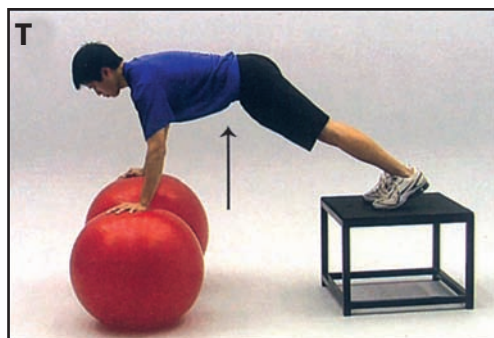
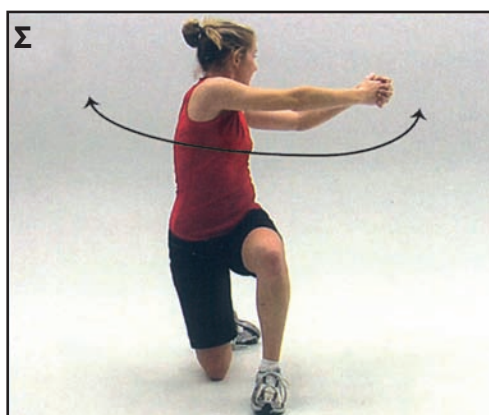
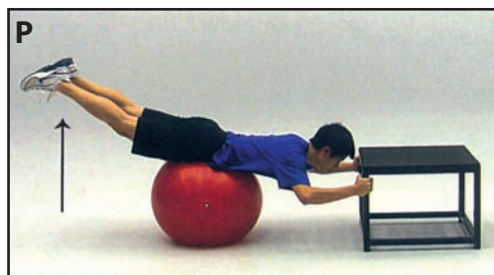
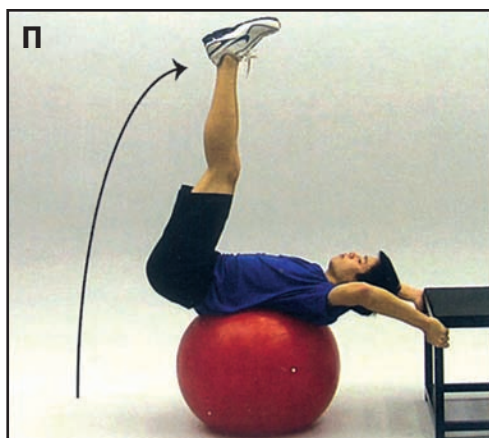
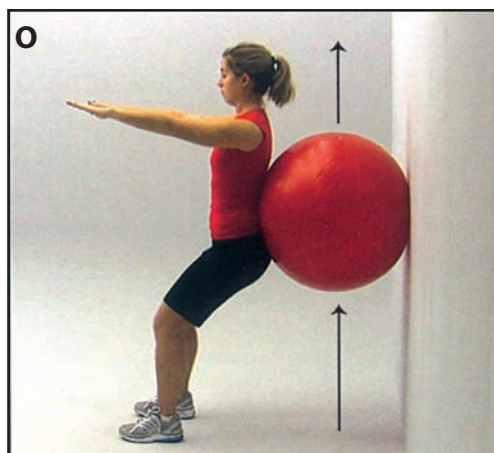
Εικόνα 5-6. Ύπτια δοκιμασία για τον εγκάρσιο κοιλιακό.



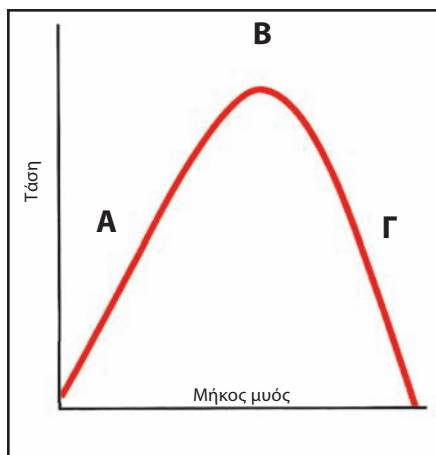
Εικόνα 5-7. Ψηλαφώντας τους πολυσχιδείς για μυϊκή ενεργοποίηση.



Εικόνα 5-11. (συνέχεια) (Η) Άρση ισχίων πάνω σε μπάλα. (Θ) Πλάγια επιπέδωση κορμού πάνω σε μπάλα. (Ι) Άρση κορμού πάνω σε μπάλα. (Κ) Αναδιπλώσεις κορμού πάνω σε μπάλα. (Λ) Στροφή με μπάλα γυμναστικής πάνω σε μπάλα. (Μ) Άρση και στροφή αλτήρα με το ένα άκρο πάνω σε μπάλα. (Ν) Διαγώνιες στροφές με μπάλα γυμναστικής πάνω σε μπάλα. (Ξ) Έκταση ισχίων από πρηνή θέση.



Εικόνα 5-11. (συνέχεια) (Ο) Ολίσθηση στον τοίχο με μπάλα. (Π) Άρση τεντωμένων σκελών πάνω σε μπάλα γυμναστικής. (Ρ) Έκταση ισχίων πάνω σε μπάλα γυμναστικής. (Σ) Στροφή από ημιγονάτισμα. (Τ) Στήριξη με τα δύο άνω άκρα πάνω σε δύο μπάλες. (Υ) Συστροφή κορμού πάνω σε μπάλα. (Φ) Έκταση κορμού από πρηνή θέση πάνω σε μπάλα. (συνεχίζεται)



Εικόνα 9–2. Η μηκοδυναμική σχέση του μυός. Η μέγιστη τάση παράγεται στη θέση Β, ενώ μικρότερη τάση αναπτύσσεται στις θέσεις Α και Γ. (Αναδημοσίευση από Prentice WE, *Principles of Athletic Training*. 14th ed. New York:McGraw-Hill, 2011.)

διαθέτει περίπου το 60% της μέγιστης δύναμης που διέθετε κατά το 25ο έτος της ηλικίας του.⁴⁵ Αυτή η απώλεια της μυϊκής δύναμης σχετίζεται σίγουρα με τα ατομικά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Άτομα τα οποία είναι περισσότερο ενεργητικά ή συνεχίζουν να προπονούνται για αύξηση της δύναμης ελαττώνουν σημαντικά την τάση για μείωση της μυϊκής δύναμης. Πέρα όμως από την καθυστέρηση αυτής της τάσης, η άσκηση επιδρά και στην επιβράδυνση της ελάττωσης της καρδιοαναπνευστικής αντοχής και της ευκαμψίας, ενώ επιβραδύνει και την αύξηση του σωματικού λίπους. Η διατήρηση της δύναμης είναι σημαντική για όλους τους αθλητές, άσχετα από την ηλικία τους ή το επίπεδο ανταγωνισμού, για την επίτευξη συνολικά καλής φυσικής κατάστασης και υγείας και για την αποκατάσταση ύστερα από έναν τραυματισμό.⁶²

Υπερβολική προπόνηση

Η υπερβολική προπόνηση μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης. Υπάρχει ανισορροπία μεταξύ άσκησης και ανάπαυσης, κατά την οποία το προπονητικό πρόγραμμα υπερβαίνει τα φυσιολογικά και ψυχολογικά όρια του σώματος. Η υπερβολική προπόνηση μπορεί να οδηγήσει σε ψυχολογική ή σωματική κατάρρευση, η οποία μπορεί να εμπεριέχει και μυοσκελετικό τραυματισμό, κόπωση ή ασθένεια. Η σωστή και αποδοτική

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 9–2

Μια γυμνάστρια έπεσε από τη δοκό ισορροπίας και υπέστη κάταγμα Colles. Θα παραμείνει σε γύψο για αρκετές εβδομάδες. Πώς θα μπορούσαν να ενταχθούν ισομετρικές και ισοτονικές ασκήσεις στο πρόγραμμα αποκατάστασής της;

προπόνηση αντίστασης, μια κανονική διαίτα και η κατάλληλη ανάπαυση μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τη δυνητική αρνητική επίδραση της υπερβολικής προπόνησης.

Τνες ταχείας και βραδείας συστολής

Όλες οι ίνες σε μια δεδομένη κινητική μονάδα κατατάσσονται ως ίνες βραδείας ή ταχείας συστολής. Κάθε είδος διακρίνεται για τις ξεχωριστές μεταβολικές και συσταλτικές του ιδιότητες.

Τνες βραδείας συστολής

Οι ίνες βραδείας συστολής αναφέρονται επίσης και ως τύπου Ι ή αργές οξειδωτικές (ΑΟ) ίνες. Είναι περισσότερο ανθεκτικές ως προς την κόπωση σε σχέση με τις ταχείας συστολής. Ο χρόνος όμως που απαιτείται για την παραγωγή δύναμης είναι πολύ περισσότερος στις ίνες βραδείας συστολής.²⁹ Επειδή είναι σχετικά ανθεκτικές στην κόπωση, οι ίνες βραδείας συστολής σχετίζονται κυρίως με δραστηριότητες αερόβιου τύπου και μακράς διάρκειας.

Τνες ταχείας συστολής

Οι ίνες ταχείας συστολής είναι σε θέση να παράγουν γρήγορες, δυνατές συστολές, αλλά έχουν και μια τάση να κουράζονται γρηγορότερα απ' ό,τι οι ίνες βραδείας συστολής. Οι ίνες ταχείας συστολής είναι σε θέση να παράγουν δυνατές κινήσεις, ενώ οι ίνες βραδείας συστολής παράγουν μια δύναμη που διαρκεί πολύ. Υπάρχουν δύο υποδιαίρεσεις ινών ταχείας συστολής. Αν και τα δύο είδη ταχείας συστολής είναι σε θέση να παράγουν γρήγορες συστολές, οι ίνες τύπου ΙΙα ή γρήγορες οξειδωτικές-γλυκολυτικές (ΓΟΓ) ίνες παρουσιάζουν μέτρια αντοχή στην κόπωση, ενώ οι ίνες τύπου ΙΙβ ή γρήγορες γλυκολυτικές (ΓΓ) ίνες κουράζονται γρήγορα και θεωρούνται ως οι «γνήσιες» ίνες ταχείας συστολής. Προσφάτως αναγνωρίστηκε και μια τρίτη ομάδα ινών ταχείας συστολής, η τύπου ΙΙχ σε ζωικά μοντέλα. Οι ίνες τύπου ΙΙχ αντέχουν στην κό-

πωση και θεωρείται ότι η μέγιστη ικανότητα τους παραγωγής ισχύος είναι μικρότερη από αυτήν των ινών τύπου IIb, αλλά μεγαλύτερη από εκείνη των ινών τύπου IIa.⁴⁵

Αναλογία μυϊκών ινών

Εντός ενός συγκεκριμένου μυός εντοπίζονται και οι δύο τύποι ινών, ενώ η αναλογία των δύο τύπων σε κάθε μυ διαφέρει από άτομο σε άτομο.³² Οι μύες των οποίων η κύρια λειτουργία είναι η διατήρηση της στάσης ενάντια στη βαρύτητα χρειάζονται περισσότερη αντοχή και διαθέτουν υψηλότερο ποσοστό ινών βραδείας συστολής. Οι μύες που παράγουν δυνατές, γρήγορες και εκρηκτικές κινήσεις διαθέτουν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ινών ταχείας συστολής.

Επειδή αυτή η αναλογία είναι γενετικώς καθορισμένη, μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της ικανότητας για μια αθλητική δραστηριότητα. Οι δρομείς αγώνων ταχύτητας και οι αρσιβαρίστες, για παράδειγμα, διαθέτουν μεγάλο ποσοστό ινών ταχείας συστολής σε σχέση με το ποσοστό ινών βραδείας συστολής.¹⁶ Κατά τον ίδιο τρόπο οι μαραθωνοδρόμοι γενικά διαθέτουν υψηλότερο ποσοστό ινών βραδείας συστολής. Το ερώτημα αν είναι εφικτή η μεταβολή από τον έναν τύπο ίνας στον άλλον, ως αποτέλεσμα της προπόνησης, δεν έχει απαντηθεί διεξοδικά μέχρι σήμερα.¹⁰ Και οι δύο τύποι ινών μπορούν να βελτιώσουν τις μεταβολικές τους ικανότητες μέσω εξειδικευμένης προπόνησης για δύναμη και αντοχή.⁷

Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

Μυϊκή υπερτροφία

Δεν υπάρχει αντίρρηση ότι η προπόνηση με αντίσταση για τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης οδηγεί στην αύξηση του μεγέθους, στην υπερτροφία δηλαδή του μυός. Τι προκαλεί όμως την υπερτροφία του μυός; Έχουν αναπτυχθεί αρκετές θεωρίες, σε μια προσπάθεια να εξηγηθεί η αύξηση του μεγέθους του μυός.²²

Υπάρχουν ενδείξεις ότι υπάρχει αύξηση του αριθμού των μυϊκών ινών (υπερπλασία) λόγω του διαχωρισμού των ινών ως αντίδρασης στην προπόνηση.³⁹ Αυτή η έρευνα όμως έχει διεξαχθεί σε ζώα και δεν πρέπει να γενικεύεται στους ανθρώπους. Είναι γενικά απο-

δεκτό ότι ο αριθμός των ινών είναι γενετικώς καθορισμένος και δεν φαίνεται να μεταβάλλεται με την προπόνηση.

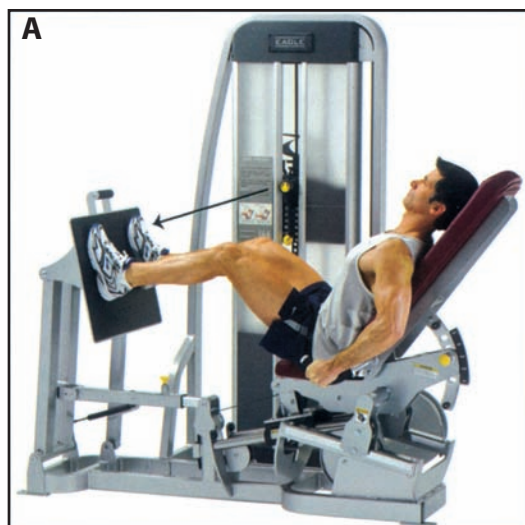
Δεύτερον, υπάρχει η υπόθεση ότι, επειδή ο μυς εργάζεται περισσότερο κατά την προπόνηση με αντίσταση, απαιτείται περισσότερο αίμα για την παροχή οξυγόνου και άλλων θρεπτικών ουσιών στον μυ. Πιστεύεται λοιπόν ότι αυξάνεται ο αριθμός των τριχοειδών αγγείων. Αυτή η υπόθεση είναι μόνο εν μέρει σωστή. Δεν σχηματίζονται νέα τριχοειδή κατά την προπόνηση με αντίσταση. Είναι όμως πολύ πιθανό ένας αριθμός αδρανών τριχοειδών να γεμίσει με αίμα για να ικανοποιηθούν οι αυξημένες απαιτήσεις σε αιματική ροή.⁴⁵

Μια τρίτη θεωρία για την αύξηση του μεγέθους των μυών φαίνεται να είναι και η πιο βάσιμη. Οι μυϊκές ίνες αποτελούνται κυρίως από μικρά νημάτια πρωτεϊνών, τα μυοϊνίδια, τα οποία είναι και τα συστατικά στοιχεία των μυών. Τα μυονημάτια είναι μικρά συστατικά στοιχεία από πρωτεΐνη εντός του σαρκομερίου. Υπάρχουν δύο διακριτά είδη μυονημάτων: τα λεπτά μυονημάτια ακτίνης και τα παχύτερα μυονημάτια μυοσίνης. Και τα δύο είδη διαθέτουν προεκβολές, τις εγκάρσιες γέφυρες, οι οποίες συνδέουν τα νημάτια της ακτίνης με αυτά της μυοσίνης. Όταν ένας μυς διεγείρεται για να συσταλεί, οι εγκάρσιες γέφυρες έλκουν τα μυονημάτια πλησιέστερα μεταξύ τους. Ο μυς, συνεπώς, βραχύνεται και παράγεται κίνηση στην άρθρωση, από την οποία διέρχεται ο μυς⁵ (Εικόνα 9–3).

Όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 2, είναι γενικώς αποδεκτό ότι τα δορυφορικά κύτταρα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο για την ικανότητα υπερτροφίας του μυϊκού κυττάρου.⁵⁴ Αυτά τα αφ' εαυτών ανανεούμενα κύτταρα μπορούν να παράγουν έναν πληθυσμό μυοβλαστών που μπορούν, αν συνενωθούν με τις υπάρχουσες μυϊκές ίνες, να συμβάλλουν στη διευκόλυνση της αύξησης.⁶⁵

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 9–3

Ο νέος προπονητής θέλει να προπονήσει τον καλύτερο δρομέα μεγάλων αποστάσεων για δρόμους με εμπόδια. Βάσει όσων είναι γνωστά για τη φυσιολογία των μυών, γιατί αυτό μπορεί να είναι πολύ δύσκολο;



Εικόνα 9-6. Εξοπλισμός για ισοτονική εξάσκηση. (Α) Τα περισσότερα μηχανήματα εξάσκησης είναι ισοτονικά. (Β) Η αντίσταση μπορεί να μεταβληθεί πολύ εύκολα μετακινώντας τον πύρο στη στοιβία των πλακών. (Αναδημοσίευση κατόπιν αδείας από Cybex International.)

πολύ πιο γρήγορα μειομετρικά απ' ό,τι πλειομετρικά.

Ελεύθερα βάρη και μηχανήματα άσκησης

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη ποικιλία εξοπλισμού για την εξάσκηση με προοδευτική αντίσταση, όπως είναι τα ελεύθερα βάρη (αλτήρες και μπάρες) ή μηχανήματα όπως τα Cybex, Universal, Paramount, Tough Stuff, Icarian Fitness, King Fitness, Nautilus, BodyCraft, Yukon, Solid, Pro-Elite, Life Fitness, Flex, CamBar, GymPros, Nugym, DP, Soloflex, Body Work και Body Master (Εικόνα 9-6). Οι αλτήρες και οι μπάρες απαιτούν τη χρήση μεταλλικών πλακών ποικίλου βάρους, οι οποίες μπορούν να προσθαφαιρεθούν με ευκολία. Τα μηχανήματα άσκησης στην πλειονότητά τους διαθέτουν μεταλλικές πλάκες, οι οποίες ανυψώνονται μέσω μιας σειράς μοχλών και τροχαλιών. Οι πλάκες ανεβοκατεβαίνουν μεταξύ δύο στύλων, οι οποίες περιορίζουν την κίνηση σε ένα μόνο επίπεδο. Το βάρος που ανυψώνεται μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί με την απλή μετακίνηση ενός πύρου.

Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για τα ελεύθερα βάρη και τα μηχανήματα. Τα μηχανήματα είναι σχετικώς ασφαλή κατά τη χρήση τους σε σύγκριση με τα ελεύθερα βάρη. Για παράδειγμα, για μια πίεση πάγκου με ελεύθερα βάρη χρειάζεται και ένας

βοηθός για την τοποθέτηση της μπάρας στα στηρίγματα, αν ο ασκούμενος δεν διαθέτει αρκετή δύναμη για να ανυψώσει πλήρως το βάρος. Διαφορετικά το βάρος μπορεί να πέσει πάνω στο στήθος του. Με τη χρήση ενός μηχανήματος μπορεί κάποιος να αφήσει το βάρος να πέσει με ασφάλεια και χωρίς φόβο για τραυματισμό (Εικόνα 9-7).



Εικόνα 9-7. Μηχάνημα άσκησης για πιέσεις πάγκου. (Αναδημοσίευση κατόπιν αδείας από Johnson Health Tech Co. Ltd.)

Η αύξηση ή η ελάττωση του βάρους είναι μια πολύ απλή διαδικασία, η οποία συνίσταται στη μετακίνηση ενός πύρου, αν και οι μεταβολές γίνονται συνήθως ανά 5 ή 7,5 χιλιόγραμμα. Με τα ελεύθερα βάρη πρέπει να προστεθούν ή να αφαιρεθούν μεταλλικές πλάκες από κάθε πλευρά της μπάρας ή του αλτήρα.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των μηχανημάτων άσκησης είναι ότι, εκτός λίγων εξαιρέσεων, οι σχεδιαστικοί περιορισμοί του μηχανήματος ουσιαστικά επιτρέπουν την κίνηση σε ένα μόνο επίπεδο. Οι λειτουργικές κινήσεις συνεπώς, οι οποίες γίνονται ταυτόχρονα σε πολλά επίπεδα, υπόκεινται σε περιορισμό και έλεγχο.

Τα άτομα που χρησιμοποιούν ελεύθερα βάρη και μηχανήματα για ασκήσεις ενδυνάμωσης σύντομα συνειδητοποιούν τη διαφορά στην ποσότητα του βάρους που μπορούν να ανυψώσουν. Σε αντίθεση με τα μηχανήματα, τα ελεύθερα βάρη δεν επιβάλλουν περιορισμό στην κίνηση, οπότε ο ασκούμενος μπορεί να κινηθεί προς διάφορες κατευθύνσεις, ανάλογα με τις εφαρμοζόμενες δυνάμεις. Με τα ελεύθερα βάρη είναι απαραίτητη η ενεργοποίηση του νευρομυϊκού ελέγχου εκ μέρους του ασκούμενου για να σταθεροποιήσει το βάρος και να μην το αφήσει να κινηθεί προς άλλη κατεύθυνση, εκτός από την κατακόρυφη. Αυτή η επιπρόσθετη προσπάθεια συνήθως ελαττώνει την ποσότητα του βάρους που μπορεί να ανυψωθεί.⁶⁶

Ελαστικοί ιμάντες

Οι ελαστικοί ιμάντες (Thera-Band) ως τρόπος παροχής αντίστασης χρησιμοποιούνται ευρέως στην αποκατάσταση (Εικόνα 9–8). Το πλεονέκτημα της εξάσκησης με ελαστικούς ιμάντες είναι ότι η κίνηση μπορεί να εκτελείται σε πολλά επίπεδα ταυτόχρονα. Κατ' αυτόν τον τρόπο η άσκηση μπορεί να γίνει ενάντια σε αντίσταση σε περισσότερο λειτουργικά επίπεδα κίνησης. Η χρήση ασκήσεων με ελαστικό ιμάντα στην πλειομετρική



Εικόνα 9–8. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης με τη χρήση ελαστικού ιμάντα είναι ευρέως διαδεδομένες στην αποκατάσταση.

εξάσκηση και στις τεχνικές ενδυνάμωσης με την τεχνική PNF αναπτύσσονται στα Κεφάλαια 11 και 14. Οι ελαστικοί ιμάντες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή αντίστασης στην πλειονότητα των ασκήσεων που περιλαμβάνονται στα Κεφάλαια 17 έως 24.

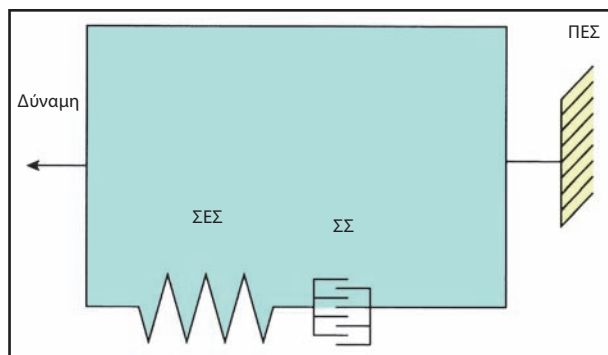
Άσχετα από τον τύπο του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται, οι βασικές αρχές της εξάσκησης με προοδευτική αντίσταση ισχύουν πάντα.

Μεταβαλλόμενη αντίσταση

Ένα πρόβλημα που αναφέρεται συχνά σε σχέση με τις ασκήσεις προοδευτικής αντίστασης είναι ότι η ποσότητα της αναγκαίας δύναμης για τη μετακίνηση του βάρους στο εύρος τροχιάς της μεταβάλλεται ανάλογα με τη γωνία έλξης του μυός που συστέλλεται. Είναι μέγιστη όταν η γωνία έλξης είναι περίπου 90°. Επιπλέον, όταν υπερνικηθεί η αδράνεια του βάρους και αυτό διαθέτει πλέον ορμή, η απαιτούμενη δύναμη για τη μετακίνηση της αντίστασης ποικίλλει ανάλογα με τη δύναμη που μπορεί να παράγει ο μυς στο εύρος τροχιάς της κίνησης. Σύμφωνα με τα παραπάνω ανακύπτει ένα μειονέκτημα για κάθε τύπο ισοτονικής άσκησης. Η απαιτούμενη δύναμη για τη μετακίνηση της αντίστασης μεταβάλλεται συνεχώς σε όλο το εύρος τροχιάς της

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 9–6

Υπάρχει η δυνατότητα για προμήθεια καινούργιου εξοπλισμού για τον χώρο άσκησης με βάρη. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της επένδυσης σε μηχανήματα άσκησης αντί σε ελεύθερα βάρη;



Εικόνα 11-1. Το μοντέλο των τριών στοιχείων.

χρησιμοποιήσουν τη δύναμη που παράγεται από το ΣΕΣ. Όταν ο μυς συστέλλεται μειομετρικά, η ελαστική ενέργεια που έχει αποθηκευθεί στο ΣΕΣ μπορεί να επανακτηθεί και να χρησιμεύσει στην ενίσχυση της μειομετρικής συστολής. Η ικανότητα χρήσης της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας επηρεάζεται από τρεις παράγοντες: τον χρόνο, το μέγεθος και την ταχύτητα της διάτασης.²³

Η μειομετρική συστολή μπορεί να μεγιστοποιηθεί μόνο όταν η πλειομετρική συστολή που προηγείται είναι μικρού εύρους και εκτελείται γρήγορα και χωρίς καθυστέρηση.^{2,4,9} Οι Bosco και Komí απέδειξαν αυτήν την άποψη πειραματικά κατά τη σύγκριση άλμάτων με και χωρίς απόσβεση.⁴ Στα άλματα χωρίς απόσβεση υπήρχε ελάχιστη κάμψη γόνατος κατά την προσγείωση και αμέσως μετά αναπήδηση. Στα άλματα με απόσβεση η γωνία κάμψης του γόνατος αυξήθηκε σημαντικά. Η παραγωγή ισχύος ήταν πολύ μεγαλύτερη στα άλματα χωρίς απόσβεση. Η αύξηση της γωνίας κάμψης του γόνατος στα άλματα με απόσβεση μείωσε την ελαστική συμπεριφορά του μυός και η αποθηκευμένη δυναμική ελαστική ενέργεια στο ΣΕΣ χάθηκε με τη μορφή θερμότητας. Σε παρόμοιες έρευνες το ύψος του κατακόρυφου άλματος ήταν μεγαλύτερο όταν προηγείτο μια αντίθετη κίνηση παρά όταν ήταν ένα στατικό άλμα.^{2,5,6,29}

Ο τύπος της μυϊκής ίνας σε σχέση με τη συστολή μπορεί να επηρεάσει την αποθήκευση της ελαστικής ενέργειας. Οι Bosco και συνεργάτες παρατήρησαν μια διαφορά στην επαναφορά της ελαστικής ενέργειας μεταξύ ινών βραδείας και ταχείας συστολής.⁷ Αυτή η μελέτη αναφέρει ότι οι ίνες ταχείας συστολής αντιδρούν σε προδιάταση μικρού εύρους και μεγάλης ταχύτητας. Το ποσό της

χρησιμοποιούμενης ελαστικής ενέργειας είναι ανάλογο προς το ποσό της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας. Όταν εφαρμόζεται μια παρατεταμένη, αργή διάταση στον μυ, οι ίνες βραδείας και ταχείας συστολής αποθηκεύουν παραπλήσια ποσά ελαστικής ενέργειας. Χρησιμοποιείται όμως μεγαλύτερο ποσοστό της αποθηκευμένης ενέργειας από τις ίνες βραδείας συστολής. Αυτή η τάση υποδηλώνει ότι οι μυϊκές ίνες βραδείας συστολής μπορεί να χρησιμοποιούν την ελαστική ενέργεια πιο αποδοτικά όταν η βαλλιστική κίνηση χαρακτηρίζεται από παρατεταμένη και αργή προδιάταση στον κύκλο διάτασης-βράχυνσης.

Νευροφυσιολογικοί μηχανισμοί

Το ιδιοδεκτικό μυοτατικό αντανακλαστικό είναι ο άλλος μηχανισμός μέσω του οποίου μπορεί να παραχθεί δύναμη κατά τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης.¹⁰ Οι μηχανοϋποδοχείς εντός του μυός παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος της μυϊκής διάτασης. Αυτές οι πληροφορίες μεταδίδονται στο ΚΝΣ και μπορούν να επηρεάσουν τον μυϊκό τόνο, την εκτέλεση κινητικών προγραμμάτων και την κιναισθητική εικόνα.⁴³ Οι μηχανοϋποδοχείς, που είναι οι κύριοι υπεύθυνοι για το μυοτατικό αντανακλαστικό, είναι τα τενόντια όργανα Golgi και οι μυϊκές άτρακτοι.³¹ Η μυϊκή άτρακτος είναι ένας πολύπλοκος υποδοχέας για τη διάταση, ο οποίος βρίσκεται σε παράλληλη διάταξη με τις μυϊκές ίνες. Οι αισθητικές πληροφορίες σχετικά με το μήκος της μυϊκής άτρακτου μεταδίδονται στο ΚΝΣ. Αν το μήκος των περιβαλλουσών μυϊκών ινών είναι μικρότερο από αυτό της μυϊκής άτρακτου, τότε μειώνεται η συχνότητα των νευρικών ώσεων από την άτρακτο. Όταν διατείνεται η μυϊκή άτρακτος, παράγεται μια κεντρομόλος αισθητική ώση, η οποία μεταδίδεται στο ΚΝΣ.

Στη συνέχεια μεταδίδονται νευρικές ώσεις πίσω στον μυ, οι οποίες προκαλούν μια κινητική αντίδραση. Καθώς ο μυς συστέλλεται, αίρεται η διάταση της μυϊκής ατράκτου, απομακρύνεται συνεπώς και το αρχικό ερέθισμα. Η ένταση της αντίδρασης της μυϊκής ατράκτου καθορίζεται από τον ρυθμό της διάτασης.³¹ Όσο πιο γρήγορα εφαρμόζεται η φόρτιση στον μυ, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η συχνότητα πυροδότησης της μυϊκής ατράκτου και της αντανακλαστικής μυϊκής συστολής.

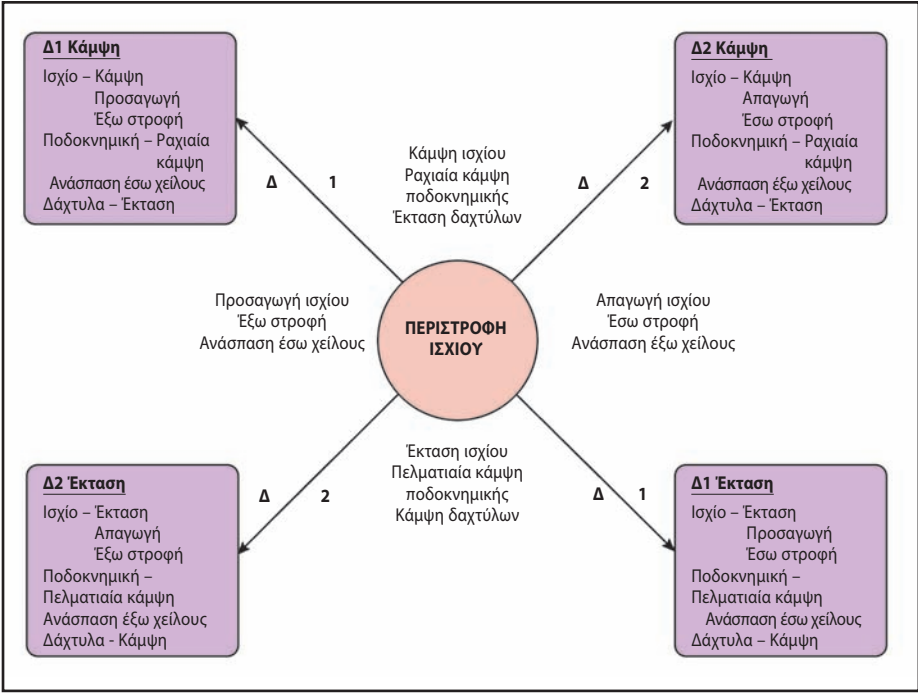
Το τενόντιο όργανο Golgi βρίσκεται εντός του τένοντα του μυός, κοντά στο σημείο πρόσφυσης της μυϊκής ίνας στον τένοντα. Σε αντίθεση με τη διευκολυντική δράση της μυϊκής ατράκτου, το τενόντιο όργανο Golgi έχει μια ανασταλτική επίδραση στον μυ, αφού συντελεί στον αντανακλαστικό περιορισμό της μυϊκής τάσης. Επειδή τα τενόντια όργανα Golgi βρίσκονται ευθυγραμμισμένα σε σειρά με τις συσταλτές μυϊκές ίνες, δραστηριοποιούνται με την τάση ή τη διάταση εντός του μυός. Κατά τη δραστηριοποίησή τους μεταδίδονται αισθητικές νευρικές ώσεις στο ΚΝΣ. Αυτές οι αισθητικές ώσεις προκαλούν αναστολή των ακινητικών νευρώνων του συστελλόμενου μυός και των συνεργών του, περιορίζοντας συνεπώς το ποσό της παραγόμενης δύναμης. Κατά τη μειομετρική μυϊκή συστολή μειώνεται η δραστηριοποίηση της μυϊκής ατράκτου λόγω της βράχυνσης των περιβαλλουσών μυϊκών ινών. Κατά την πλειομετρική μυϊκή συστολή το μυοτατικό αντανακλαστικό παράγει περισσότερη τάση στον μυ υπό επιμήκυνση. Όταν η τάση εντός του μυός φτάσει σε ένα δυνητικά επικίνδυνο επίπεδο, το τενόντιο όργανο Golgi ενεργοποιείται και ελαττώνει τη διέγερση του μυός. Το σύστημα της μυϊκής ατράκτου και εκείνο του τενόντιου οργάνου Golgi αντιτίθενται το ένα στο άλλο και παράγεται περισσότερη δύναμη. Οι κατιούσες νευρικές οδοί από τον εγκέφαλο συντελούν στην εξισορρόπηση αυτών των τάσεων και τελικά ελέγχουν ποιο αντανακλαστικό θα κυριαρχήσει.³⁴

Ο βαθμός της επιμήκυνσης της μυϊκής ίνας εξαρτάται από τρεις παράγοντες. Το μήκος της ίνας είναι ανάλογο προς την ποσότητα της διατατικής δύναμης που εφαρμόζεται στον μυ. Η τελική επιμήκυνση ή παραμόρφωση εξαρτάται επίσης από την απόλυτη αντοχή των μεμονωμένων μυϊκών ινών. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή εφελκυσμού, τόσο μικρό-

τερη επιμήκυνση θα λάβει χώρα. Ο τελευταίος παράγων για την επιμήκυνση είναι η ικανότητα της μυϊκής ατράκτου να εκλύσει μια νευροφυσιολογική αντίδραση. Μια μυϊκή ατράκτος με χαμηλό επίπεδο ευαισθησίας σημαίνει και δυσκολία υπερνίκησης μιας γρήγορης επιμήκυνσης, άρα και παραγωγή λιγότερο ισχυρής αντίδρασης. Η πλειομετρική εξάσκηση θα βοηθήσει στην ενίσχυση του μυϊκού ελέγχου από το νευρικό σύστημα.¹⁰

Η αυξημένη παραγωγή δύναμης που παρατηρείται κατά τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης οφείλεται στη συνδυασμένη επίδραση της αποθήκευσης της ελαστικής ενέργειας και της δραστηριοποίησης του μυοτατικού αντανακλαστικού.^{2,4,5,8,9,30,36} Το ποσοστό συνεισφοράς κάθε παράγοντα παραμένει αδιευκρίνιστο.⁵ Η αύξηση της παραγωγής δύναμης εξαρτάται από το χρονικό διάστημα μεταξύ των πλειομετρικών και των μειομετρικών συστολών.⁹ Αυτό το χρονικό διάστημα καθορίζεται από την ηλεκτρομηχανική καθυστέρηση μεταξύ πλειομετρικής και μειομετρικής συστολής, κατά το οποίο χρονικό διάστημα ο μυς πρέπει να μεταβεί από προβολή αντίστασης σε επιτάχυνση προς την αντίθετη κατεύθυνση. Ο Κομί αναφέρει ότι η μέγιστη τάση εντός του μυός κατά τη διάρκεια του κύκλου διάτασης-βράχυνσης αναπτύσσεται κατά τη φάση της επιμήκυνσης του μυός αμέσως πριν από τη μειομετρική συστολή.²⁸ Το συμπέρασμα από αυτήν τη μελέτη είναι ότι η αύξηση του χρονικού διαστήματος θα οδηγούσε στην ελάττωση της παραγωγής δύναμης.

Οι επιδόσεις από άποψη φυσιολογίας μπορούν να βελτιωθούν με πολλούς μηχανισμούς μέσω της πλειομετρικής εξάσκησης. Αν και έχουν καταγραφεί δεδομένα για αύξηση της ταχύτητας του μυοτατικού αντανακλαστικού, η αύξηση της ακόλουθης μυϊκής συστολής ίσως είναι προτιμότερο να αποδοθεί στην καλύτερη επιστράτευση περισσότερων κινητικών μονάδων.^{13,21} Η ταχοδυναμική σχέση δηλώνει ότι όσο πιο γρήγορα φορτίζεται ή επιμηκύνεται πλειομετρικά ένας μυς, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η δύναμη που παράγεται. Η πλειομετρική επιμήκυνση επιβάλλει επίσης φόρτιση και στα ελαστικά στοιχεία των μυϊκών ινών. Το μυοτατικό αντανακλαστικό θα αυξήσει τη σκληρότητα του μυϊκού ελατηρίου μέσω της επιστράτευσης επιπλέον μυϊκών ινών.^{13,21} Αυτή η επιπρόσθετη σκληρότητα μπορεί να επιτρέψει στο μυϊκό σύστημα να χρησιμοποιήσει πε-



Εικόνα 14–2. Πρότυπα PNF για το κάτω άκρο.

Πίνακας 14–1 Δ1 πρότυπα κίνησης για το άνω άκρο

	Κίνηση προς κάμψη		Κίνηση προς έκταση	
Τμήμα σώματος	Αρχική θέση (Εικόνα 14–3)	Τελική θέση (Εικόνα 14–4)	Αρχική θέση (Εικόνα 14–5)	Τελική θέση (Εικόνα 14–6)
Όμος	Έκταση Απαγωγή Έσω στροφή	Κάμψη Προσαγωγή Έξω στροφή	Κάμψη Προσαγωγή Έξω στροφή	Έκταση Προσαγωγή Έσω στροφή
Ωμοπλάτη	Κατάσπαση Προσαγωγή Κάτω στροφή	Ανάσπαση Απαγωγή Άνω στροφή	Ανάσπαση Απαγωγή Άνω στροφή	Κατάσπαση Προσαγωγή Κάτω στροφή
Αντιβράχιο	Πρηνισμός	Υπτιασμός	Υπτιασμός	Πρηνισμός
Καρπός	Ωλένια έκταση	Κερκιδική έκταση	Κερκιδική έκταση	Ωλένια έκταση
Αντίχειρας και δάχτυλα	Έκταση Απαγωγή	Κάμψη Προσαγωγή	Κάμψη Προσαγωγή	Έκταση Απαγωγή
Θέση χεριών θεραπευτή*	Αριστερό μέσα στην παλάμη του χεριού Δεξιό κάτω από τον βραχίονα στην έσω επιφάνεια του αγκώνα		Αριστερό πίσω από τον αγκώνα Δεξιό στη ράχη του χεριού	
Λεκτική εντολή	Τράβηξε		Σπρώξε	
* Για το δεξιό άνω άκρο του ασθενούς.				

Πίνακας 14–2 Δ2 πρότυπα κίνησης για το άνω άκρο

	Κίνηση προς κάμψη		Κίνηση προς έκταση	
Τμήμα σώματος	Αρχική θέση (Εικόνα 14–7)	Τελική θέση (Εικόνα 14–8)	Αρχική θέση (Εικόνα 14–9)	Τελική θέση (Εικόνα 14–10)
Όμος	Έκταση Απαγωγή Έσω στροφή	Κάμψη Προσαγωγή Έξω στροφή	Κάμψη Προσαγωγή Έξω στροφή	Έκταση Προσαγωγή Έσω στροφή
Ωμοπλάτη	Κατάσπαση Προσαγωγή Κάτω στροφή	Κάμψη Απαγωγή Άνω στροφή	Ανάσπαση Απαγωγή Άνω στροφή	Κατάσπαση Προσαγωγή Κάτω στροφή
Αντιβράχιο	Πρηνισμός	Υπτιασμός	Υπτιασμός	Πρηνισμός
Καρπός	Ωλένια έκταση	Κερκιδική κάμψη	Κερκιδική κάμψη	Ωλένια έκταση
Αντίχειρας και δάχτυλα	Κάμψη Απαγωγή	Έκταση Προσαγωγή	Έκταση Προσαγωγή	Κάμψη Απαγωγή
Θέση χεριών θεραπευτή*	Αριστερό πίσω από τον βραχίονα Δεξιό στη ραχιαία επιφάνεια του χεριού		Αριστερό στην έσω επιφάνεια του βραχίονα Δεξιό κάτω από τον βραχίονα στην έσω επιφάνεια του αγκώνα	
Λεκτική εντολή	Σπρώξε		Τράβηξε	

* Για το δεξιό άνω άκρο του ασθενούς.

στην κάμψη και στη στροφή προς τη μία πλευρά (Εικόνες 14–27 και 14–28) με έκταση και στροφή προς την αντίθετη πλευρά (Εικόνες 14–29 και 14–30). Ο ασθενής πρέπει να παρακολουθεί την κατεύθυνση της κίνησης με τα μάτια του.

Οι αρχές και οι τεχνικές της PNF, όταν εφαρμόζονται κατάλληλα με τα συγκεκριμένα κινητικά πρότυπα, είναι ένα εξαιρετικά

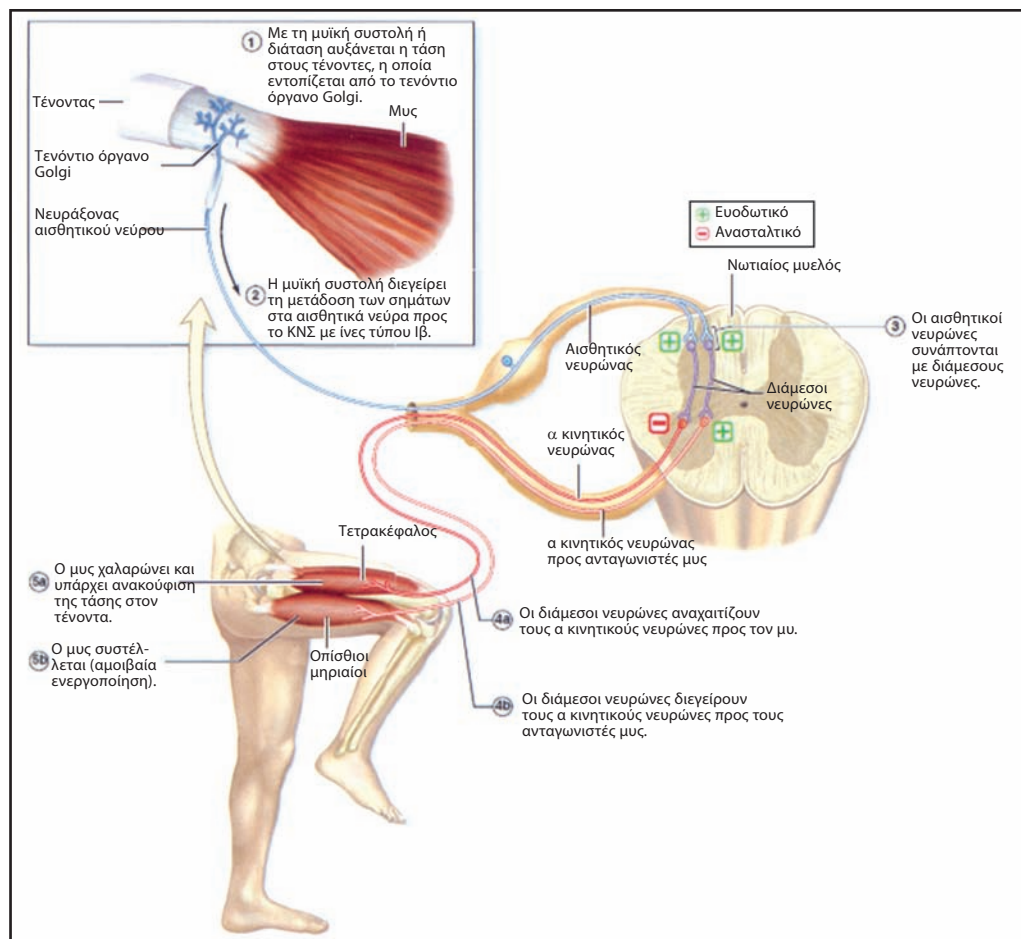
αποτελεσματικό εργαλείο για την αποκατάσταση τραυματισμών.⁶⁵ Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενδυνάμωση αδύναμων μυών ή μυϊκών ομάδων και για να βελτιώσουν το εύρος τροχιάς της κίνησης γύρω από μια τραυματισμένη άρθρωση. Η επιλογή συγκεκριμένων τεχνικών πρέπει να γίνεται βάσει των αναγκών του κάθε ασθενούς και αυτές πρέπει να τροποποιούνται ανάλογα.^{14–15}



Εικόνα 14–3. Δ1 πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη. Αρχική θέση.



Εικόνα 14–4. Δ1 πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη. Τελική θέση.



Εικόνα 14-32. Διαγραμματική αναπαράσταση της αμοιβαίας αναστολής. (Αναδημοσίευση κατόπιν αδείας από McKinley M, O' Loughlin V. *Human Anatomy*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012.)

με την αναστολή της απελευθέρωσης ενός νευροδιαβιβαστή από τις τελικές συναπτικές απολήξεις των αισθητικών ινών Ια της μυϊκής ατράκτου, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της ενεργοποίησης σε αυτόν τον μυ.

Ιξωδοελαστικές μεταβολές ως απόκριση στη διάταση

Έχει προταθεί ότι οι ιξωδοελαστικές μεταβολές που λαμβάνουν χώρα σε έναν μυ, και όχι η ελάττωση της μυϊκής ενεργοποίησης που επάγεται από τα τενόντια όργανα Golgi, είναι ο μηχανισμός για την αύξηση του εύρους τροχιάς της κίνησης μετά την εφαρμογή τεχνικών PNF.⁸ Οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες του κολλαγόνου αναλύονται σύντομα στο Κεφάλαιο

8. Η απαιτούμενη δύναμη για την πρόκληση μεταβολής του μήκους ενός μυός καθορίζεται από την ελαστική του σκληρότητα.⁷² Εξαιτίας των ιξωδών ιδιοτήτων του μυός, απαιτείται λιγότερη δύναμη για την επιμήκυνση του μυός, αν αυτή η δύναμη εφαρμόζεται αργά παρά γρήγορα.⁷² Επίσης, η δύναμη που αντιστέκεται στην επιμήκυνση μειώνεται αν ο μυς διατηρείται σε θέση διάτασης για κάποιο χρονικό διάστημα, οπότε παράγεται χαλάρωση λόγω εφαρμογής τάσης.⁶⁴ Καθώς λαμβάνει χώρα αυτό το φαινόμενο, ο μυς θα επιμηκυνθεί περαιτέρω, με εκδήλωση του φαινομένου του ερπυσμού. Αυτές οι ιδιότητες εκδηλώνονται στους μυς χωρίς κάποια σημαντική ηλεκτρική δραστηριότητα.^{41,42,47}

Καθώς μεταβάλλονται οι ιξωδοελαστικές

ιδιότητες εντός του μυός κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διάτασης κατά PNF, μεταλλάσσεται η αντίληψη της διάτασης και είναι εφικτό ένα μεγαλύτερο εύρος τροχιάς της κίνησης και περισσότερη ροπή στρέψης πριν από την αντίληψη της έναρξης του πόνου.^{42,74} Αυτά τα φαινόμενα θεωρείται ότι λαμβάνουν χώρα επειδή με την επιμήκυνση διακόπτονται οι δεσμοί ακτίνης-μυοσίνης εντός των ενδοκαψικών ινών της μυϊκής ατράκτου, οπότε μειώνεται η ευαισθησία τους στη διάταση.^{22,27,73}

Τεχνικές διάτασης

Οι ακόλουθες τεχνικές πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση του εύρους τροχιάς της άρθρωσης, για χαλάρωση και αναχαίτιση.

Σφίξε-χαλάρωση

Η τεχνική σφίξε-χαλάρωση είναι μια τεχνική διάτασης κατά την οποία το τμήμα του σώματος κινείται παθητικά στο πρότυπο του αγωνιστή. Ζητείται από τον ασθενή να σπρώξει μέσω της συστολής του ανταγωνιστή (μυς που θα διαταθεί) ισοτονικά ενάντια στην εξωτερική αντίσταση. Ο ασθενής στη συνέχεια χαλαρώνει τον ανταγωνιστή και ο θεραπευτής κινεί το άκρο παθητικά στο μεγαλύτερο δυνατό εύρος τροχιάς μέχρι να νιώσει ξανά τον περιορισμό. Αυτή η τεχνική ωφελεί όταν ο περιορισμός του εύρους τροχιάς οφείλεται σε μυϊκή ανελαστικότητα.

Κράτα-χαλάρωση

Αυτή η τεχνική είναι πολύ παρόμοια με την προηγούμενη. Αρχίζει με μια ισομετρική συστολή του ανταγωνιστή (μυς υπό διάταση) ενάντια σε αντίσταση, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί μια μειομετρική συστολή του αγωνιστή μυός σε συνδυασμό με ελαφρά πίεση από τον θεραπευτή για τη μέγιστη διάταση του ανταγωνιστή. Αυτή η τεχνική είναι κατάλληλη όταν υπάρχει έντονη μυϊκή τάση από τη μία πλευρά της άρθρωσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον αγωνιστή και στον ανταγωνιστή.⁷

Αργή αντιστροφή-κράτα-χαλάρωση

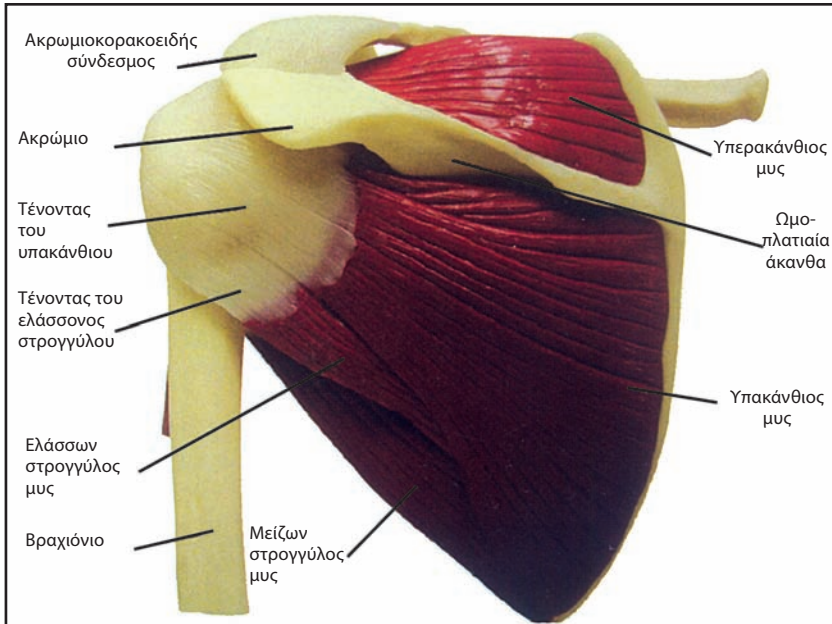
Αυτή η τεχνική αρχίζει με την ισοτονική συστολή του αγωνιστή, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η ισομετρική συστολή του ανταγωνιστή (μυς που θα διαταθεί) κατά τη φάση ώθησης. Κατά τη φάση χαλάρωσης οι ανταγωνιστές χαλαρώνουν, ενώ οι αγωνιστές συ-

στέλλονται και προκαλούν κίνηση προς την κατεύθυνση του προτύπου των αγωνιστών, άρα και διάταση των ανταγωνιστών. Αυτή η τεχνική, όπως και οι τεχνικές σφίξε-χαλάρωση και κράτα-χαλάρωση, είναι χρήσιμη για την αύξηση του εύρους τροχιάς της άρθρωσης, όταν ο πρωταρχικός παράγων περιορισμού είναι η μυϊκή ομάδα των ανταγωνιστών. Επειδή ο στόχος της αποκατάστασης στις περισσότερες αθλητικές κακώσεις είναι η ανάκτηση της μυϊκής δύναμης στο πλήρες και χωρίς περιορισμούς εύρος τροχιάς της κίνησης, αρκετές από αυτές τις τεχνικές συνδυάζονται η μία μετά την άλλη για την επίτευξη αυτού του στόχου.⁵⁰ Στην Εικόνα 14–33 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα μιας PNF τεχνικής διάτασης σε έναν τραυματισμένο ασθενή.

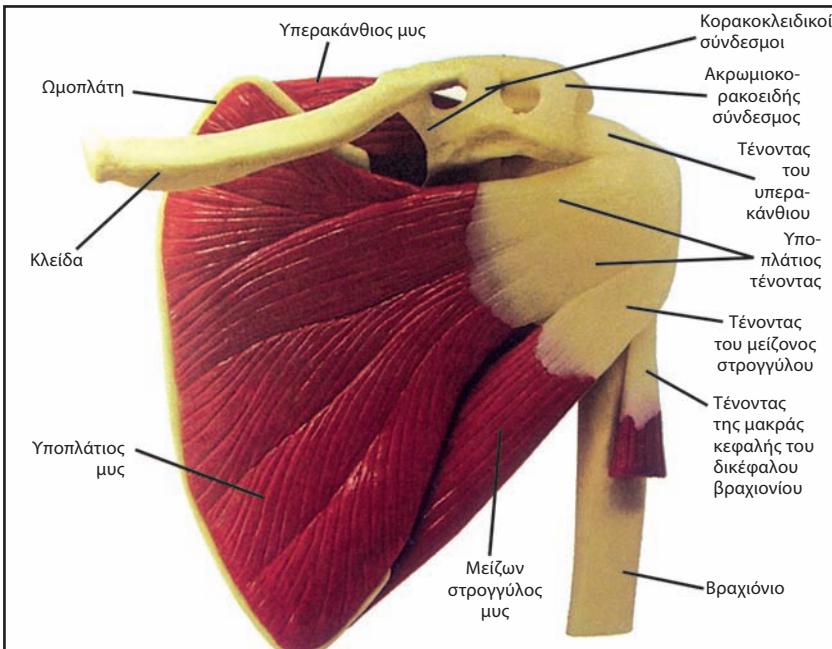
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΥΪΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η μυϊκή ενέργεια είναι μια διά των χειρών τεχνική που αποτελεί μια παραλλαγή των τεχνικών PNF σφίξε-χαλάρωση και κράτα-χαλάρωση. Όπως και οι τεχνικές PNF, οι τεχνικές μυϊκής ενέργειας βασίζονται στους ίδιους νευροφυσιολογικούς μηχανισμούς του μυοστατικού αντανεκλαστικού στους οποίους έγινε αναφορά νωρίτερα σε αυτό το κεφάλαιο. Οι τεχνικές μυϊκής ενέργειας περιέχουν μια εκούσια συστολή ενός μυός προς μια συγκεκριμένη και ελεγχόμενη κατεύθυνση σε διάφορα επίπεδα έντασης ενάντια σε μια διακριτή και αντίθετα εφρμοζόμενη δύναμη από τον θεραπευτή.^{30,48} Ο ασθενής παράγει τις διορθωτικές εγγενείς δυνάμεις και ελέγχει την ένταση των μυϊκών συστολών, ενώ ο θεραπευτής ελέγχει τον ακρίβεια και τον εντοπισμό της διαδικασίας.⁴⁸ Το μέγεθος της προσπάθειας που καταβάλλει ο ασθενής ποικίλλει από μια ελάχιστη μυϊκή σύσπαση ως τη μέγιστη μυϊκή συστολή.³⁰ Για να είναι αποτελεσματικές οι τεχνικές μυϊκής ενέργειας χρειάζονται 5 στοιχεία:

1. Ενεργητική μυϊκή συστολή από τον ασθενή
2. Προσανατολισμός της μυϊκής συστολής προς συγκεκριμένη κατεύθυνση.
3. Κάποιος έλεγχος από τον ασθενή της έντασης της συστολής.
4. Ο θεραπευτής πρέπει να ελέγχει τη θέση της άρθρωσης.
5. Ο θεραπευτής εφαρμόζει την κατάλληλη αντίθετη δύναμη.



Εικόνα 17-3. Σύνδεσμοι της ωμικής ζώνης, μύες του πετάλου των στροφέν και τένοντες (οπίσθια άποψη).



Εικόνα 17-4. Σύνδεσμοι της ωμικής ζώνης, μύες του πετάλου των στροφέν και τένοντες (πρόσθια άποψη).

παρατηρείται κατά τη συσύσπαση των μυών του πετάλου των στροφένων. Αυτή η συσύσπαση παράγει ζεύγη δυνάμεων τα οποία δρουν για τη συμπίεση της βραχιόνιας κεφαλής μέσα στην ωμογλήνη, ελαχιστοποιώντας έτσι τη μετατόπιση της κεφαλής. Το ζεύγος δυνάμεων εμπεριέχει την εφαρμογή δύο αντίθετων δυνάμεων για την επιβολή στροφής γύρω από έναν άξονα. Αυτά τα ζεύγη δυνάμεων επιβάλλουν τη δυναμική εξισορρόπηση της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, άσχετα από τη θέση του βραχιονίου οστού. Αν υπάρξει ανισορροπία μεταξύ των μυών που αποτελούν τα ζεύγη δυνάμεων, τότε παρατηρείται παθολογική μηχανική σε αυτήν την άρθρωση.

Στο εγκάρσιο επίπεδο σχηματίζεται ένα ζεύγος δυνάμεων μεταξύ του υποπλάτιου μπροστά και του υπακάνθιου πίσω. Η συσύσπαση του υπακάνθιου, ελάσσονος στρογγύλου και υποπλάτιου κατασπά και συμπίεζει τη βραχιόνια κεφαλή κατά την κίνηση πάνω από το επίπεδο της κεφαλής.

Στο μετωπιαίο επίπεδο υπάρχει ένα σημαντικό ζεύγος δυνάμεων μεταξύ του δελτοειδούς και των κατώτερων μυών του πετάλου των στροφένων. Με το άνω άκρο σε πλήρη προσαγωγή η συστολή του δελτοειδούς παράγει μια κατακόρυφη δύναμη, με κατεύθυνση προς τα πάνω, άρα και μετατόπιση της κεφαλής του βραχιονίου προς τα πάνω σχετικά με την ωμογλήνη. Η συσύσπαση των κατώτερων μυών του πετάλου των στροφένων παράγει μια συμπίεστική δύναμη και προς τα κάτω μετατόπιση του βραχιονίου οστού, η οποία αντισταθμίζει τη δύναμη του δελτοειδούς και σταθεροποιεί τη βραχιόνια κεφαλή. Ο υπερακάνθιος συμπίεζει τη βραχιόνια κεφαλή εντός της ωμογλήνης και μαζί με τον δελτοειδή ξεκινά την απαγωγή πάνω σε αυτήν τη σταθερή βάση. Η δυναμική σταθεροποίηση οφείλεται στην αύξηση των συμπίεστικών δυνάμεων λόγω της συστολής του υπερακάνθιου και της κατάσπασης της βραχιόνιας κεφαλής εξαιτίας της συστολής των κάτω μυών του πετάλου των στροφένων.^{9,27,70,121}

Ο τένοντας της μακράς κεφαλής του δικέφαλου βραχιονίου συνεισφέρει στη δυναμική σταθεροποίηση μέσω του περιορισμού της μετατόπισης προς τα πάνω του βραχιονίου οστού κατά την κάμψη του αγκώνα και τον υπτιασμό του αντιβραχίου.

Σταθερότητα και κινητικότητα της ωμοπλάτης

Όπως οι γληνοβραχιόνιοι μύες, έτσι και οι μύες της ωμοπλάτης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για τη φυσιολογική λειτουργικότητα του ώμου. Οι μύες της ωμοπλάτης κινούν την ωμοπλάτη επάνω στον θώρακα και συντελούν στη δυναμική σταθεροποίηση της ωμογλήνης σχετικά με την κινούμενη βραχιόνια κεφαλή. Αυτοί οι μύες είναι ο ανελκτήρας της ωμοπλάτης και η άνω μοίρα του τραπεζοειδούς, που ανασπούν την ωμοπλάτη, η μέση μοίρα του τραπεζοειδούς και οι ρομβοειδείς, οι οποίοι προσάγουν την ωμοπλάτη, η κάτω μοίρα του τραπεζοειδούς, η οποία προσάγει και κατασπά την ωμοπλάτη, ο ελάσσων θωρακικός, ο οποίος κατασπά την ωμοπλάτη, και ο πρόσθιος οδοντωτός, ο οποίος απάγει και στρέφει άνω την ωμοπλάτη (σε συνεργασία με την άνω και κάτω μοίρα του τραπεζοειδούς). Από κοινού αυτοί οι μύες λειτουργούν για τη διατήρηση μιας σταθερής μηκοδυναμικής σχέσης με τους γληνοβραχιόνιους μύς.^{58,59,80}

Η ωμοπλάτη προσφύεται στον θώρακα μόνο μέσω αυτών των μυών. Οι σταθεροποιοί μύες πρέπει να καθηλώσουν την ωμοπλάτη στον θώρακα, ώστε το πέταλο των στροφένων να έχει μια σταθερή βάση, από την οποία να επιτελέσει την αναμενόμενη λειτουργία του. Έχει προταθεί ότι ο πρόσθιος οδοντωτός κινεί την ωμοπλάτη, ενώ οι άλλοι μύες της ωμοπλάτης λειτουργούν έτσι ώστε να προσφέρουν σταθερότητα στην ωμοπλάτη.^{58,59} Οι μύες της ωμοπλάτης δρουν ισομετρικά, μειομετρικά ή πλειομετρικά, ανάλογα με την

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Άσκηση 17-1

Ένας παίκτης του χόκεϊ στον πάγο υποφέρει από διάσταση 1ου βαθμού της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης, ύστερα από ένα μαρκάρισμα που τον έριξε στα τοιχώματα του γηπέδου. Ο ασθενής παραπονείται κυρίως για πόνο και αδυναμία απαγωγής του προσβεβλημένου άνω άκρου. Ο ιατρός δεν μπόρεσε να εντοπίσει διάσταση της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης στην ακτινογραφία. Ο ασθενής παραπέμπεται για συντηρητική αντιμετώπιση του τραυματισμού. Τι μπορεί να κάνει ο θεραπευτής για να διασφαλίσει ότι ο τραυματισμός του ασθενούς θα επουλωθεί και δεν θα οδηγήσει σε περαιτέρω δυσλειτουργία της ωμικής ζώνης;