

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ:** ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΚΑΠΕΛΟΣ

**ΑΜ:** 9980201000049

**ΕΡΓΑΣΙΑ:** ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ:** "ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ 400m"

## Περίληψη

Ο αθλητισμός έχει κυρίαρχο ρόλο στην ζωή των ανθρώπων από την αρχαιότητα. Εκτός από την άθληση του σώματος επιδιώκεται η πνευματική συγκρότηση και η διαμόρφωση της ολοκληρωμένης προσωπικότητας του ατόμου.

Η επίδοση των αθλητών σε κάθε άθλημα εξαρτάται από διαφορετικούς παράγοντες και επικρατεί η άποψη πως ένας αθλητής είναι δύσκολο να είναι άριστος σε περισσότερα από ένα αθλήματα. Οι αγώνες ταχύτητας κατατάσσονται ανάλογα με την απόσταση που καλούνται να διανύσουν οι αθλητές σε sprint, μεσαίας απόστασης (middle distance), μεγάλης απόστασης (distance) και σε απόστασης μεγαλύτερης του μαραθώνιου (ultramarathon). Η επίδοση αυτών των αθλητών μπορεί να προβλεφθεί με τη χρήση φυσιολογικών παραμέτρων, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η επίδοσή τους και να εξελίσσονται συνεχώς.

Στην παρούσα εργασία αναλύονται μερικές φυσιολογικές παράμετροι, οι οποίες μπορούν να προβλέψουν την επίδοση των αθλητών αφού αξιολογηθούν και χρησιμοποιηθούν κατάλληλα από τον εκάστοτε προπονητή. Σε αυτές, μεταξύ άλλων, συμπεριλαμβάνονται το μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου (MAOD), η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ), η μυϊκή δύναμη και η αντοχή σε ταχύτητα (SSE - speed strength endurance).

Λέξεις-κλειδιά: άθληση, ταχύτητα, φυσιολογικές παράμετροι, πρόβλεψη, επίδοση, αθλητισμός

## Abstract

Sport has been played a dominant role in people's lives since antiquity. The purpose of the sport is not only to exercise, but also the spiritual formation and the formation of the integrated personality.

The performance of athletes in each sport depends on different factors and there is a common thought that an athlete is difficult to be excellent in more than one sport. The distance races are classified according to the distance that athletes are required to travel in sprint, middle distance, long distance (or distance) and longer distance of the marathon (ultramarathon). The performance of these athletes can be predicted using physiological parameters in order to optimize their performance and constantly evolve.

This paper analyses some physiological parameters, which can predict the performance of athletes considering that the coaches have been evaluated and exploited them appropriately. These parameters include the maximal accumulated oxygen deficit (MAOD), the maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ), muscle power and the speed strength endurance (SSE).

Keywords: physical activity, velocity, physiological parameters, prediction, performance, sport

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	1
Abstract.....	2
Εισαγωγή.....	4
Μεθοδολογία.....	7
Αποτελέσματα .....	8
Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO <sub>2</sub> max) .....	8
Μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου (MAOD) .....	10
Δύναμη - Explosive strength (Es) .....	10
Αντοχή σε ταχύτητα - Speed strength endurance (SSE) .....	11
Μέγιστη και μέση ενέργεια .....	12
Μυϊκή δύναμη .....	13
Συμπεράσματα.....	14

## Κατάλογος πινάκων

<u><a href="https://athlometrix.com/ta-athlimata-toy-stivoy-kai-o-tropos-me-ton-opoio-ofeloynta-paidia/">Πίνακας 1: Κατηγορίες των αθλημάτων στίβου και τα επιμέρους αθλήματα (πηγή: <a href="https://athlometrix.com/ta-athlimata-toy-stivoy-kai-o-tropos-me-ton-opoio-ofeloynta-paidia/">https://athlometrix.com/ta-athlimata-toy-stivoy-kai-o-tropos-me-ton-opoio-ofeloynta-paidia/</a>)</a></u> .....	5
---	---

## Κατάλογος εικόνων

<u><a href="https://profheinen.de/diagnostik/spiroergometrie/">Εικόνα 1: Απεικόνιση της ειδικής αναπνευστικής κατασκευής που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της κατανάλωσης οξυγόνου σε αθλητές (πηγή: <a href="https://profheinen.de/diagnostik/spiroergometrie/">https://profheinen.de/diagnostik/spiroergometrie/</a>)</a></u> .....	7
---	---

## Εισαγωγή

Ο αθλητισμός αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια μία από τις πιο σημαντικές αξίες στη ζωή του ανθρώπου. Από την αρχαία Ελλάδα έως και σήμερα, η γυμναστική άσκηση είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας του ατόμου. Παλαιότερα, ήταν ενσωματωμένη με κάθε είδους θρησκευτική τελετή και συμπεριλαμβανόταν σε κάθε γεγονός ψυχαγωγίας και διασκέδασης. Ο αθλητισμός αποσκοπούσε τόσο στην άσκηση και την εξάσκηση του ατόμου όσο και στη διαμόρφωση της προσωπικότητάς του. Στις μέρες, η προετοιμασία των νέων μέσω της γυμναστικής άσκησης αποσκοπεί κυρίως στη συμμετοχή τους σε αγώνες, όπως οι Ολυμπιακοί αγώνες, και η ανάδειξή τους ως νικητή. Σε αυτήν την περίπτωση, ο τρόπος ζωής και η εξάσκηση των αθλητών ακολουθούν αρκετά αυστηρό πρόγραμμα, καθώς ο ανταγωνισμός είναι τεράστιος και η νίκη θεωρείται αξία αναντικατάστατη. Για αυτό το λόγο κρίνεται μείζονος σημασίας η κατάλληλη προετοιμασία του κάθε αθλητή με πρόγραμμα κατάλληλα διαμορφωμένο στις ανάγκες και τις δυνατότητές του (Δούκας 2017).

Κυρίαρχο ρόλο στον αθλητισμό κατέχει ο στίβος, ο οποίος αποτελεί θεμέλιο λίθο κάθε αθλήματος καθώς σε κάθε ένα από αυτά το άτομο καλείται να τρέξει, να πεδηήσει ή και να ρίξει. Τα αθλήματα του στίβου διακρίνονται σε δρομικά, αλτικά και ριπτικά με βάση τις βασικές κινητικές δεξιότητες που χρησιμοποιούνται σε κάθε άθλημα.

Σε κάθε κατηγορία των αθλημάτων του στίβου περιλαμβάνεται πληθώρα αθλημάτων, τα οποία σχετίζονται με το τρέξιμο, το άλμα και τη ρίψη, αντίστοιχα. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αθλήματα της κάθε κατηγορίας (Βούρου):

**Πίνακας 1:** Κατηγορίες των αθλημάτων στίβου και τα επιμέρους αθλήματα (πηγή: <https://athlometrix.com/ta-athlimata-toy-stivoy-kai-o-tropos-me-ton-opoio-ofeloynta-paidia/> )

Δρομικά αθλήματα	Αλτικά αθλήματα	Ριπτικά αθλήματα
Ταχύτητας (100 m – μαραθώνιος)	Άλμα εις μήκος	Σφαιροβολία
Ταχύτητας με εμπόδια (110 m – 400 m)	Άλμα εις ύψος	Δισκοβολία
Ταχύτητας με φυσικά εμπόδια	Άλμα επί κοντώ	Σφυροβολία
Βάδην	Τριπλούν	Ακοντισμός
Σκυταλοδρομία		

Τα αθλήματα ταχύτητας κατατάσσονται ανάμεσα στα πιο περιζήτητα σε όλο τον κόσμο. Αυτό αποδίδεται στην ποικιλία των αποστάσεων που διανύουν οι αθλητές, στις διαφορετικές δεξιότητες που καλούνται να χρησιμοποιήσουν, καθώς και στους διαφορετικούς χώρους που λαμβάνουν χώρα οι αγώνες αυτών των αθλημάτων. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται οι αγώνες ταχύτητας στο βουνό, στο δρόμο, σε ειδική πίστα και σε μαραθώνιους αγώνες που απαιτούν υψηλό επίπεδο αντοχής και δύναμης. Η Διεθνής Ένωση Ομοσπονδιών Στίβου (International Association of Athletics Federations, IAAF) έχει ταξινομήσει περαιτέρω τα αθλήματα ταχύτητας βασισόμενη στην απόσταση που πρέπει να διανύσουν οι αθλητές (Thompson 2017).

- Αγώνας sprint (τρέξιμο σύντομης διαδρομής): 60-400 (sprint)
- Αγώνας μεσαίας απόστασης: 800-3000 (middle distance)
- Αγώνας απόστασης: 5000 m – μαραθώνιος (distance)
- Αγώνας με απόσταση μεγαλύτερη του μαραθωνίου (ultramarathon)

Πιο συγκεκριμένα, στους αγώνες sprint διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο η μυϊκή δύναμη του κάθε αθλητή. Το κάθε άτομο οφείλει να χρησιμοποιήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του και να διαχειριστεί κατάλληλα τα αποθέματα ενέργειας. Ένας αθλητής που διαγωνίζεται σε αγώνα ταχύτητας των 400 m πρέπει να είναι κατάλληλα προετοιμασμένος, ώστε να αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα και να μπορέσει να διατηρήσει τον βέλτιστο βαθμό επίδοσής του καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα, η οποία ανέρχεται σε περίπου 1 min (Dal Puro et al. 2013; Thompson 2017).

Οι μύς του ανθρώπινου οργανισμού συνεχίζουν να εκτελούν τις βασικές τους λειτουργίες ακόμη κι όταν ο άνθρωπος βρίσκεται σε αδράνεια. Μέσα σε έναν μυ λαμβάνει χώρα η γλυκόλυση, η οποία οδηγεί στην παραγωγή του πυροσταφυλικού οξέος και στη συνέχεια του γαλακτικού οξέος. Η γλυκόλυση σε συνδυασμό με το οξυγόνο που καταναλώνει ο οργανισμός του παρέχει την απαραίτητη ενέργεια. Το πυροσταφυλικό οξύ ενσωματώνεται στην οξειδωτική μεταβολική διεργασία μέσω του κύκλου Krebs ή μετατρέπεται απευθείας σε γαλακτικό οξύ. Σε περίπτωση που ο ρυθμός παραγωγής του πυροσταφυλικού ή γαλακτικού οξέος υπερβεί το ρυθμό κατανάλωσης, δηλαδή ενσωμάτωσής τους στον κύκλο Krebs, θεωρείται πως υπάρχει συσσώρευση του γαλακτικού οξέος (ή του πυροσταφυλικού οξέος) στο αίμα ή στο μυϊκό ιστό. Στην προκειμένη κατάσταση, η ένταση της άθλησης θεωρείται πως ξεπερνά το αναερόβιο κατώφλι.

Γίνεται αντιληπτό πως το αναερόβιο κατώφλι σχετίζεται με την ένταση και το χρονικό διάστημα της άθλησης. Κατά την άθληση σε αυτήν την ένταση, η κατανάλωση του οξυγόνου ανέρχεται στο 60-80% της μέγιστης και ο οργανισμός μπορεί να την διατηρήσει για περίπου 60 min βασιζόμενες σε αναερόβιους μηχανισμούς. Σε άθληση μικρότερης έντασης, δηλαδή κάτω από το αναερόβιο κατώφλι, θεωρείται πως αφορά σε ήπιας μορφής προπόνηση, η οποία μπορεί να διαρκέσει κάποιες ώρες (Svedahl and MacIntosh 2003).

Στους αγώνες sprint αποτελεί πρωταρχικής σημασίας κάθε χαρακτηριστικό και κάθε δεξιότητα του αθλητή, καθώς η παραμικρή λεπτομέρεια μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση, στη διάκριση και την επιτυχία του. Οι ικανότητες του αθλητή και κατ' επέκταση η επίδοσή του έγκεινται σε ένα πλήθος νευρομυϊκών και μεταβολικών

παραγόντων που λαμβάνουν χώρα στον ανθρώπινο οργανισμό (Dal Puro et al. 2013; Hanon and Gajer 2009). Οι βιοχημικές και φυσιολογικές παράμετροι του ανθρώπου είναι εκείνες που διαμορφώνουν την επίδοση και συνεπώς την επιτυχία του. Σε αγώνες δρόμου διάρκειας έως 15 s ο αθλητής βασίζεται κυρίως στον αναερόβιο μεταβολισμό, όπου παρέχεται ενέργεια στον οργανισμό μέσω του μηχανισμού ATP-PCr. Η ενέργεια που καταναλώνει ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιώντας οξυγόνο, η αναερόβια ικανότητα και η μυϊκή δύναμη είναι κάποιες από τις παραμέτρους (Dal Puro et al. 2013; Hanon and Gajer 2009; Thompson 2017). Επιπλέον, το αναερόβιο κατώφλι που σχετίζεται με την απόσταση, τη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου και την επιβράδυνση της μεταβολικής οξέωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη της επίδοσης του αθλητή (Dal Puro et al. 2013; Grivas 2020; Hanon and Gajer 2009; Plevnik et al. 2013).

Η βελτιστοποίηση της αθλητικής επίδοσης του κάθε ατόμου είναι αποτέλεσμα του ίδιου του αθλητή και του προπονητή του. Συνεπώς, σε αγώνες sprint η βελτίωση του αναερόβιου μηχανισμού του αθλητή μπορεί να οδηγήσει στην ενδυνάμωσή του και κατ' επέκταση στη βελτίωση της επίδοσής του. Ο προπονητής καλείται να αναγνωρίσει τις δυνατότητες και τις αδυναμίες του αθλητή, να προσαρμόσει το πρόγραμμα άθλησης στα δεδομένα του και να επιδιώξει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Για αυτό κρίνεται σκόπιμη η μελέτη και η κατανόηση των παραμέτρων με απώτερο σκοπό τη βελτίωση και την βελτιστοποίηση της επίδοσης των αθλητών (Plevnik et al. 2013; Thompson 2017).

## Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική αναζήτηση στη βάση δεδομένων διεθνών και άλλων περιοδικών. Μερικά από αυτά είναι το Research in Sports Medicine: An International Journal, The Swedish Journal of Scientific Research, Kinesiology, Life Science Journal και το Journal of Human Movement Studies. Επιπλέον, η αναζήτηση επιστημονικών άρθρων και ερευνών έλαβε χώρα στα περιοδικά των The Journal of sports medicine and physical fitness και Journal of Strength and Conditioning Research.

## Αποτελέσματα

Η πρόβλεψη της επίδοσης ενός αθλητή των 400 m έγκειται στην πρόβλεψη και στη βελτίωση των φυσιολογικών παραμέτρων του ατόμου. Για αυτό το λόγο κρίνεται σκόπιμη η ανάλυση κάθε παραμέτρου και η κατανόηση της συνεισφοράς της στην επίδοση του αθλητή.

### Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_2max$ )

Η φυσιολογική παράμετρος της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου θεωρείται σημαντική για το καρδιαγγειακό και καρδιοαναπνευστικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Η συγκεκριμένη παράμετρος μετράται με ειδικό αναπνευστικό μηχάνημα (spiroergometer) και έχει μονάδα μέτρησης το 1 ml/kg/min. Η βελτίωσή της είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ένταση, τη διάρκεια και τη συχνότητα της προπόνησης ενός αθλητή. Έχει παρατηρηθεί πως η προπόνηση με παύσεις μπορεί να βελτιώσει την παράμετρο αυτή, σε αντίθεση με τη συνεχή και αδιάκοπη προπόνηση (Grivas 2020).



**Εικόνα 1:** Απεικόνιση της ειδικής αναπνευστικής κατασκευής που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της κατανάλωσης οξυγόνου σε αθλητές (πηγή: <https://profheinen.de/diagnostik/spiroergometrie/>)

Σύμφωνα με έρευνες, το καταναλισκόμενο οξυγόνο αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση που διανύουν οι αθλητές, δηλαδή από τα 100 m έως τα 3000 m. Αυτό



αποδίδεται στο αερόβιο ενεργειακό σύστημα του οργανισμού, καθώς όσο μικρότερη είναι η διανυόμενη απόσταση τόσο μικρότερη είναι η αερόβια ενεργειακή απαίτηση, άρα μεγαλύτερη η αναερόβια. Για παράδειγμα, σε έναν αγώνα δρόμου 400 m η αερόβια ενέργεια ανέρχεται σε 40-50%, ενώ στα 100 m ο ανθρώπινος οργανισμός στηρίζεται αποκλειστικά στις αναερόβιες διεργασίες (Legaz-Arrese et al. 2007). Ωστόσο, είναι προφανές πως σε αγώνα δρόμου 400 m η παρεχόμενη ενέργεια προέρχεται τόσο από αερόβιους όσο και από αναερόβιους μηχανισμούς (Nevill et al. 2008).

Οι αθλητές με την καλύτερη επίδοση συνηθίζουν να είναι σε καλύτερη φυσιολογική κατάσταση, η οποία οδηγεί στην καλύτερη διαχείριση του αναερόβιου συστήματος. Έτσι, ο αθλητής είναι σε θέση να τρέχει εξοικονομώντας την ενέργειά του και διαχειρίζοντας την αναερόβια ικανότητά του. Σε αγώνες ταχύτητας μικρότερους των 1500 m παίζουν ρόλο η ταχύτητα και η αναερόβια ικανότητα σε συνδυασμό με την μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (Legaz-Arrese et al. 2007). Σύμφωνα με έρευνα, έχει βρεθεί πως σε αγώνες sprint οι άνδρες φαίνεται να έχουν υψηλότερη τιμή  $VO_2max$  από τις γυναίκες, παρά τις μικρές διαφορές τους στην επίδοση (Plevnik et al. 2013).

Η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της επίδοσης των αθλητών σε αγώνες δρόμου 400 m, ιδιαίτερα σε όσους αγωνίζονται σε μεγάλες αποστάσεις (Salama and Khalifa 2018). Η έρευνα των Lanferdini et al. (2020) απέδειξε πως η συγκεκριμένη παράμετρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της επίδοσης αποδίδοντας τα βέλτιστα αποτελέσματα σε συνδυασμό με τους μηχανισμούς των μυών (muscle-elastic mechanisms, CMJ) (Dal Pupo et al. 2013; Lanferdini et al. 2020).

Όσο υψηλότερη ταχύτητα αναπτύσσει ο αθλητής κατά τη διάρκεια του αγώνα δρόμου, τόσο μεγαλύτερη είναι η συνεισφορά του αναερόβιου μηχανισμού στην παροχή ενέργειας στον οργανισμό. Η αύξηση της διάρκειας του αγώνα συνεπάγεται την αύξηση της συνεισφορά του αερόβιου μηχανισμού. Η διαχείριση του αναερόβιου μηχανισμού είναι κρίσιμη στην επίδοση του αθλητή, διότι η παρεχόμενη ενέργεια επηρεάζει την ταχύτητα του αθλητή. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα από τους προπονητές για την εκμάθηση διαχείρισης του αναερόβιου και του αερόβιου

μηχανισμού, με στόχο τη βελτίωση και την πρόβλεψη της επίδοσης των αθλητών (Hassane et al. 2010).

### Μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου (MAOD)

Ο συνδυασμός του αερόβιου και του αναερόβιου μηχανισμού του ανθρώπινου σώματος για την παροχή ενέργειας κατά τη διάρκεια του αγώνα καθιστά απαραίτητη την αναφορά στο μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου. Η επίδοση των αθλητών σε αγώνα δρόμου 400 m μπορεί να προβλεφθεί μέσω της συγκεκριμένης παραμέτρου (Nevill et al. 2008).

Η διατήρηση του ρυθμού και του βηματισμού κατά τον αγώνα στηρίζεται στους μηχανισμούς αυτούς. Ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια της άθλησης η συνεισφορά του κάθε μηχανισμού διαφοροποιείται. Η παροχή ενέργειας αναερόβια συσχετίζεται με το μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου (MAOD) και επηρεάζει άμεσα την ενέργεια και την ταχύτητα που αποκτά ο αθλητής σε αγώνα δρόμου 400 m. Στα πρώτα μέτρα που διανύονται αναπτύσσεται η μέγιστη ταχύτητα, η οποία στη συνέχεια μεταπίπτει στη μέση ταχύτητα. Αυτό σημαίνει πως στο αρχικό στάδιο του αγώνα κυριαρχεί η αναερόβια παροχή ενέργειας και στην πορεία ακολουθεί πτωτική πορεία (Hassane et al. 2010).

Όσο περισσότερο διαρκεί ο αγώνας, τόσο μικρότερη είναι η αναερόβια παροχή ενέργειας. Σε υψηλής έντασης αγώνες, όπως των 400 m, η αερόβια παροχή ενέργειας είναι σε χαμηλό επίπεδο. Συνεπώς, το μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου (MAOD) προσδιορίζει την αλληλεπίδραση του αναερόβιου και του αερόβιου μηχανισμού, οι οποίοι επηρεάζονται από τη διάρκεια του αγώνα δρόμου. Αυτή η παράμετρος κρίνεται σκόπιμο να αξιοποιείται από τους προπονητές και να χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της επίδοσης των αθλητών (Dal Pupo et al. 2013).

### Δύναμη - Explosive strength (Es)

Ο αγώνας δρόμου των 400 m διαρκεί περίπου 55-63 s. Ο αθλητής πρέπει να είναι σε θέση να διατηρεί την ταχύτητά του στο μεγαλύτερο διάστημα του αγώνα. Για να το

πετύχει αυτό είναι απαραίτητος ο συνδυασμός της δύναμης, της ταχύτητας και της αντοχής. Από τα πρώτα κίολας δευτερόλεπτα οι μύες του αθλητή είναι ενεργοί και συντονίζονται για το καλύτερο αποτέλεσμα. Προς το τέλος του αγώνα, η ικανότητά τους να αντιστέκονται στη δύναμη του εδάφους μειώνεται και έτσι παρατηρείται η επιβράδυνση του ρυθμού του αθλητή.

Σύμφωνα με έρευνα, η βελτίωση της επίδοσης του αθλητή προϋποθέτει τη βελτίωση της παραμέτρου Es κατά τουλάχιστον 10%. Η συνεισφορά της παραμέτρου είναι πολύ σημαντική στην απόδοση σε αγώνα δρόμου 400 m. Η αξιολόγηση της σημασίας της στην πρόβλεψη της επίδοσης των αθλητών πραγματοποιείται μέσω τριών σταδίων. Αρχικά, ο αθλητής πραγματοποιεί τρεις αναπηδήσεις με 2 min ξεκούραση στο ενδιάμεσο διάστημα. Έπειτα από 3 min ξεκούρασης συνεχίζει με 15 συνεχόμενα πηδηματάκια. Αφού περάσουν 4-5 min αδράνειας, η αξιολόγηση ολοκληρώνεται με αναπηδήσεις για 30 s.

Η βελτίωση της παραμέτρου Es πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την οργάνωση ενός αποτελεσματικού και σωστού προγράμματος ασκήσεων. Σύμφωνα με αποτελέσματα ερευνών, φαίνεται πως αθλητές που ολοκληρώνουν αγώνα δρόμου 400 m σε λιγότερο από 49 s φθάνουν τα σχεδόν 55 cm σε αναπηδήσεις. Αντιθέτως, όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης του αγώνα τόσο μικρότερο είναι το ύψος που φθάνουν οι αθλητές. Η αντοχή, η δύναμη και η ταχύτητα είναι τα χαρακτηριστικά που επιδέχονται βελτίωση και στα οποία πρέπει να επικεντρώνεται το προπονητικό μοντέλο. Συνεπώς, οι αθλητές είναι σκόπιμο να περιλαμβάνουν στην προετοιμασία τους ασκήσεις, όπως τα καθίσματα, η ανύψωση μεγάλων φορτίων, τεχνικές ασκήσεις με ένταση και υψηλή επαναληψιμότητα, καθώς και ασκήσεις με αντίσταση (Miguel and Reis 2004).

### Αντοχή σε ταχύτητα - Speed strength endurance (SSE)

Ο συνδυασμός δύναμης, ταχύτητας και αντοχής αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιθυμητή απόδοση των αθλητών. Η απόκτηση υψηλής ταχύτητας, αλλά και η διατήρηση της ταχύτητας σε όλη τη διάρκεια του αγώνα δρόμου κρίνει το τελικό αποτέλεσμα. Έτσι, η κόπωση δεν πρέπει να αποτελεί χαρακτηριστικό του αθλητή,

ώστε να επιταχύνει συνεχώς και να μην ελαττώνει το βηματισμό του σε καμία φάση του αγώνα. Όσο μικρότερη είναι η μείωση της ταχύτητας, τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση.

Η παράμετρος SSE προσδιορίζεται με το ίδιο μοτίβο ασκήσεων που αξιολογείται η παράμετρος Es. Στην αρχή ο αθλητής πραγματοποιεί ανά 2 min μία αναπήδηση για 3 φορές. Στη συνέχεια ξεκουράζεται 3 min και ακολουθούν 15 συνεχόμενα πηδηματάκια. Τέλος, αφού περάσουν 4-5 min αδράνειας, η αξιολόγηση ολοκληρώνεται με αναπηδήσεις για 30 s. Έρευνες έχουν δείξει πως αθλητές, οι οποίοι τερματίζουν σε αγώνα δρόμου 400 m σε λιγότερο από 49 s παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές ύψους σε αναπηδήσεις και χρειάζονται λιγότερα ενεργειακά αποθέματα συγκριτικά με αθλητές που τερματίζουν σε μεγαλύτερο χρόνο.

Η βελτίωση της παραμέτρου SSE κατά τουλάχιστον 10% οδηγεί σε αισθητή βελτίωση της απόδοσης του αθλητή. Είναι απαραίτητη η βελτίωση της SSE σε αθλητές αγώνων δρόμου 400 m. Ωστόσο, δεν έχουν προσδιοριστεί σαφώς οι ασκήσεις που συμβάλλουν σε αυτό. Σε κάθε περίπτωση ο προπονητής είναι χρήσιμο να συμπεριλαμβάνει στην προπόνηση ασκήσεις δύναμης σε μεγάλο αριθμό επαναλήψεων και ταχύτητας συνδυαστικά (Miguel and Reis 2004).

### Μέγιστη και μέση ενέργεια

Η ενέργεια που καταναλώνει ο οργανισμός ενός αθλητή προέρχεται είτε από αερόβιους ή αναερόβιους μηχανισμούς. Αυτό εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια της άθλησης ή και του αγώνα δρόμου. Για μικρά χρονικά διαστήματα, δηλαδή από 1 έως 10 s, η ενέργεια προέρχεται κυρίως από αερόβια συστήματα μέσα από τις διεργασίες ATP και CP. Αντίθετα, ο αναερόβιος μηχανισμός είναι εκείνος που καθορίζει το μέγεθος της ενέργειας που παρέχεται στον άνθρωπο για άθληση διάρκειας 15-90 s μέσω της αναερόβιας γλυκόλυσης και των αποθεμάτων οξυγόνου.

Ο αγώνας δρόμου 400 m είναι σύντομης διάρκειας και βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στους αναερόβιους μηχανισμούς του ανθρώπινου σώματος. Η ενέργεια που καταναλώνεται και η κόπωση που παρατηρείται στον αθλητή είναι

πρωταρχικής σημασίας χαρακτηριστικά για την πρόβλεψη της επίδοσής του. Για αυτό το λόγο, έρευνα ανέλυσε τη μέση ενέργεια, την μέγιστη ενέργεια και τον δείκτη κοπώσεως των αθλητών. Η μελέτη συμπεριλάμβανε τη διεξαγωγή τρεξίματος απόστασης 35 m για 6 επαναλήψεις με 10 s ξεκούρασης στο ενδιάμεσο.

Είναι σημαντικό πως τόσο η μέση όσο και η μέγιστη ενέργεια που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της αξιολόγησης συνδέονται στενά με την απόδοση στα 400 m. Η μέγιστη καταναλισκόμενη ενέργεια σχετίζεται με το μηχανισμό ATP-CP, ο οποίος αποσκοπεί στην πρόσδοση ενέργειας στον οργανισμό τα πρώτα δευτερόλεπτα του αγώνα. Στη συνέχεια, όμως, η δράση του μειώνεται και αντικαθίσταται από την αναερόβια γλυκόλυση. Συνεπώς, όσο υψηλότερη είναι η ενέργεια που διαθέτει ο αθλητής τόσο καλύτερη αναμένεται να είναι η επίδοσή του στον αγώνα δρόμου 400 m. Αυτό συνεπάγει πως οι παράμετροι αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον προπονητή του κάθε αθλητή με σκοπό τη βελτίωση του αναερόβιου συστήματος και συνεπώς την πρόβλεψη της επίδοσής του (Paradisis et al. 2005).

### Μυϊκή δύναμη

Η μυϊκή δύναμη ενός αθλητή, ιδιαίτερα σε αγώνες σύντομης διάρκειας, είναι ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με έρευνα των Plevnik et al. (2013) οι άνδρες έχουν περισσότερη μυϊκή μάζα από ότι οι γυναίκες. Για αυτό το λόγο φαίνεται να έχουν καλύτερη επίδοση σε αγώνες sprint, στους οποίους χρησιμοποιείται κυρίως ο αναερόβιος μηχανισμός του οργανισμού. Η τεστοστερόνη που διαθέτουν οι άνδρες, η οποία αποτελεί μία ορμόνη που συμβάλλει στη διάπλαση των μυών, είναι σημαντική για τον αναερόβιο μηχανισμό (Plevnik et al. 2013).

Η μυϊκή δύναμη μπορεί να αυξηθεί με την εφαρμογή κατάλληλου προγράμματος, το οποίο περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενα κατακόρυφα καθίσματα (squat jump, SJ) ή καθίσματα με αναπήδηση (counter movement jump, CMJ). Με αυτόν τον τρόπο ενδυναμώνονται οι μύς, οι τένοντες γίνονται πιο άκαμπτοι και βελτιώνεται η επίδοση του αθλητή.

Συνεπώς, η μυϊκή μάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της επίδοσης του αθλητή, ιδιαίτερα για αθλητές που αγωνίζονται στα 400 m. Η μυϊκή δύναμη είναι απαραίτητη για την αύξηση του βηματισμού και τη διατήρηση της μέγιστης δυνατής ταχύτητας για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, όπως αυτό του αγώνα δρόμου 400 m (Dal Pupo et al. 2013; Lanferdini et al. 2020; Loturco et al. 2015).

## Συμπεράσματα

Η επίδοση ενός αθλητή μπορεί να προβλεφθεί μέσω αρκετών φυσιολογικών παραμέτρων, οι οποίες σχετίζονται με τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα εντός του ανθρώπινου οργανισμού. Η μέτρηση αυτών των παραμέτρων από τον κάθε προπονητή, η εφαρμογή κατάλληλα διαμορφωμένου προγράμματος άθλησης και η προσπάθεια βελτίωσης του αθλητή έχουν σημαντικό ρόλο στην επίδοσή του.

Η πρόβλεψη της επίδοσης ενός αθλητή σε αγώνα δρόμου 400 m μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, καθώς και το μέγιστο σωρευτικό έλλειμμα οξυγόνου. Όσον αφορά αυτές τις παραμέτρους, προσδιορίζουν την συνεισφορά του αναερόβιου ενεργειακού μηχανισμού, η οποία αυξάνεται με την αύξηση της έντασης και τη μείωση της διάρκειας του αγώνα. Επιπλέον, σημαντικές παράμετροι πρόβλεψης της επίδοσης είναι η μέγιστη και η μέση ενέργεια που διαθέτει ο αθλητής, καθώς και παράμετροι που σχετίζονται με την δύναμη, την ταχύτητα και την αντοχή. Σε αυτές συγκαταλέγονται η δύναμη (explosive strength- Es) (speed strength endurance- SSE)

Τέλος, η μυϊκή δύναμη αποτελεί παράμετρο πρόβλεψης της επίδοσης αθλητή των 400 m, καθώς συμβάλλει στην αντοχή και στα ενεργειακά αποθέματα του ατόμου.

## Βιβλιογραφία

- Dal Pupo, Juliano, Francimara Budal Arins, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Rosane C. Rosendo Da Silva, Antonio Renato Pereira Moro, and Saray G. Dos Santos. 2013. "Physiological and Neuromuscular Indices Associated with Sprint Running Performance." *Research in Sports Medicine* 21(2):124–35. doi: 10.1080/15438627.2012.757225.
- Grivas, Gerasimos. 2020. "Physiological Predictors of Distance Runners' Performance: A Narrative Review." *Trends in Sport Sciences* 27(3):117–23. doi: 10.23829/TSS.2020.27.3-1.
- Hanon, Christine, and Bruno Gajer. 2009. "Velocity and Stride Parameters of World-Class Runners." *Journal of Strength and Conditioning Research* 23:524–31.
- Hassane, Zouhal, Jabbour Georges, Jacob Christophe, Duvigneau Dominique, Botcazou Maitel, Ben Abderraouf, Prioux Jacques, and Moussa Elie. 2010. "Anaerobic and Aerobic Energy System Contribution to 400-m Flat and 400-m Hurdles Track Running." *Journal of Strength and Conditioning Research* 0(0):1–7.
- Lanferdini, Fábio J., Edson S. Silva, Esthevan Machado, Gabriela Fischer, and Leonardo A. Peyré-Tartaruga. 2020. "Physiological Predictors of Maximal Incremental Running Performance." *Frontiers in Physiology* 11(August):1–7. doi: 10.3389/fphys.2020.00979.
- Legaz-Arrese, A., D. Munguía-Izquierdo, A. Nuviala Nuviala, O. Serveto-Galindo, D. Moliner Urdiales, and J. Reverter Masía. 2007. "Average VO<sub>2</sub>max as a Function of Running Performances on Different Distances." *Science and Sports* 22(1):43–49. doi: 10.1016/j.scispo.2006.01.008.
- Loturco, Irineu, Lucas Pereira, Cesar Abad, Ricardo D'angelo, Victor Fernandes, Katia Kitamura, Ronaldo Kobal, and Fabio Nakamura. 2015. "VERTICAL AND HORIZONTAL JUMP TESTS ARE STRONGLY ASSOCIATED WITH COMPETITIVE PERFORMANCE IN 100-M DASH EVENTS." *Journal of Strength And Conditioning Research* 29(7):1966–71.

- Miguel, Paulo Jorge Paixão, and Victor Manuel Machado Reis. 2004. "Speed Strength Endurance and 400m Performance." *New Studies in Athletics* 19(4):39–45.
- Nevill, A., R. Ramsbottom, M. Nevill, S. Newport, and C. Williams. 2008. "The Relative Contributions of Anaerobic and Aerobic Energy Supply during Track 100-, 400- and 800-m Performance." *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 48(2):138–42.
- Paradis, G., S. Tziortzis, E. Zacharogiannis, A. Smirniotou, and L. Karatzanos. 2005. "Correlation of the Running-Based Anaerobic Sprint Test (Rast) and Performance on the 100m, 200m and 400m Distance Tests." *Journal of Human Movement Studies* 49:77–92.
- Plevnik, Matej, Vlatko Vučetić, Goran Sporiš, Fredi Fiorentini, Zoran Milanović, and Mladen Miškulin. 2013. "Physiological Responses in Male and Female 400m Sprinters." *Croatian Journal of Education: Hrvatski Časopis Za Odgoj i Obrazovanje* 15(Sp.Ed.4):93–109. doi: 10.15516/cje.v15i0.31.
- Salama, Hamed, and Riad Khalifa. 2018. "Contribution of Some Anthropometric , Physical and Physiological Measurements in the Level of Digital Achievement in a Running for 400 Meters for Students in the Field of Physical Education." *The Swedish Journal of Scientific Research* 5(1):12–21.
- Svedahl, Krista, and Brian R. MacIntosh. 2003. "Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement." *Canadian Journal of Applied Physiology* 28(2):299–323. doi: 10.1139/h03-023.
- Thompson, M. A. 2017. "Physiological and Biomechanical Mechanisms of Distance Specific Human Running Performance." *Integrative and Comparative Biology* 57(2):293–300. doi: 10.1093/icb/ix069.
- Βούρου, Ιζαμπέλλα. "Τα αθλήματα του στίβου και ο τρόπος με τον οποίο ωφελούν τα παιδιά". Διαθέσιμο Online: <https://athlometrix.com/ta-athlimata-toy-stivoy-kai-o-tropos-me-ton-opoio-ofeloy-n-ta-paidia/>.
- Δούκας, Παναγιώτης. 2017. "Αθλητισμός Και Πρωταθλητισμός Στη Σκέψη Του



Αριστοτέλη: Διάλογος Με Το Σήμερα.” *Conatus-Journal of Philosophy* 2(1):35–44.  
doi: <http://dx.doi.org/10.12681/conatus.16045>.