

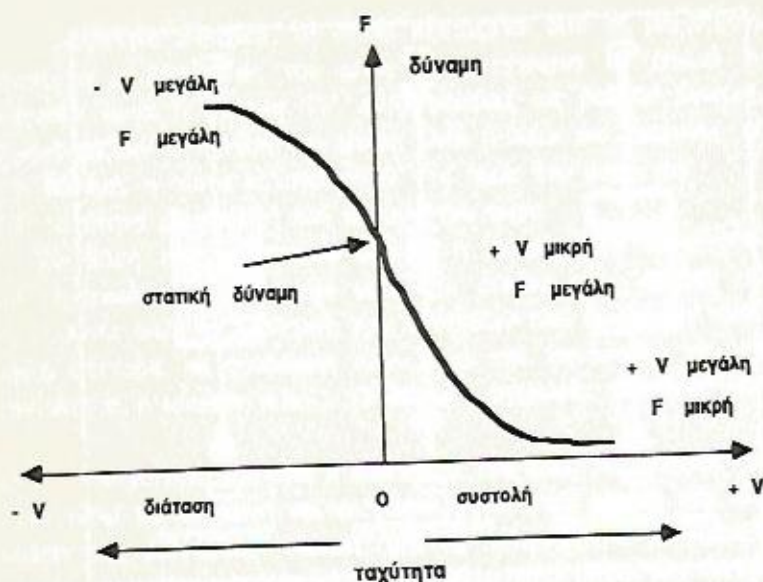
Σχήμα 2-14. Το μοντέλο με τις μηχανικές ιδιότητες του μύος (Donskoi 1971)

σχηματικά σαν ένας κινητήρας, η ελαστικότητα σαν ελατήριο και η τονικότητα, επειδή εκδηλώνεται σαν μια αντίδραση στην παραμόρφωση, μπορεί σχηματικά να δοθεί σαν ένα έμβολο μέσα σε έναν κύλινδρο που περιέχει υγρό.

Μηχανική δράση των μυών και είδη μυϊκού έργου

Η μηχανική δράση των μυών εμφανίζεται με τη μυϊκή συστολή και χαρακτηρίζεται από το μέγεθος της εφαρμοσμένης δύναμης του μύος και τη διεύθυνσή της. Ειδικότερα, η *μυϊκή συστολή εξαρτάται από ένα σύνολο μηχανικών, ανατομικών και φυσιολογικών συνθηκών* (Donskoi et al 1979).

Όταν μιλάμε για τις μηχανικές συνθήκες, εννοούμε κυρίως την επιβάρυνση την οποία δέχεται ο μύς. Χωρίς επιβάρυνση ο μύς δεν μπορεί να παράγει δύναμη και φυσικά με την αύξηση αυτής αυξάνεται και η δύναμη του μύος. Εδώ μπορούμε να υπογραμμίσουμε τη βασική σχέση που ισχύει μεταξύ της *ταχύτητας μυϊκής συστολής και της έντασης του μύος*. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2-15, με την αύξηση της επιβάρυνσης, η δύναμη του μύος μεγαλώνει αρκετά, αλλά η ταχύτητα συστολής ελαττώνεται. Η μεγάλη δύναμη μπορεί να εκδηλωθεί με την ανάλογη μεγάλη ταχύτητα ενός



Σχήμα 2-15. Σχέση μεταξύ της ταχύτητας μυϊκής συστολής και της έντασης του μυός (Donksoi 1970).

σώματος που διαθέτει μικρή μάζα. Σε σχέση μ' αυτές τις επιλογές επιβάρυνσης και μυϊκού έργου, κατά την επιλογή των ασκήσεων με τις οποίες επιδιώκουμε να βελτιώσουμε την κανότητα της δύναμης, εξαρτάται και η πορεία ανάπτυξης των διαφόρων πλευρών της δυναμικής προετοιμασίας του αθλητή.

Οι ανατομικές συνθήκες, κάτω από τις οποίες εκδηλώνεται η μυϊκή συστολή, ορίζονται από τη δομή των μυών και την κατανομή τους σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Ειδικά, η κατανομή των μυών σε σχέση με τον άξονα της άρθρωσης και τα μέλη του σώματος, σε δεδομένη στιγμή της κίνησης, επηρεάζει τόσο το μέγεθος του βραχίονα της δύναμης, όσο και το μέγεθος της ροπής δύναμης.

Τέλος, οι φυσιολογικές συνθήκες, οι οποίες προσδιορίζουν το μέγεθος της μυϊκής συστολής, ορίζονται από τη διεγερσιμότητα και τον κάματο* του μυός.

Για να μπορούμε να εκτιμούμε ολοκληρωμένα τη μυϊκή προσπάθεια του κάθε αθλητή, θα πρέπει να διακρίνουμε τις παρακάτω παραλλαγές μυϊκού έργου:

-στατικό, όπου το μήκος του μυός δεν μεταβάλλεται και

* ο κάματος είναι μια ιδιότητα του μυός να κουράζεται με τις πολλές συσπάσεις, τις οποίες έχει υποστεί, έτσι ώστε να μειώνεται η μυϊκή δύναμη και γενικά η απόδοση.

Δυναμικό, όπου το μήκος του μύος άλλοτε υπόκειται σε σύντμηση και άλλοτε σε επιμήκυνση.

Και οι δύο μορφές μυϊκού έργου έχουν σχέση με τα διάφορα είδη μυϊκής συστολής. Αναλυτικά το ζήτημα αυτό μπορεί να συζητηθεί, εφόσον εξετάσουμε προσεκτικά τα στοιχεία που δίνονται στον πίνακα 2-1.

Ισομετρική ονομάζεται η μυϊκή συστολή κατά την οποία αναπτύσσεται μια ένταση του μύος χωρίς όμως να μεταβάλλεται το μήκος του. Η ισομετρική συστολή προκαλείται σε δύο περιπτώσεις:

- όταν η εξωτερική επιβάρυνση ισούται με την ένταση του μύος και
- όταν η εξωτερική επιβάρυνση υπερνικά την ένταση του μύος, αλλά όμως δεν υπάρχουν οι ανάλογες συνθήκες για τη μεταβολή του μήκους του κάτω απ' αυτή την επιβάρυνση.

Πίνακας 2-1. Μορφές μυϊκού έργου και είδη μυϊκής συστολής (Kots 1982)

| μορφές μυϊκού έργου | είδη μυϊκής συστολής | κίνηση στην άρθρωση | εξωτερική επιβάρυνση | μηχανικό έργο |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------|
| στατικό | ισομετρική | δεν παρατηρείται | ίση με την ένταση του μύος | μηδενικό |
| δυναμικό | ισοτονική (πλειομετρική) | επιβραδυνόμενη | μεγαλύτερη απ' την ένταση του μύος | αρνητικό |
| | ισοτονική (μειομετρική) | επιταχυνόμενη | μικρότερη απ' την ένταση του μύος | θετικό |
| | ισοκινητική | σταθερή | εναλλασσόμενη ταχύτητα | θετικό |

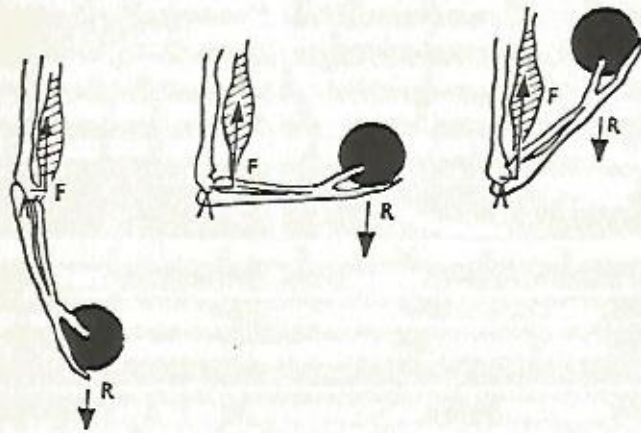
Φυσικά στην περίπτωση της ισομετρικής συστολής και επειδή ακριβώς δεν παρατηρείται καμιά κίνηση στην άρθρωση, άρα το διάστημα είναι μηδέν, το εξωτερικό έργο θα είναι μηδενικό. Όμως από φυσιολογικής άποψης, η ισομετρική συστολή απαιτεί κατανάλωση ενέργειας και προκαλεί την κόπωση του μύος, η οποία μπορεί να είναι συγκριτικά πολύ μεγαλύτερη απ' τα υπόλοιπα είδη μυϊκής συστολής.

Όταν η εξωτερική επιβάρυνση του μύος είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι η ένταση του, η οποία προκαλείται κατά τη στιγμή της συστολής, τότε ο μύς επιμηκώνεται. Αυτό το είδος της εκκεντρικής ή πλειομετρικής μυϊκής συστολής εκδηλώνεται με μια επιβραδυνόμενη κίνηση της άρθρωσης και

επειδή η διεύθυνσή της σ' αυτή την περίπτωση είναι αρνητική, το εξωτερικό μηχανικό έργο θα είναι αρνητικό. Δηλαδή θα ισχύει η σχέση:

$$W = F \times (-S).$$

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αθλητικής κίνησης με την πλειομετρική μυϊκή συστολή θεωρείται η έκταση του χεριού στην άρθρωση του αγκώνα (σχήμα 2-16).



Σχήμα 2-16. Πλειομετρική και μειομετρική μυϊκή συστολή (Dyson 1973)

Όταν η εξωτερική επιβάρυνση του μύος είναι μικρότερη απ' ό,τι η έντασή του, τότε ο μύς βραχύνεται και φυσικά προκαλείται μια επιταχυνόμενη κίνηση στην άρθρωση. Το είδος αυτής της συγκεντρικής ή *μειομετρικής* μυϊκής συστολής επιφέρει και θετικό έργο, επειδή η διεύθυνση της κίνησης στην άρθρωση είναι θετική. Δηλαδή εδώ ισχύει η σχέση:

$$(W = F \times S).$$

Στο παραπάνω παράδειγμα η κάμψη του χεριού στην άρθρωση του αγκώνα εκδηλώνεται με τη μειομετρική μυϊκή συστολή (σχήμα 2-16).

Τόσο η πλειομετρική, όσο και η μειομετρική μυϊκή συστολή εκδηλώνονται με ταυτόχρονη μεταβολή του μήκους του μύος και μπορούν να ονομαστούν και δυναμικές (ή ισοτονικές, δηλαδή ίσος τόνος ή ένταση) συστολές, επειδή ακριβώς συνοδεύονται με κινήσεις στις αρθρώσεις.

Η *ισοκινητική* μυϊκή συστολή παρατηρείται στη διάρκεια εκτέλεσης ειδικών κινήσεων, όπου μπορεί να ρυθμιστεί η εξωτερική αντίσταση, δηλαδή η αντίσταση στην κίνηση της άρθρωσης. Σ' αυτή την περίπτωση με την αύξηση της έντασης του μύος η αντίσταση της κίνησης αυξάνεται στο ίδιο μέγεθος, ενώ με τη μείωση της μυϊκής έντασης ελαττώνεται ανάλογα και η

αντίσταση. Για παράδειγμα, στην εκτέλεση του "κολυμβητικού κύκλου" οι μύες των χεριών του κολυμβητή δουλεύουν σχεδόν ισοκινητικά, έτσι ώστε με την αύξηση της ταχύτητας κίνησης των χεριών του να παρατηρείται και ανάλογη αύξηση της αντίστασης του νερού.

Αποτέλεσμα της ισοκινητικής προσπάθειας είναι η παραγωγή έργου το οποίο χαρακτηρίζεται ως θετικό, επειδή ακριβώς η διεύθυνση της κίνησης είναι θετική. Την ισοκινητική μυϊκή συστολή την εξετάζουμε εργαστηριακά με τη βοήθεια του ισοκινητικού δυναμόμετρου, θέμα το οποίο θα αναπτύξουμε εκτενέστερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Διάκριση των μυών ανάλογα με τη συμμετοχή τους στις κινήσεις

Στις κινήσεις του ατόμου οι μύες συμμετέχουν κατά ζεύγη ή και λειτουργούν κατά ομάδες. Συνήθως δεχόμαστε την άποψη ότι η κίνηση είναι αποτέλεσμα του έργου εκείνων των μυών που κινούν τα ευκίνητα μέλη του σώματος. Στην πραγματικότητα όμως αυτό πρόκειται μόνο για την εξωτερική εικόνα της κίνησης. Για να πραγματοποιηθεί μια κίνηση συμμετέχει ένας μεγάλος αριθμός μυών, οι οποίοι εξασφαλίζουν τις κατάλληλες συνθήκες προκειμένου να εκδηλωθεί η δράση αυτών. Την σύνθετη αλληλεπίδραση των μυών στην εκτέλεση της κίνησης την ονομάζουμε *μυϊκή συνέργεια*.

Σε μια ορισμένη αθλητική κίνηση, όπου απαιτείται η μυϊκή συνέργεια, οι μύες που συμμετέχουν σ' αυτή διακρίνονται σε δύο ομάδες:

- σε συναγωνιστές και
- σε ανταγωνιστές.

Συναγωνιστές είναι οι μύες, οι οποίοι πραγματοποιούν σε μια δεδομένη στιγμή τη μετακίνηση κάποιων μελών του σώματος. Ο συναγωνισμός αυτός μεταξύ των μυών παρατηρείται μόνο σε συγκεκριμένη κίνηση, γιατί πιθανόν σε κάποια άλλη κίνηση οι συναγωνιστές μύες μπορούν να παίζουν το ρόλο των ανταγωνιστών.

Ανταγωνιστές είναι οι μύες, οι οποίοι ενεργούν αντίθετα προς την εκτελούμενη κίνηση. Δηλαδή, για παράδειγμα, οι μύες της πίσω επιφάνειας του μηρού και οι γλουτιαίοι θεωρούνται ανταγωνιστές μύες της κίνησης για κάμψη των ισχίων. Με άλλα λόγια, αυτοί οι μύες παίζουν βασικό ρόλο σε κάθε κίνηση ρυθμίζοντας την ταχύτητα αυτής.

Γνωρίζουμε, επίσης, ότι οι μύες δεν συμμετέχουν μόνο στην εκτέλεση των κινήσεων, αλλά συμβάλλουν καθοριστικά στη στερέωση βασικών σκελετικών μελών και στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος. Μ' αυτόν τον τρόπο οι μύες διακρίνονται επιπλέον σε τρεις ομάδες:

- μύες που πραγματοποιούν τις κινήσεις,
- μύες που σταθεροποιούν τα μέλη του σώματος και
- μύες που εξουδετερώνουν την εκτέλεση περιττών κινήσεων.

Οι πρώτοι φανερώνουν την εξωτερική μορφή της κίνησης. Είναι τοποθετημένοι γύρω από τις αρθρώσεις όπου εκτελείται η κίνηση και μπορούν να προσδώσουν σημαντική δύναμη ή να συμβάλουν στο να εκδηλωθεί αυτή σε συνεργασία με άλλους μύες.

Οι σταθεροποιητικοί μύες, όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, ακινητοποιούν τα διάφορα μέλη του σώματος σε μια δεδομένη κίνηση και μ' αυτό τον τρόπο μετατρέπονται σε σταθερή βάση για τους πρώτους μύες.

Οι μύες που παίζουν ρόλο εξουδετέρωσης μπλοκάρουν τις μη απαραίτητες κινήσεις που παρατηρούνται στις αρθρώσεις του κινούμενου μέλους και επιτρέπουν την εκτέλεση μόνο της απαραίτητης κίνησης.

Είναι φανερό πως, αν λάβουμε υπόψη τον αριθμό των 600 μυών και τους άπειρους συνδυασμούς που μπορούν να υπάρξουν στις αθλητικές κινήσεις, θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως οι κινητικές δυνατότητες του ανθρώπινου κινητικού μηχανισμού είναι απεριόριστες, έτσι που να μπορεί να οικοδομηθεί η τελειότερη αθλητική τεχνική.