



# Δόμηση Προγράμματος Προπόνησης Δύναμης

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δόμηση του προγράμματος προπόνησης δύναμης αποσκοπεί στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης και μυϊκής ισχύος, στοιχεία τα οποία θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχία σε σχεδόν όλα τα ατομικά και ομαδικά αθλήματα. Η μυϊκή δύναμη και η μυϊκή ισχύς αποτελούν βασικές ικανότητες για τα αθλήματα δύναμης, ταχύτητας, ταχυδύναμης (π.χ. άρση βαρών, sprint, άλματα), καθώς και σε πολλά ομαδικά αθλήματα (π.χ. καλαθοσφαίριση), αφού συνδέονται με την ικανότητα του αθλητή να εφαρμόζει μέγιστη δύναμη, να επιταχύνει και να επιβραδύνει. Επιπλέον, στα αθλήματα αντοχής, η αύξηση της μέγιστης δύναμης επιφέρει βελτίωση της οικονομίας κίνησης και συνεπώς της επίδοσης, ακόμα και όταν η άσκηση έχει μεγάλη διάρκεια (π.χ., μαραθώνιος). Τέλος, η βελτίωση της μυϊκής δύναμης και της μυϊκής ισχύος υποβοηθά στην προστασία από τραυματισμούς, εξαιτίας του γεγονότος ότι «ένα ισχυρό μυοσκελετικό σύστημα είναι περισσότερο προστατευμένο σε σύγκριση με ένα αδύναμο».

## ΟΡΙΣΜΟΙ

Η **μυϊκή δύναμη** είναι η ικανότητα του μυοσκελετικού συστήματος να υπερνικά ή να αντιστέκεται σε εξωτερικές δυνάμεις κατά την εκτέλεση μυϊκών προσπαθειών.

Η **μυϊκή ισχύς** είναι η ικανότητα του αθλητή να εφαρμόζει μεγάλη δύναμη ή ποσότητα μηχανικού έργου σε σύντομο χρονικό διάστημα (στη μονάδα του χρόνου). Στην παρακάτω εξίσωση φαίνεται πως προκύπτει ότι η ισχύς είναι το γινόμενο της δύναμης επί την ταχύτητα μυϊκής σύσπασης του μυός και αποτελεί την κύρια έκφραση της μυϊκής απόδοσης στις αθλητικές κινήσεις:

$$\begin{aligned} \text{Ισχύς (Power)} &= \frac{\text{Μηχανικό έργο (joules)}}{\text{χρόνος (s)}} = \frac{\text{Δύναμη (N)} \times \text{απόσταση (m)}}{\text{χρόνος (s)}} = \\ &= \text{Δύναμη (N)} \times \frac{\text{απόσταση (m)}}{\text{χρόνος (s)}} = \text{Δύναμη (N)} \times \text{ταχύτητα (m/s)} \end{aligned}$$

## ΕΙΔΗ ΔΥΝΑΜΗΣ

Η **δύναμη** εκδηλώνεται είτε με δυναμικές μυϊκές συσπάσεις («**δυναμική**» **δύναμη**), δηλαδή σε συνθήκες μετακίνησης του σώματος του αθλητή (π.χ. κατακόρυφο άλμα) ή των οργάνων (π.χ. κατά τη ρίψη αθλητικών οργάνων, άρση βαρών), είτε με στατικές (ισομετρικές) μυϊκές συσπάσεις

σε συγκεκριμένες, σταθερές θέσεις του σώματος ή των μελών του κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκτέλεσης οποιασδήποτε κίνησης (**ισομετρική δύναμη**).

### Δυναμική δύναμη

Η «**δυναμική δύναμη**» διακρίνεται σε δύο τύπους (11):

1. τη **μειομετρική ή σύγκεντρη δύναμη**, όπου παράγεται δύναμη και μηχανικό έργο, ενώ το μήκος της μυοτενόντιας μονάδας (δηλ. του μυ και των τενόντων του) μειώνεται. **Σημείωση:** στην περίπτωση αυτή, η δύναμη που εφαρμόζει ο μυς είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική αντίσταση.
2. την **πλειομετρική ή έκκεντρη σύσπαση**, όπου παράγεται δύναμη και μηχανικό έργο, ενώ αυξάνεται το μήκος της μυοτενόντιας μονάδας. **Σημείωση:** στην περίπτωση αυτή, η δύναμη που εφαρμόζει ο μυς είναι μικρότερη από την εξωτερική αντίσταση (63).

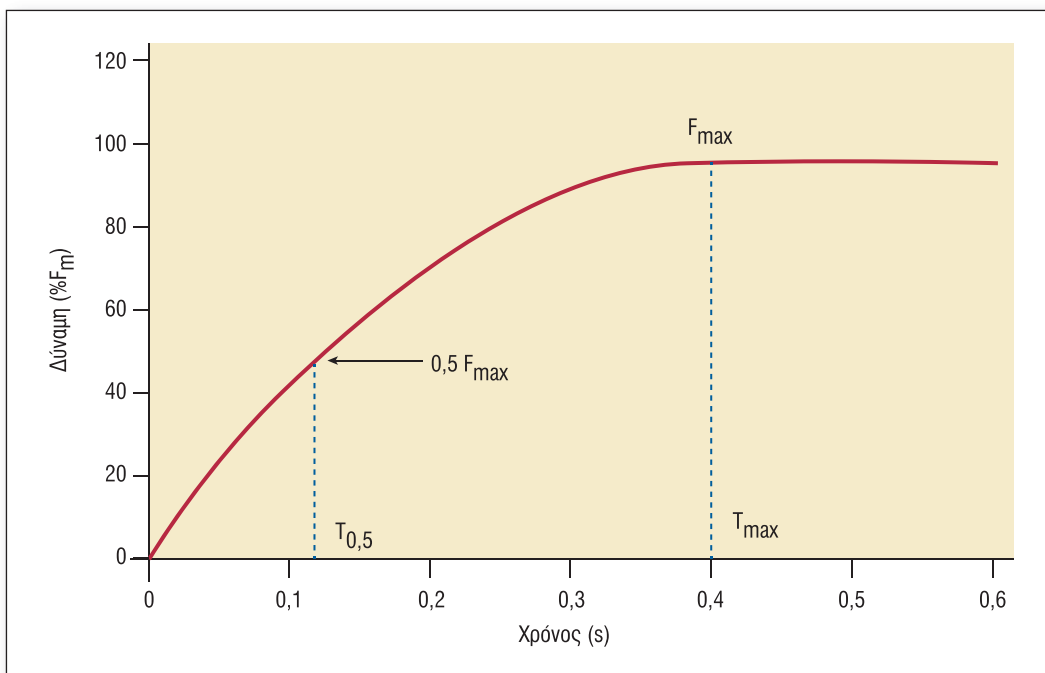
### Ισομετρική δύναμη - Ρυθμός εφαρμογής δύναμης

Η **ισομετρική δύναμη** παράγεται σε **στατικές μυϊκές συσπάσεις**, όπου παράγεται μυϊκή δύναμη, ενώ το μηχανικό έργο είναι μηδενικό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μήκος της μυοτενόντιας μονάδας παραμένει σταθερό και δεν εκτελείται κίνηση. **Σημείωση:** στην περίπτωση αυτή, η δύναμη που εφαρμόζει ο μυς είναι ίση με την εξωτερική αντίσταση.

Κατά την ισομετρική μυϊκή σύσπαση η μέγιστη δύναμη επιτυγχάνεται σε σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με τη διάρκεια των περισσότερων αθλητικών κινήσεων. Σημαντικότερη παράμετρο της ισομετρικής δύναμης αποτελεί ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης (Rate of Force Development- RFD), ο οποίος εκφράζει την ικανότητα των μυών να παραγάγουν γρήγορα δύναμη. Ο RFD δεν συνδέεται τόσο με τη μέγιστη δύναμη όσο με το ποσοστό και την εγκάρσια διατομή των μυϊκών ινών ταχείας σύσπασης (125). **Σημείωση:** Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό και η εγκάρσια διατομή των ινών ταχείας σύσπασης, τόσο μεγαλύτερος θα είναι ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης.

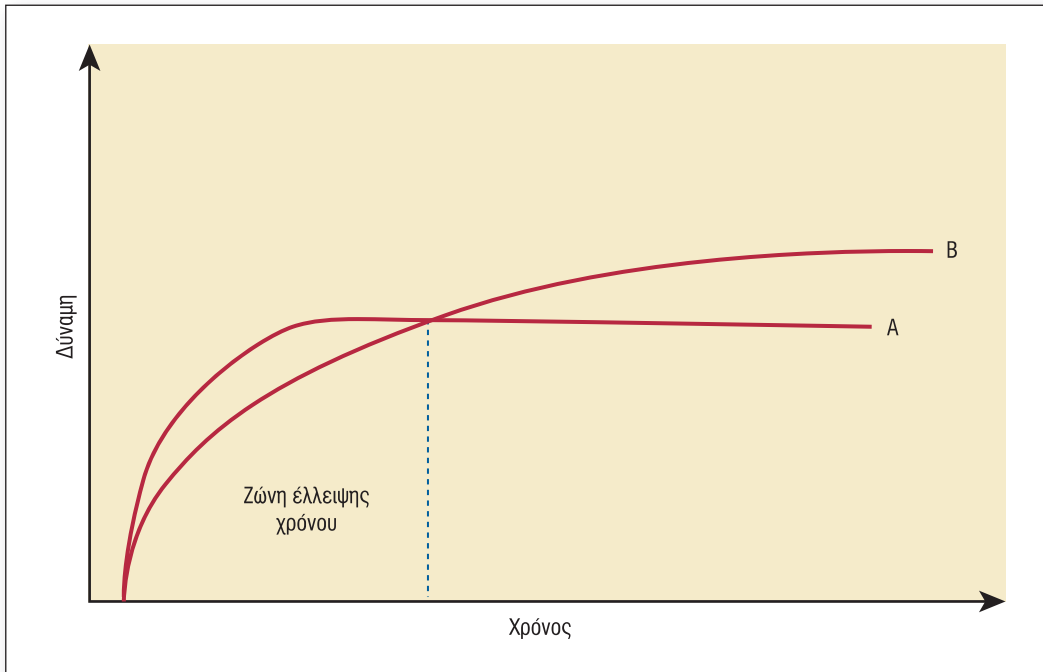
Η σημαντικότητα της ικανότητας αυτής επιβεβαιώνεται με τη σύγκριση:

- του χρόνου διάρκειας της φάσης στήριξης – ώθησης στους δρόμους ταχύτητας και στα άλματα κλασικού αθλητισμού (80 έως 200 ms) και
- του χρόνου που χρειάζονται οι μύες των κάτω άκρων για να παραγάγουν τη μέγιστη δύναμη (>400 ms).



#### ΣΧΗΜΑ 1

Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης κατά την ισομετρική άσκηση.

**ΣΧΗΜΑ 2**

Σύγκριση δύο αθλητών που έχουν διαφορετική μέγιστη δύναμη (ο B μεγαλύτερη δύναμη από τον A), αλλά ο αθλητής A έχει υψηλότερο ρυθμό εφαρμογής δύναμης.

**Συμπέρασμα:** Από τη σύγκριση αυτή φαίνεται ότι στα ταχυτητοδυναμικά αθλήματα ο αθλητής έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει μόνο το 40-50% της μέγιστης του δύναμης (Σχήμα 1).

Η βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης δίνει τη δυνατότητα στον αθλητή να χρησιμοποιεί μεγαλύτερο ποσοστό της δύναμής του και να ασκεί μεγαλύτερες δυνάμεις στο έδαφος, χωρίς απαραίτητα να αυξήσει τη μέγιστη δύναμή του (Σχήμα 1). Ο RFD σχετίζεται σημαντικά με την αλκτική ικανότητα και την παραγόμενη ισχύ κατά τις εκρηκτικές κινήσεις των άνω και κάτω άκρων (32,230) και βελτιώνεται με προπόνηση ισχύος ή προπόνηση μέγιστης δύναμης, έχοντας ως πρόθεση την εκτέλεση της κίνησης με μέγιστη ταχύτητα (βλέπε παρακάτω) (125).

**Σημείωση:** όπως απεικονίζεται στο σχήμα 2, ο αθλητής A παρουσιάζει μεγαλύτερο RFD και μικρότερη μέγιστη δύναμη, ενώ ο αθλητής B παρουσιάζει μεγαλύτερη μέγιστη δύναμη και μικρότερο RFD. Συνεπώς, ο αθλητής A εφαρμόζει πιο αποτελεσματικά τη δύναμή του και θα είναι καλύτερος σε αθλητικές κινήσεις που απαιτούν εκρηκτικότητα (Σχήμα 2).

Ένα άλλο είδος δύναμης είναι η «**δύναμη αντίδρασης**» ή «**αντιδραστική δύναμη**» (**reactive strength**), η οποία αναφέρεται στην ικανότητα της μυοτενόντιας μονάδας (μυς και τένοντας) να παράγει ισχυρή σύγκεντρη σύσπαση μετά από γρήγορη επιμήκυνσή της (66)(94)(18). Αυτή η ικανότητα ονομάζεται και «κύκλος διάτασης-βράχυνσης» ή stretch-shortening cycle (SSC) και παρατηρείται κατά τη διάρκεια του τρεξίματος, των αλματικών και ριπτικών κινήσεων, καθώς και σχεδόν σε όλες τις αθλητικές κινήσεις κατά τη διάρκεια του αγώνα και της προπόνησης (113, 201).

## Μέγιστη δύναμη

Η μέγιστη μυϊκή δύναμη και η μυϊκή ισχύς μπορεί να εκφραστεί:

- Ως απόλυτη μέγιστη δύναμη και
- Ως σχετική μέγιστη δύναμης

## Απόλυτη δύναμη

Ως **απόλυτη μέγιστη δύναμη** ορίζεται η δύναμη που παράγεται σε μια κίνηση χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το σωματικό βάρος. Στην προπόνηση με αντιστάσεις, ως απόλυτη μέγιστη δύναμη ορίζεται το βάρος που μπορεί να ανυψώσει ένας αθλητής μόνο μια φορά και μετريέται με το test της μίας μέγιστης επανάληψης (1 Repetition Maximum ή 1 RM). Για παράδειγμα, ένας αθλητής μπο-

ρεί να εκτελέσει μια επανάληψη στην άσκηση «ημικάθισμα» με αντίσταση 180 kg, ή ένας αθλητής μπορεί να εκτελέσει μια επανάληψη στην κίνηση του «αρασέ» με αντίσταση 135 kg.

Η **απόλυτη μέγιστη δύναμη** είναι σημαντική σε αθλήματα τα οποία απαιτούν εφαρμογή μέγιστης δύναμης σε ένα αθλητικό όργανο, όπως για παράδειγμα στη ρίψη σφαίρας. Στο αγώνισμα αυτό είναι σημαντικό να έχει ο αθλητής υψηλή τιμή μέγιστης δύναμης (1RM) σε ασκήσεις όπως το «ημικάθισμα», η «πίεση πάγκου» και οι «πιέσεις ώμων». Παράλληλα, στο αγώνισμα αυτό είναι επιθυμητή η αύξηση της μυϊκής μάζας και του σωματικού βάρους (μάζας), εξαιτίας του ότι η βελτίωση της σχετικής δύναμης δεν είναι καθοριστική για την μεγιστοποίηση της απόδοσης.

### Σχετική δύναμη

Ως **σχετική μέγιστη δύναμη** ορίζεται η δύναμη που παράγεται σε μια κίνηση εκφρασμένη συνήθως ανά κιλό σωματικού βάρους (μάζας). Στην προπόνηση με αντιστάσεις, ως σχετική μέγιστη δύναμη ορίζεται το βάρος που μπορεί να ανυψωθεί διαιρούμενο με το σωματικό βάρος (μάζα) του αθλητή. Για παράδειγμα, όταν ένας αθλητής μπορεί να εκτελέσει μια επανάληψη στην άσκηση «ημικάθισμα» με αντίσταση 180 kg και το σωματικό του βάρος (μάζα) είναι 100 kg, τότε η σχετική μέγιστη δύναμή του είναι 1,8 kg/kg σωματικού βάρους (μάζας).

Η **σχετική μέγιστη δύναμη** είναι σημαντική σε αθλήματα όπου η δύναμη χρησιμοποιείται για να μετακινηθεί το σώμα του αθλητή στο χώρο, όπως για παράδειγμα στα άλματα του κλασικού αθλητισμού, στην καλαθοσφαίριση και στην πετοσφαίριση. Στα αθλήματα αυτά δεν είναι τόσο σημαντική η τιμή της απόλυτης δύναμης, δηλαδή πόσο βάρος μπορεί να σηκώσει ο αθλητής, αλλά η αντίσταση που μπορεί να υπερνικήσει διαιρεμένη με το σωματικό του βάρος (μάζα) (βλέπε Πίνακα 1).

Μια εναλλακτική μέθοδος έκφρασης της μέγιστης δύναμης και της ισχύος σε σχετικές τιμές είναι η **αλλομετρική** (57,74, 147). Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να συγκριθούν με μεγάλη εγκυρότητα άτομα με διαφορετικό μέγεθος σώματος και σωματικό βάρος (π.χ. παιδιά και ενήλικες). Έτσι, αντί να διαιρέσουμε τη μέγιστη δύναμη με το σωματικό βάρος, διαιρούμε με το σωματικό βάρος υψωμένο στη δύναμη 0,67 (σωματικό βάρος<sup>0,67</sup>).

Παρόμοια, στο άθλημα της άρσης βαρών, για να συγκριθούν αθλητές σε διαφορετικές κατηγορίες σωματικού βάρους χρησιμοποιείται ο συντελεστής του Sinclair (197). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να συγκριθεί ευθέως η δύναμη (δηλαδή το σύνολο κιλών που σηκώνει ο κάθε αθλητής στις κινήσεις «ζετέ» και «αρασέ») δύο αθλητών οι οποίοι έχουν μεγάλη διαφορά στο σωματικό βάρος (π.χ. 58 kg και 105 kg).

Ο συντελεστής του Sinclair προκύπτει από την εξίσωση:

$$10^A (\log_{10}(x/b))^2$$

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Τιμές απόλυτης και σχετικής δύναμης σε διαφορετικά αθλήματα

Άθλημα	Σωματικό βάρος αθλητή (kg)	Απόλυτη δύναμη στο ημικάθισμα – 1RM (kg)	Κατάταξη σύμφωνα με την απόλυτη δύναμη	Σχετική δύναμη στην άσκηση «ημικάθισμα» – 1RM (kg)	Κατάταξη σύμφωνα με την σχετική δύναμη	Σημαντικότερη ικανότητα δύναμης
Σφαιροβολία	105	180	1	1,71	3	ΑΠΟΛΥΤΗ ΔΥΝΑΜΗ
Άλμα σε μήκος	85	160	2	1,88	2	ΣΧΕΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ
Άλμα σε ύψος	80	155	3	1,94	1	ΣΧΕΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ
Καλαθοσφαίριση	100	140	4	1,40	5	ΣΧΕΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ
Πετοσφαίριση	90	135	5	1,50	4	ΣΧΕΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ