



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΩΝ, ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΑΙ
ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΣΚΕΛΙΣΜΟΥ, ΣΤΟ ΔΡΟΜΟ ΤΩΝ 400 ΜΕΤΡΩΝ

ANALYSIS OF STRIDE LENGTH AND FREQUENCY
BY USING ACCELEROMETERS DURING 400 METERS

ΤΟΥ

Παπαγιαννούλα Αθανάσιου
Αριθμός μητρώου: 0719201

ΠΤΥΧΙΑΚΗ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού, της Σχολής Επιστημών Φυσικής Αγωγής, Αθλητισμού και Διαιτολογίας, του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Επιβλέπων καθηγητής: Βουτσελάς Βασίλειος, Ε.Ε.Π.

Τρίκαλα, Σεπτέμβριος 2023

Στην υπ' αριθμόν συνεδρίαση: 1-13/7-6-2023, της Εσωτερικής Επιτροπής Δεοντολογίας, του Τμήματος
Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, απεφάνθη η έγκριση
υλοποίησης της παρούσας έρευνας (Αριθμός πρωτοκόλλου: 2220 – βλ. Παράρτημα Α).

Περιεχόμενα

Κατάλογος εικόνων	i
Κατάλογος πινάκων	i
Κατάλογος συγκεντρωτικών πινάκων	i
Κατάλογος συντμήσεων και μονάδων μέτρησης	i
Ορολογίες	ii
Περίληψη	1
Abstract	2
Κεφάλαιο Α': Εισαγωγή	3
A1. Ιστορική αναδρομή	3
A2. Σχετική έρευνα	3
A3. Οι επιδόσεις του αγωνίσματος και η ενεργειακή συνεισφορά	4
A4. Σκοπός	6
A5. Περιορισμοί	6
A6. Ερευνητική υπόθεση	6
Κεφάλαιο Β': Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	7
B1. Επιταχυνσιόμετρα	7
Κεφάλαιο Γ': Μεθοδολογία	8
Γ1. Δείγμα – συμμετέχοντες	8
Γ2. Ερευνητικός σχεδιασμός και υλοποίηση	8
Γ3. Αξιολόγηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και σωματικής σύστασης ..	11
Γ3.1. Αξιολόγηση αναστήματος	11

Γ3.2. Αξιολόγηση σωματικού βάρους	11
Γ3.3. Δείκτης Μάζας Σώματος – Δ.Μ.Σ.	11
Γ3.4. Αξιολόγηση δερματοπτυχών	11
Γ3.5. Αξιολόγηση του μήκους των κάτω άκρων	12
Γ4. Αξιολόγηση ευλυγισίας – ευκαμψίας	12
Γ5. Συσκευές καταγραφής	13
Γ5.1. Ανατομικό σημείο τοποθέτησης	13
Γ6. Ερωτηματολόγιο	13
Κεφάλαιο Δ': Αποτελέσματα	14
Δ1. Τα ανθρωπομετρικά και λοιπά χαρακτηριστικά των αθλητών	14
Δ2. Ανάλυση της απόστασης ανά 50 μέτρα	14
Δ3. Ανάλυση της απόστασης ανά 100 μέτρα	16
Κεφάλαιο Ε': Συζήτηση	17
Κεφάλαιο Στ': Συμπεράσματα – Προτάσεις	19
Κεφάλαιο Ζ': Βιβλιογραφία	20
Παραρτήματα	24
Παράρτημα Α: Η έγκριση διεξαγωγής της έρευνας από την Ε.Ε.Δ.	24
Παράρτημα Β: Έντυπο συγκατάθεσης συμμετέχοντα στην ερευνητική εργασία	25
Παράρτημα Γ: Έντυπο ιατρικού ιστορικού και τρόπου ζωής	27
Παράρτημα Δ: Ερωτηματολόγιο κόπωσης και αίσθησης της προσπάθειας	35

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Κάτοψη του Δημοτικού Σταδίου Τρικάλων	9
Εικόνα 2: Χωροθετική διάταξη των κώνων, στον τέταρτο διάδρομο	10
Εικόνα 3: Χωροθετική διάταξη καμερών, για την βέλτιστη λήψη των βίντεο, των προσπαθειών. Με μαύρο χρώμα εικονίζονται οι κάμερες που πραγματοποιήσαν λήψη, ενώ με γκρι οι εφεδρικές	10
Εικόνα 4: Απεικόνιση των επιταχυνσιόμετρων στις κνήμες των συμμετεχόντων	13

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Πανελλήνια, ευρωπαϊκά και παγκόσμια ρεκόρ ανά κατηγορία και το έτος επίτευξης	4
Πίνακας 2: Κορυφαία επίδοση για το 2022 και η απόκλιση από το αντίστοιχο ρεκόρ	5
Πίνακας 3: Επιδόσεις ανά κατηγορία για το 2022 (Μ.Ο. και Τ.Α.)	5
Πίνακας 4: Ποσοστό συμμετοχής του αερόβιου και αναερόβιου συστήματος στα 400 μέτρα ...	6
Πίνακας 5: Αποσαφήνιση κατηγοριών	8
Πίνακας 6: Τα συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά των αθλητών (Μ.Ο.)	14

Κατάλογος συγκεντρωτικών πινάκων

Α' Συγκεντρωτικός πίνακας: Ανάλυση της απόστασης ανά 50 μέτρα	15
Β' Συγκεντρωτικός πίνακας: Ανάλυση της απόστασης ανά 100 μέτρα	16

Κατάλογος συντημήσεων και μονάδων μέτρησης

ΒΛ.	Βλέπε
Γ.Κ.Π.Δ.	Γενικός Κανονισμός για την Προστασία των Δεδομένων
Γ.Ο.	Γαλακτικό Οξύ
ΓΡ.	Γραμμάρια
Δ.Μ.Σ.	Δείκτης Μάζας Σώματος
Ε.Ε.Δ.	Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας
Ε.Ε.Π.	Ειδικό Εκπαιδευτικό Προσωπικό

ΕΚ.	Εκατοστά
ΚΛ.	Κιλά
ΚΛΠ.	Και λοιπά
Μ.	Μέτρα
Μ.Ο.	Μέσος Όρος
Π.Θ.	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Π.Χ.	Προ Χριστού
ΣΕΓΑΣ	Σύνδεσμος Ελληνικών Γυμναστικών Αθλητικών Σωματείων – Η ομοσπονδία στίβου
Τ.Α.	Τυπική Απόκλιση
Τ.Ε.Φ.Α.Α.	Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Τ.Σ.Ο.Δ.	Τεχνικά σφάλματα που δημιουργούνται κατά την μεταξύ κίνηση του οστού και του δέρματος
ΚΛ/Μ ²	Κιλά ανά μέτρα εις το τετράγωνο
Μ/Δ	Μέτρα ανά δευτερόλεπτο
ΧΛΜ/Ω	Χιλιόμετρα ανά ώρα
ACSM	American College of Sports Medicine – Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητικής
ΑΤΡ	Adenosine triphosphate – Τριφωσφορική αδενοσίνη
CM	Centimeter – Εκατοστά
D.P.E.S.S.	Department of Physical Education and Sport Science – Τ.Ε.Φ.Α.Α.
H ⁺	Κατιόν υδρογόνου
Hz	Hertz – Χερτς
I.E.	Id est – Δηλαδή
IMU	Inertial Measurement Unit – Επιταχυνσιόμετρα
KG	Kilogram – Χιλιογραμμάρια
M	Meters – Μέτρα
MM	Millimeter – Χιλιοστόμετρο
PH	Ενεργός οξύτητα (πεχά)
STA	Soft Tissue Artifact – Τεχνικά σφάλματα που δημιουργούνται κατά την μεταξύ κίνηση του οστού και του δέρματος
UTH	University of Thessaly – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ορολογίες

Διασκελισμός: | είναι ένα βηματισμός που περιέχει δύο διαδοχικές στηρίξεις [50].

Μήκος διασκελισμού:	είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών στηρίξεων και εξαρτάται από το μέγεθος των σκελών [50].
Μέση ταχύτητα:	είναι το μήκος της διαδρομής που διανύθηκε, δια το αντίστοιχο χρονικό διάστημα [35].
Μέσο μήκος διασκελισμού:	είναι το μήκος της απόστασης που διανύθηκε, δια τα αντίστοιχα βήματα [50].
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού:	είναι το μήκος του διασκελισμού, ως προς το ύψος του ατόμου (Ανάστημα = 1.00) [35].
Συχνότητα διασκελισμού:	είναι ο αριθμός των διασκελισμών στη μονάδα του χρόνου και εξαρτάται από τη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και κατά ένα μέρος προκαθορίζεται γενετικά [28].
Χρόνος αιώρησης:	είναι ο χρόνος κατά τον οποίο κανένα πόδι δεν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για να περιγράψει την χρονική διάρκεια, από την απογείωση του ενός ποδιού, έως την προσγείωση του άλλου ποδιού [50].
Χρόνος επαφής:	είναι ο χρόνος κατά τον οποίο το πέλμα βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος [50].

Περίληψη

Ανάλυση με την χρήση επιταχυνσιόμετρων, του μήκους και της συχνότητας διασκελισμού, στο δρόμο των 400 μέτρων

Η σωματική κόπωση αποτελεί ένα διαχρονικό και επαναλαμβανόμενο πρόβλημα που ταλανίζει ολόκληρες γενεές αθλητών και προπονητών. Επιφέρει αρνητικό αντίκτυπο στην απόδοσή τους και αυξάνει ραγδαία τον κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμού. Ο εντοπισμός όμως και η ορθή διαχείριση της κόπωσης με παρεμβατική μέθοδο, μέσω της τροποποίησης των προπονητικών μοντέλων, μπορεί να συμβάλλει θετικά, στην μείωση της εμφάνισης των προαναφερόμενων αρνητικών επιπτώσεων για μεγάλο χρονικό διάστημα, κατά την διάρκεια διάνυσης μιας απόστασης. Με την χρήση των επιταχυνσιόμετρων (ή όπως είναι γνωστά διεθνώς Inertial Measurement Units – IMU) επιχειρήθηκε να αξιολογηθεί και να οριοθετεί το εύρος της απόστασης, κατά το οποίο εμφανίζεται η κόπωση (δηλαδή από τα πρώτα σημάδια έως τον μέγιστο κάματο), στο δρόμο των 400 μέτρων. Στην μελέτη συμμετείχαν δέκα αθλητές, επιπέδου πρωταθλητισμού, οι οποίοι κλήθηκαν να διανύσουν την απόσταση των 400 μέτρων, σε μία μέγιστη έντασης προσπάθεια, έχοντας πρωτίστως εφαρμόσει στην δεξιά και αριστερή τους κνήμη, από ένα επιταχυνσιόμετρο. Με την πραγματοποίηση της τμηματικής ανάλυσης της απόστασης ανά 50 και 100 μέτρα, καταγράφηκε η αρνητική επίδραση που φέρει στην απόδοση η κόπωση, επηρεάζοντας βασικά στοιχεία της τεχνικής του τρέξιματος. Η μέγιστη μέση ταχύτητα έπιασε τα 8,54 μ/δ ή 30,74 χλμ/ω στο τρίτο πενηντάρι (100 – 150 μ.). Το μέγιστο μέσο μήκος διασκελισμού (2,38 μ.) σημειώθηκε στο δεύτερο πενηντάρι (50 – 100 μ.), όπου παρέμεινε αμετάβλητο και στο επόμενο. Αντιθέτως η συχνότητα διασκελισμού έπιασε την ίδια μέγιστη τιμή (3,62 Hz), στο πέμπτο και στο έβδομο πενηντάρι. Συνοψίζοντας, από τον κάματο (εμφάνιση στο έκτο πενηντάρι έως και τον τερματισμό) επηρεάστηκαν και το μήκος, αλλά και η συχνότητα διασκελισμού, δημιουργώντας προβλήματα στην δρομική τεχνική και συντέλεσαν στην μείωση τη συνολική τους απόδοση. Οι υψηλότερες ταχύτητες καταγράφηκαν με μεγαλύτερο μήκος διασκελισμού, το οποίο φαίνεται να διαδραματίζει πρωτεύων ρόλο στην διατήρηση της δρομικής ταχύτητας.

Λέξεις – κλειδιά: Ανάλυση ανθρώπινης κίνησης, τρέξιμο, ταχύτητα, 400 μέτρα, μήκος διασκελισμού, συχνότητα διασκελισμού, απόδοση, κόπωση, επιταχυνσιόμετρα (Inertial Measurement Units – IMU).

Abstract

Analysis of stride length and frequency by using accelerometers during 400 meters

Physical fatigue is a long-standing and recurring problem that has plagued generations of athletes and coaches. It has a negative impact on their performance and rapidly increases the risk of injury. However, the identification and proper management of fatigue through interventional methods, by modifying training models, can make a positive contribution to reducing the occurrence of such negative effects over a long period of time during a distance run. Using accelerometers (or as they are known internationally, Inertial Measurement Units – IMU), an attempt was made to evaluate and delineate the range of distance over which fatigue occurs (i.e. from the first signs to the maximum fatigue), over the 400 meters run. The study involved ten athletes of national championship level, who were asked to run the distance of 400 metres in a maximum effort, having primarily applied an accelerometer to their right and left shin. By carrying out a segmental analysis of the distance at 50 and 100 meters, the negative effect of fatigue on performance, affecting key elements of running technique, was recorded. The maximum average speed reached 8.54 m/s or 30.74 km/h in the third fifty metres (100 – 150 m.). The maximum average stride length (2.38 m.) was recorded in the second fifty (50 – 100 m.), where it remained unchanged in the next fifty. In contrast, the stride frequency reached the same maximum value (3.62 Hz) in the fifth and seventh fifties. In summary, the fatigue (appearance in the sixth fifty to the finish) affected both length and stride frequency, creating problems in running technique and contributing to a decrease in their overall performance. Higher speeds were recorded with longer stride length, which seems to play a primary role in maintaining running speed.

Key words: Human motion analysis, sprint running, 400 meters, fatigue, performance, stride length, stride frequency, accelerometers (Inertial Measurement Units – IMU).

Κεφάλαιο Α': Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται γενικές και ειδικές πληροφορίες για το αγώνισμα των τετρακοσίων μέτρων και την ερευνητική διαδικασία.

A1. Ιστορική αναδρομή

Η μακραίωνη ιστορία του τρέξιματος, έλκει την καταγωγή της, από την προϊστορική περίοδο. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η εμφάνισή του, χρονολογείται στην εποχή του λίθου και συγκεκριμένα στην μέση της παλαιολιθικής περιόδου, δηλαδή στο διάστημα που πρωτοεμφανίστηκε η σύγχρονη μορφή του ανθρώπου (άνθρωπος έμφρων). Αποτελεί μία από τις βασικότερες εγγενείς κινητικές δεξιότητες του ατόμου και εξελίσσεται διαρκώς, καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του. Σε καθημερινή βάση, η πλειοψηφία των ανθρώπων παγκοσμίως, χρησιμοποιεί το τρέξιμο, ηθελημένα ή μη, ως μορφή εκγύμνασης ή διαφορετικής χρήσης, από ελάχιστα δευτερόλεπτα έως ώρες, σε διαφόρους ρυθμούς (χαμηλό, μέτριο ή υψηλό).

Στο κομμάτι του αθλητισμού, πέρα από την χρήση του, από ποικίλα αθλήματα, το τρέξιμο χρησιμοποιείται κατά κόρον στον κλασικό αθλητισμό. Η πρώτη ιστορικά καταγεγραμμένη διοργάνωση στίβου, έλαβε χώρα το 776 π.Χ. στην αρχαία Ολυμπία, με την διεξαγωγή των πρώτων Ολυμπιακών Αγώνων. Στην συγκεκριμένη διοργάνωση, διεξήχθη αποκλειστικά το αγώνισμα του σταδίου, με τους αθλητές να διανύουν την απόσταση περίπου 190 μέτρων ή μιας ολοκληρωμένης στροφής, εξ ου και το όνομα του αγώνισματος, σε μέγιστη ένταση – ταχύτητα. Θεωρείται σχεδόν βέβαιο από τους επιστήμονες, ότι οι αρχαίοι Έλληνες, καθώς και άλλοι πολιτισμοί εκείνης της εποχής, διοργάνωναν τοπικούς αγώνες, πριν ακόμη πραγματοποιηθεί η πρώτη ιστορική καταγραφή. Με την πάροδο των Ολυμπιάδων το πρόγραμμα των αγώνων άρχισε να εμπλουτίζεται με νέα αγώνισματα. Ειδικότερα, ύστερα από πέντε δεκαετίες (724 π.Χ. – 52 έτη αργότερα) στο πρόγραμμα προστέθηκε μεταξύ άλλων, και το αγώνισμα του διαύλου, το οποίο είχε σχεδόν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά του σταδίου, με την διαφορά να εντοπίζεται στην αύξηση της απόστασης, δηλαδή τα άτομα διένυαν δύο ολοκληρωμένες στροφές (γύρους) ή αλλιώς περίπου 385 μέτρα.

Στην σύγχρονη εποχή, με την αναβίωση του θεσμού των Ολυμπιακών αγώνων και την διεξαγωγή της πρώτης Ολυμπιάδας, στο πρόγραμμα έκανε την εμφάνισή του, το αγώνισμα των 400 μέτρων. Το συγκεκριμένο αγώνισμα θυμίζει αρκετά, τα δύο αρχαία αγώνισματα, στάδιον και δίαυλος, το πρώτο ως προς τον αριθμό των στροφών που καλούνται να καλύψουν τα άτομα και το δεύτερο ως προς το μήκος της απόστασης που διανύουν.

A2. Σχετική έρευνα

Το αγώνισμα των 400 μέτρων, εντάσσεται στην κατηγορία της ταχύτητας και αποτελεί την μεγαλύτερη απόσταση της κατηγορίας αυτής, που μπορεί να διανύσει ένα άτομο. Χαρακτηρίζεται από μέγιστη έντασης προσπάθεια και συνάμα, αντοχή στην ταχύτητα (μνημονεύεται από πολλούς και ως αντοχή στο γαλακτικό οξύ). Κατά την διάρκεια του αγώνισματος, ενέργεια παράγεται από το φωσφαγόνο, το γλυκολυτικό και το οξειδωτικό σύστημα [7, 19, 49, 51]. Χαρατογραφώντας τους σκελετικούς μύες των συγκεκριμένων ατόμων, διαπιστώνουμε ότι, μεγάλο μέρος καλύπτουν οι ταχείες οξειδωτικές μυϊκές ίνες (δηλαδή τύπου IIa), ακολουθούν οι ταχείες γλυκολυτικές (δηλαδή τύπου IIβ) και το υπόλοιπο καταλαμβάνουν οι βραδείες οξειδωτικές (δηλαδή τύπου I) [51].

Τα τελευταία χρόνια, τα 400 μέτρα έχουν καταφέρει όχι μόνο να προσελκύσουν τα βλέμματα των θεατών, λόγω των εξαιρετικών επιδόσεων που σημειώνονται (βλ. Πίνακα 1, 2 και 3), αλλά έχουν κεντρίσει και το ενδιαφέρον των ερευνητών – επιστημόνων, οι οποίοι διενεργούν σε οικουμενικό επίπεδο ποικίλες έρευνες.

Κάποιες από αυτές εστίασαν στο ποσοστό συνεισφοράς του εκάστοτε ενεργειακού συστήματος (αναερόβιο – αερόβιο), κατά τη διάνυση της απόστασης. Ειδικότερα, στην πλειοψηφία τους οι συγκεκριμένες μελέτες διεξήχθησαν σε εργαστήριο, με την χρήση δαπεδοεργόμετρου και αναλυτή αερίων, ενώ άλλες στο πεδίο, με τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα (για την εξακρίβωση της συμμετοχής της γλυκόλυσης), μετά το πέρας του αγώνα. Με βάση τα δημοσιευθέντα πορίσματα διαπιστώνουμε ότι, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των ερευνητικών εργασιών (βλ. Πίνακα 4). Οι τιμές συμμετοχής του αναερόβιου συστήματος κυμαίνονται μεταξύ του 36% – 72% και του αερόβιου συστήματος μεταξύ του 28% – 64% [7, 18, 24, 31, 32, 43, 44].

Άλλες έρευνες που διενεργήθηκαν επικεντρώθηκαν στο ανώτατο επίπεδο, με τους κορυφαίους αθλητές παγκοσμίως (ελίτ επίπεδο), ενώ κάποιες έτειναν να εντοπίσουν συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων των αθλητών (ερασιτεχνικού, πρωταθλητισμού, διεθνούς και κορυφαίου) [15]. Παρόλα αυτά, τα πορίσματα των ερευνών αυτών, στην συντριπτική τους πλειοψηφία, έδειξαν ότι, κατά την διάρκεια της διάνυσης της απόστασης, σε μέγιστη ένταση, σημειώνεται στο άτομο, η φυσιολογική ανοδική πορεία του γαλακτικού οξέος στους μύες, το οποίο έχει ως επακόλουθο, η συχνότητα και το μήκος του διασκελισμού του, να βρίσκεται σε φάση ύφεσης, και να καταγράφεται πτώση της ταχύτητας [4, 7, 10, 11, 19, 35].

A3. Οι επιδόσεις του αγώνισματος και η ενεργειακή συνεισφορά

Ακολουθώς παρουσιάζεται σε πανελλήνιο, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο, η καλύτερη επίδοση που έχει επιτευχθεί, ανά κατηγορία. (Για λόγους εν συντομίας η ονομαστική αναφορά παραλείπεται)

Πίνακας 1: Πανελλήνια, ευρωπαϊκά και παγκόσμια ρεκόρ ανά κατηγορία και το έτος επίτευξης

Κατηγορίες ^(α)	Πανελλήνια ρεκόρ [16]	Ευρωπαϊκά ρεκόρ [8]	Παγκόσμια ρεκόρ [45]
K18 ^(β)	47"38 (1996)	46"43 (1998)	44"84 (2019)
K20	45"90 (1984)	45"01 (1984)	43"87 (1988)
K23	45"11 (2006)	44"33 (1987)	– ^(δ)
Ανδρών	45"11 (2006)	44"33 (1987) 44"26 (2023) ^(γ)	43"03 (2016)

α. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι ηλικίες των ατόμων ανά κατηγορία.

β. Με βάση την ευρωπαϊκή και την παγκόσμια ομοσπονδία, στην κατηγορία K18 δεν υφίσταται αντίστοιχα, ευρωπαϊκό ή παγκόσμιο ρεκόρ. Η καλύτερη επίδοση ανά αγώνισμα που έχει επιτευχθεί, αναγνωρίζεται ως «καλύτερη επίδοση όλων των εποχών».

γ. Αναμένεται να επικυρωθεί από την ευρωπαϊκή ομοσπονδία.

δ. Η παγκόσμια ομοσπονδία δεν αναγνωρίζει την κατηγορία K23, οπότε τα άτομα της κατηγορίας αυτής, εντάσσονται στην επόμενη (κατηγορία Ανδρών). Συνεπώς, παγκόσμιο ρεκόρ K23, δεν υφίσταται.

Ύστερα παρουσιάζονται σε πίνακες, η κορυφαία επίδοση ανά κατηγορία, καθώς και ο μέσος όρος των επιδόσεων ανά κατηγορία, για το έτος 2022, σε εγχώριο και διεθνές επίπεδο.

Πίνακας 2: Κορυφαία επίδοση για το 2022 και η απόκλιση από το αντίστοιχο ρεκόρ ^(α)

Κατηγορίες ^(β)	Πανελλήνιο επίπεδο [17]	Ευρωπαϊκό επίπεδο [9]	Παγκόσμιο επίπεδο [46]
K18	48"50 (+1"12)	46"67 (+0"24)	46"02 (+1"18)
K20	47"89 (+1"99)	45"83 (+0"82)	44"93 (+1"06)
K23	46"92 (+1"81)	45"03 (+0"70)	44"13 ^(γ)
Ανδρών	46"92 (+1"81)	44"35 (+0"02)	43"56 (+0"53)

- α. Στην παρένθεση φαίνεται η απόκλιση από το αντίστοιχο πανελλήνιο, ευρωπαϊκό ή παγκόσμιο ρεκόρ.
 β. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι ηλικίες των ατόμων ανά κατηγορία.
 γ. Δεν υπάρχουν ξεχωριστά δεδομένα. Η παγκόσμια ομοσπονδία δεν αναγνωρίζει την κατηγορία K23, οπότε τα άτομα αυτής, εντάσσονται στην επόμενη, δηλαδή στη κατηγορία Ανδρών.

Αναλύοντας τα δεδομένα που παραθέτονται στον παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι, σε εθνικό επίπεδο, οι αποκλίσεις στο χρόνο των επιδόσεων κυμάνθηκαν μεταξύ του +1"12 έως +1"99, με το εύρος της απόστασης να ορίζεται από 9,45 έως 17,33 μέτρα πίσω, από το αντίστοιχο ρεκόρ της κατηγορίας. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι αποκλίσεις στο χρόνο κινήθηκαν σε σαφέστερα μικρότερες διαφορές, από ότι στο πανελλήνιο, δηλαδή της τάξης του +0"53 έως +1"18, όπου μεταφράστηκε σε 4,93 έως 10,53 μέτρα πίσω, από το αντίστοιχο ρεκόρ της κατηγορίας. Τέλος, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι αποκλίσεις στο χρόνο κυμάνθηκαν στις πιο χαμηλές τιμές, συγκριτικά με τα άλλα δύο επίπεδα, δηλαδή από +0"02 έως +0"82, το οποίο αναλογεί σε 0,18 έως 7,29 μέτρα πίσω, από το αντίστοιχο ρεκόρ της κατηγορίας. Για τον υπολογισμό της απόστασης θεωρήσαμε πως οι αθλητές έχουν μια μέση ταχύτητα, η οποία ωστόσο δεν είναι σταθερή. Ορισμένοι εξ αυτών, στα τελευταία μέτρα επιβραδύνουν και άλλοι επιταχύνουν, με αποτέλεσμα η πραγματική απόσταση, σε σχέση με αυτήν που βρήκαμε μέσω της μέσης ταχύτητας, να διαφοροποιείται ελάχιστα (μικρότερη ή μεγαλύτερη).

Πίνακας 3: Επιδόσεις ανά κατηγορία για το 2022 (Μ.Ο. και Τ.Α.)

Κατηγορίες ^(α)	Πανελλήνιο επίπεδο [17]	Ευρωπαϊκό επίπεδο [9]	Παγκόσμιο επίπεδο [46]
K18 (n=5) ^(β)	49"37 (± 0,79)	47"07 (± 0,38)	46"52 (± 0,28)
K20 (n=5) ^(β)	49"17 (± 0,78)	46"21 (± 0,23)	45"23 (± 0,20)
K23 (n=5) ^(β)	47"90 (± 0,75)	45"32 (± 0,21)	44"55 (± 0,25)
Ανδρών (n=5) ^(β)	48"08 (± 0,44)	44"95 (± 0,33)	43"95 (± 0,31)

- α. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι ηλικίες των ατόμων ανά κατηγορία.
 β. Στην παρένθεση παρατίθενται το μέγεθος του δείγματος (οι κορυφαίοι πέντε ανά κατηγορία).

Σύμφωνα με έρευνες που διενεργήθηκαν σε άρρεν άτομα, στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται: (α) το ποσοστό συμμετοχής του αερόβιου και του αναερόβιου συστήματος και (β) η μέθοδος μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε.

Πίνακας 4: Ποσοστό συμμετοχής του αερόβιου και του αναερόβιου συστήματος στα 400 μέτρα.

Πηγή	Αερόβιο σύστημα	Αναερόβιο σύστημα	Μέθοδος μέτρησης
Μερίδα προπονητών	25 %	75 %	*
Lacour et al. (1990)	28 %	72 %	Πεδίο
Hill (1999)	32 %	68 %	Εργαστήριο
Nummela & Rusko (1995)	37 %	63 %	Εργαστήριο
Duffield et al. (2005)	41 %	59%	Εργαστήριο και πεδίο
Spencer & Gastin (2001)	43 %	57 %	Εργαστήριο
Weyand et al. (1993)	64 %	36 %	Εργαστήριο
Weyand et al. (1994)	64 – 67 %	33 – 36 %	Εργαστήριο

Εργαστήριο: Χρήση δαπεδοεργόμετρου και αναλυτή αερίων, Πεδίο: Γ.Ο.

* Κατόπιν σχετικής έρευνας διαπιστώθηκε ότι, μία μερίδα προπονητών (ανεξαρτήτως ηλικίας) ενστερνίζεται την άποψη ότι, το 1/4 (25%) της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από το αερόβιο σύστημα και τα 3/4 (75%) από το αναερόβιο σύστημα, χωρίς όμως να βασίζονται σε κάποια επιστημονική έρευνα.

A4. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι, οι τωρινοί και μελλοντικοί προπονητές να κατανοήσουν και να εμπεδώσουν καλύτερα τον μηχανισμό ενέργειας / κόπωσης κατά την διάρκεια του δρόμου των 400 μέτρων, καθώς και πώς αυτός επηρεάζει μία σειρά από βασικές λειτουργίες της τεχνικής του τρεξίματος, όπως είναι το μήκος και η συχνότητα διασκελισμού, σε αθλητές επιπέδου πρωταθλητισμού.

A5. Περιορισμοί

Οι περιορισμοί της συγκεκριμένης έρευνας ήταν ότι: (α) το δείγμα αποτελούνταν από δρομείς των τετρακοσίων μέτρων (αθλητές ταχύτητας), (β) οι αθλητές βρισκόνταν σε μεταβατική εβδομάδα (μεταξύ δύο σημαντικών αγώνων) και (γ) λόγω αδυναμίας μετακίνησης, όλοι συμμετέχοντες ήταν από την πόλη των Τρικάλων. Συνεπώς δεν είχαμε πρόσβαση και σε αθλητές των μεγάλων αστικών πόλεων (Αθήνα, Θεσσαλονίκη κλπ).

A6. Ερευνητική υπόθεση

Η κόπωση θα επηρεάσει το μήκος αλλά και την συχνότητα διασκελισμού.

Κεφάλαιο Β': Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Β1. Επιταχυνσιόμετρα

Μέχρι τώρα, η τρισδιάστατη κινηματική ανάλυση του ανθρώπου πραγματοποιούνταν σχεδόν εξολοκλήρου, με οπτικοηλεκτρικά σύστημα, που χρησιμοποιούσαν πολλαπλές κάμερες και τοποθέτηση ανακλαστήρων στην επιδερμίδα, των ανατομικών σημείων ενδιαφέροντος [2]. Αυτό προϋπόθετε την χρήση ακριβούς εξοπλισμού, την αποκλειστική διεξαγωγή των μετρήσεων εντός των εργαστηρίων και τον περιορισμένο αριθμό ταυτόχρονων αξιολογούμενων. Η εξέλιξη όμως, προς μικρότερες, ελαφρύτερες, φορητές και σχεδόν μη παρεμβατικές συσκευές με χαμηλό κόστος, οι οποίες έχουν την δυνατότητα καταγραφής της ανθρώπινης κίνησης με ακρίβεια δεδομένων σε πολλαπλούς άξονες, ώθησε τους ερευνητές να στραφούν στην χρήση των επιταχυνσιόμετρων για την αξιοποίησή τους στον ερευνητικό τομέα. Τα επιταχυνσιόμετρα, βασισμένα στους φυσικούς νόμους της κίνησης, περιέχουν αδρανειακό αισθητήρα που μετρά την επιτάχυνση και την γωνιακή ταχύτητα ενός αντικειμένου, κατά μήκος των τριών αξόνων [6]. Τα δεδομένα όπως είναι φυσιολογικό διαφοροποιούνται, με βάση το ανατομικό σημείο τοποθέτησης. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να γίνονται ευρέως διαδεδομένα λόγω της ολοένα αυξανόμενης χρήσης τους, σε ποικίλες έρευνες που δημοσιεύονται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Παράλληλα με τις μελέτες που διεξάγονται με την χρήση του συγκεκριμένου οργάνου, υπάρχουν και αυτές που εστιάζουν στην εξέταση της αξιοπιστίας, εγκυρότητας και ακρίβειας των καταγραφών που επιτελούν τα επιταχυνσιόμετρα, καθώς και τον βαθμό ευαισθησίας που υποδεικνύουν για την έναρξη της καταγραφής, χωρίς ωστόσο να θεωρηθούν εσφαλμένες λήψεις [26, 34]. Τα σημαντικότερα σφάλματα που αναφέρονται κατά την μέτρηση είναι ο ορισμός των πλαισίων του σώματος (Body frame), τα τεχνικά σφάλματα που δημιουργούνται κατά την μεταξύ κίνηση του οστού και του δέρματος – Τ.Σ.Ο.Δ. (Soft Tissue Artifact – S.T.A.) και το φίλτρο προσανατολισμού (Orientation filter) [22]. Μέχρι στιγμής καμία έρευνα δεν κατάφερε να προσδιορίσει επακριβώς το ποσοστό σφάλματος και τον μετριάσμο τους. Συνεπώς το θέμα χρήζει περαιτέρω μελέτης.

Στον τομέα της υγείας, τα επιταχυνσιόμετρα εξελίσσονται σε πολύτιμους αρωγούς για την υγεία ενός ανθρώπου (ασθενή ή μη), καθώς έχουν την δυνατότητα να μας παρέχουν χρήσιμα στοιχεία για την κατάστασή του. Με την καταγραφή των απλών καθημερινών κινήσεων και ανάλυσή τους, μπορούμε να εξακριβώσουμε, εάν η ανάπτυξη των παιδιών και των εφήβων σημειώνει απόκλιση από το φυσιολογικό [5]. Στους κλινικούς πληθυσμούς, μέσω της ανάλυσης του βαδίσματος, συμβάλλουν σημαντικά στο κομμάτι της πρόληψης, ταυτοποίησης, αξιολόγησης και παρακολούθησης της πορείας (επιδείνωσης ή μη) νευρομυϊκών και άλλων παθήσεων, που επηρεάζουν τις βασικές κινητικές λειτουργίες των ατόμων [5, 33, 40, 48].

Στον αθλητικό τομέα, την τελευταία τριετία παρατηρείται αυξημένη χρήση των επιταχυνσιόμετρων, καθώς με χαμηλό κόστος, οι προπονητές έχουν άμεση πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων. Μπορούν δηλαδή να αξιολογήσουν και να βελτιώσουν την απόδοση των αθλητών τους, αλλά και να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμών. Λόγω της ασύρματης σύνδεσης που διαθέτουν, οι προπονητές έχουν την δυνατότητα να παρέμβουν διορθωτικά, ακόμα και κατά την διάρκεια της προπόνησης. Κλείνοντας, οι συσκευές συμβάλλουν θετικά στο έργο των προπονητών και κατά την επανένταξη των ατόμων, ύστερα από τραυματισμούς [36].

Κεφάλαιο Γ': Μεθοδολογία

- Οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν, ήταν πλήρως εναρμονισμένες με τις διατάξεις της τελευταίας αναθεωρημένης έκδοσης της Διακήρυξης του Ελσίνκι, το 2013, και η οποία εγκρίθηκε και υιοθετήθηκε πλήρως από το Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Π.Θ., στην υπ' αριθμόν συνεδρίαση: 1-3/9-12-2020 της Ε.Ε.Δ.
- Όλα τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, κρυπτογραφήθηκαν με αριθμό και επεξεργάστηκαν, όπως ορίζει η νομοθεσία, περί προσωπικών δεδομένων, του Γ.Κ.Π.Δ.

Γ1. Δείγμα – συμμετέχοντες

Το δείγμα της μελέτης απάρτισαν συνολικά, 10 υγιή άρρεν άτομα επιπέδου πρωταθλητισμού, τα οποία διέθεταν μακροχρόνια εμπειρία με το αγώνισμα των 400 μέτρων και ατομική επίδοση, κάτω από 58 δευτερόλεπτα ($\leq 58''$). Το εύρος της ηλικίας των συμμετεχόντων κυμάνθηκε μεταξύ 16 – 27 ετών, με μέσος όρος να ορίζονται τα 20,2 έτη. Με βάση τις ηλικιακές κατηγορίες του αθλήματος: (α) 3 άτομα ανήκαν στην κατηγορία Κ18, (β) 2 άτομα στην κατηγορία Κ20, (γ) 3 άτομα στην κατηγορία Κ23 και (δ) 2 άτομα στην κατηγορία Ανδρών. Η συμμετοχή των ατόμων ήταν εθελοντική και αφού πραγματοποιήθηκε λεπτομερής ενημέρωση για την διαδικασία υλοποίησης, τα οφέλη και τους κινδύνους που μπορεί να εγκυμονούν, καθώς και για την διαδικασία ελεύθερης αποδέσμευσής τους, οποτεδήποτε το επιθυμούσανε, οι συμμετέχοντες, με την δική τους βούληση, προχώρησαν στην συμπλήρωση του έντυπου συγκατάθεσης (βλ. Παράρτημα Β) και έντυπου ιατρικού ιστορικού (βλ. Παράρτημα Γ). Στα ανήλικα άτομα, η συναίνεση δόθηκε από τους γονείς. Άπαντες ολοκλήρωσαν επιτυχώς, την ερευνητική διαδικασία.

Πίνακας 5: Αποσαφήνιση κατηγοριών

Κ18 Συμμετέχουν άτομα 16 και 17 ετών.	Κ20 Συμμετέχουν άτομα 18 και 19 ετών.
Κ23 Συμμετέχουν άτομα 20, 21 και 22 ετών.	Α/Γ Συμμετέχουν άτομα άνω των 23 ετών.

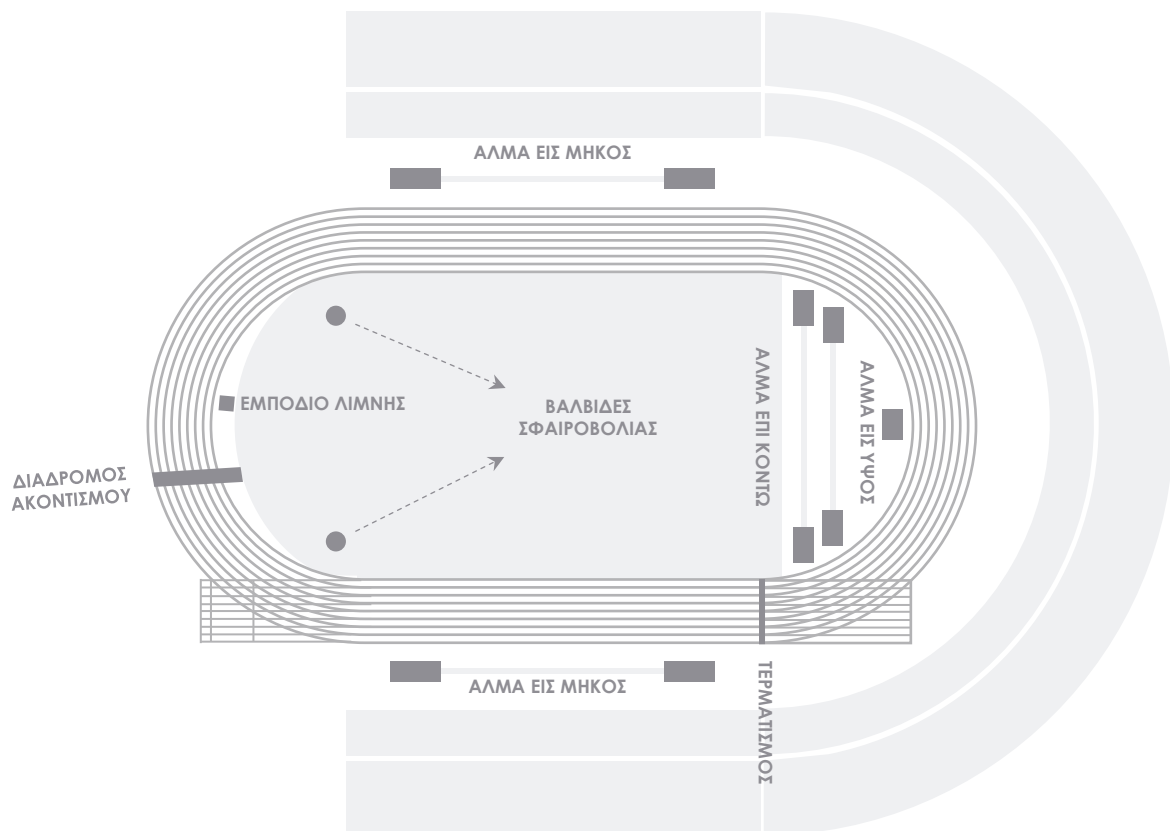
Γ2. Ερευνητικός σχεδιασμός και υλοποίηση

Για την ομαλή διεξαγωγή της ερευνητικής διαδικασίας κρίθηκε αναγκαία, η μελέτη να χωριστεί σε δύο φάσεις, όπου σε κάθε άτομο, η ολοκλήρωσή τους επιτελούνταν την ίδια μέρα. Όλες τις ημέρες που διήρκησε η έρευνα, οι προσπάθειες των συμμετεχόντων διεξήχθησαν σε παρόμοιες ώρες και με πανομοιότυπες καιρικές συνθήκες. Άπαντες προέβησαν σε προσωρινή νηστεία διάρκειας τουλάχιστον τεσσάρων ωρών, πριν συμμετάσχουν στην έρευνα.

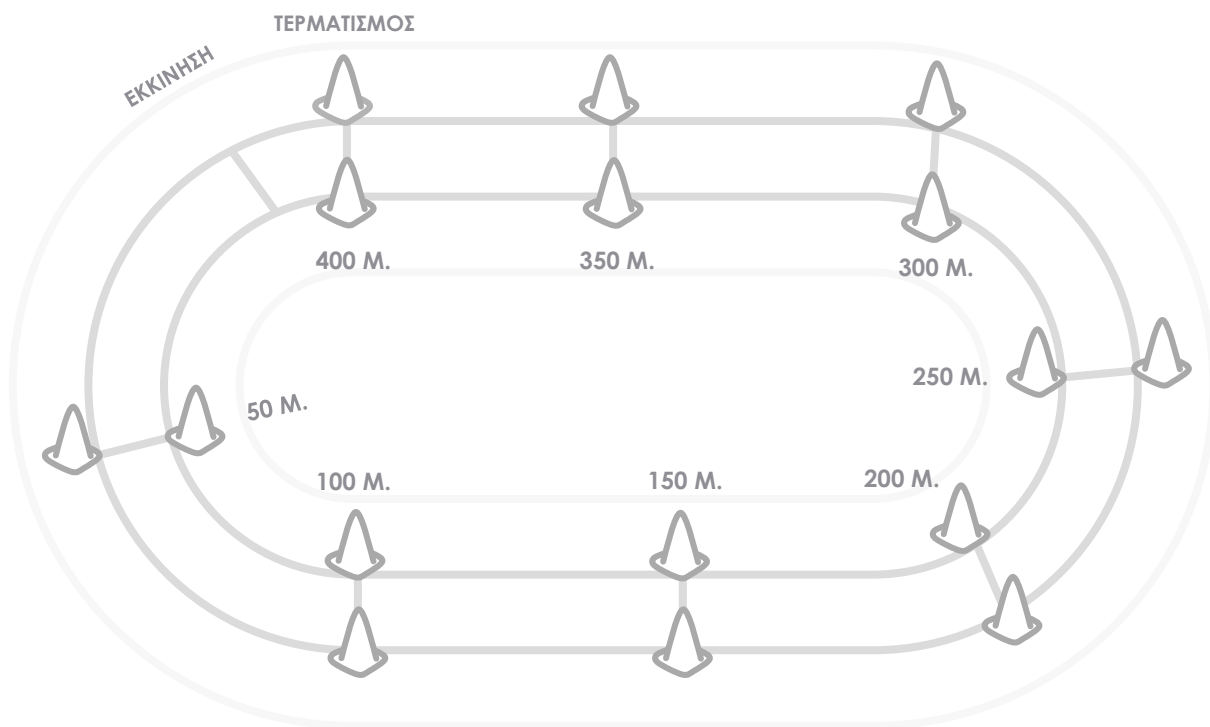
Επισημαίνουμε ότι, ο ελαστικός τάπητας του Δημοτικού Σταδίου Τρικάλων (βλ. εικόνα 1), όπου υλοποιήθηκε εξολοκλήρου η έρευνα, πληροί όλες τις εγχώριες και διεθνείς προδιαγραφές, ως προς το μήκος και το πλάτος της απόστασης των διαδρόμων.

Στην πρώτη φάση ή αλλιώς προκαταρκτική φάση, διενεργήθηκαν στοχευμένες μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και σωματικής σύστασης των ατόμων: (α) αναστήματος, (β) σωματικού βάρους, (γ) δείκτη μάζας σώματος, (δ) δερματοπτυχών και (ε) μήκους των κάτω άκρων, απ' τις οποίες λάβαμε πληροφορίες, για την σωματοδομή των συμμετεχόντων. Αφότου ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις, προχωρήσαμε στην αξιολόγηση της ευλυγισίας – ευκαμψίας των αθλητών, χωρίς πρωτίστως να πραγματοποιήσουν οποιαδήποτε μορφή προθέρμανσης.

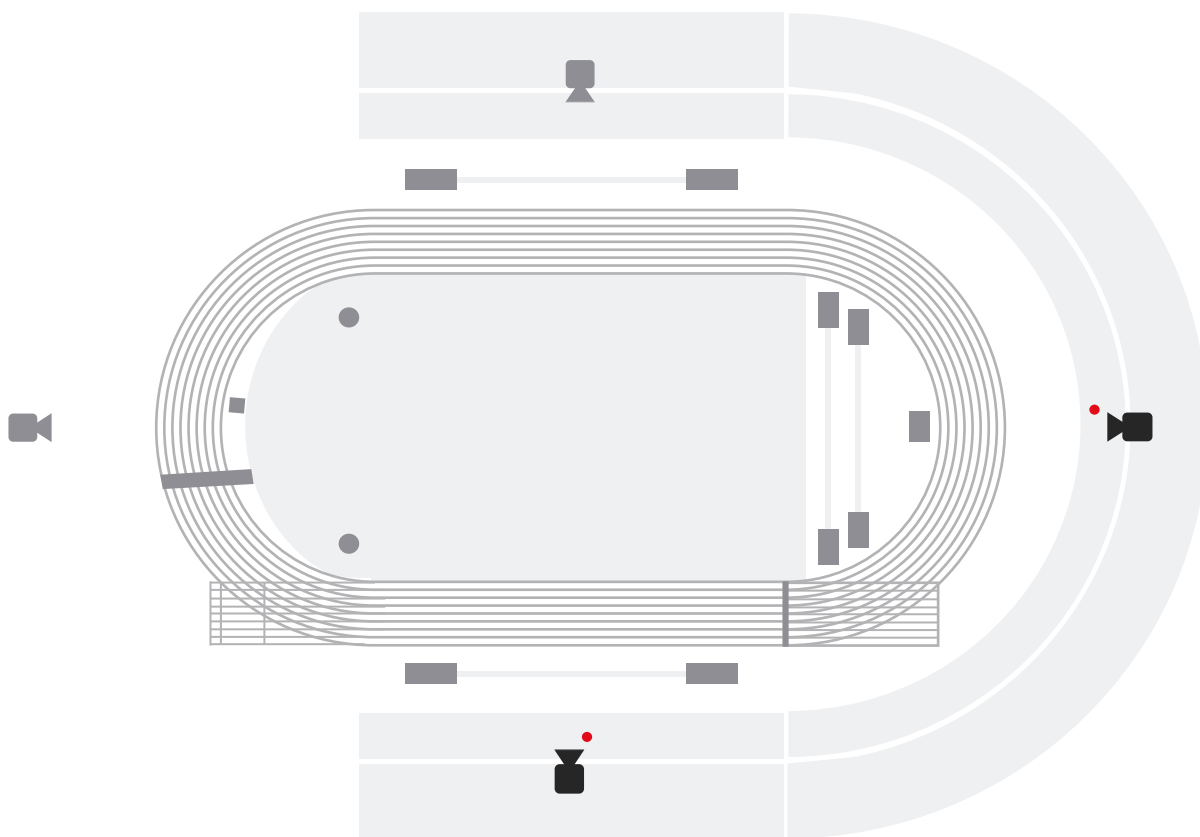
Στην δεύτερη φάση ή αλλιώς κύρια φάση, πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στο αγώνισμα των 400 μέτρων. Στο αρχικό της μέρος, οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν την καθιερωμένη τους προετοιμασία, ίδια με αυτήν που ακολουθούσαν στους αγώνες. Στην περίπτωση όμως, που δεν επιθυμούσαν να ακολουθήσουν την δική τους προετοιμασία, ενδεικτικά τους προτείναμε να κάνουν: χαλαρό τρέξιμο (15'), κινητικές και βαλλιστικές διατάσεις, δρομικές ασκήσεις και ευθείες (4 – 5, περίπου 60μ. – 80μ.). Στο τελικό μέρος, κλήθηκαν να διανύσουν την απόσταση των 400 μέτρων, έχοντας πρωτίστως εφαρμόσει στην δεξιά και αριστερή τους κνήμη, από ένα επιταχυνσιόμετρο. Ανά 50 μέτρα και κατά μήκος του τέταρτου διαδρόμου τοποθετήθηκαν κώνοι (16 στο σύνολο, 2 ανά 50 μέτρα – βλ. εικόνα 2). Οι αθλητές εισέρχονταν ένας – ένας στην γραμμή εκκίνησης των 400 μέτρων, του τέταρτου διαδρόμου και από όρθια θέση, ακολουθώντας κανονικά τα παραγγέλματα και το «σήμα» εκκίνησης που δίνουν οι αφέτες στους επίσημους αγώνες, τα άτομα εκκινούσαν την προσπάθειά τους. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν το δικαίωμα να υποβληθούν σε μόνο μία μέγιστη έντασης προσπάθεια, η οποία χρονομετρήθηκε και με χρονόμετρο χειρός, πέρα των αυτόματων ηλεκτρονικών καταγραφών, που πραγματοποιήσαν τα επιταχυνσιόμετρα, ενώ συγχρόνως, λήφθηκε και βίντεο της εκάστοτε προσπάθειας (βλ. εικόνα 3). Στο τέλος, άπαντες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε (βλ. Παράρτημα Δ).



Εικόνα 1: Κάτοψη του Δημοτικού Σταδίου Τρικάλων.



Εικόνα 2: Χωροθετική διάταξη των κώνων, στον τέταρτο διάδρομο.



Εικόνα 3: Χωροθετική διάταξη καμερών, για την βέλτιστη λήψη των βίντεο, των προσπαθειών. Με μαύρο χρώμα εικονίζονται οι κάμερες που πραγματοποιήσαν λήψη, ενώ με γκρι οι εφεδρικές.

Γ3. Αξιολόγηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και σωματικής σύστασης

Οι αξιολογήσεις – μετρήσεις ήταν εναρμονισμένες με τα διεθνή πρότυπα και μας βοήθησαν να κατανοήσουμε καλύτερα τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από τα επιταχυνσιόμετρα.

Γ3.1. Αξιολόγηση αναστήματος

Η αξιολόγηση του αναστήματος πραγματοποιήθηκε με την χρήση αναστημόμετρου. Πιο αναλυτικά, οι αξιολογούμενοι αφαίρεσαν τα υποδήματά τους και κατόπιν ένωσαν τα πόδια μεταξύ τους. Οι φτέρνες, οι γλουτοί, οι ωμοπλάτες και το κρανίο εφάπτονταν με το βαθμονομημένο μέτρο του αναστημόμετρου, ενώ συγχρόνως τα άνω άκρα βρίσκονταν χαλαρά στο πλάι του σώματος. Εν συνεχεία, τα άτομα έπαιρναν μία βαθιά εισπνοή και με το κινούμενο στέλεχος του αναστημόμετρου να ακουμπά στο άνω μέρος του κρανίου, εξήχθη το αποτέλεσμα που εμφανίζονταν στο βαθμονομημένο μέτρο. Η μονάδα μέτρησης εκφράστηκε σε μέτρα (m) και εκατοστά (cm).

Γ3.2. Αξιολόγηση σωματικού βάρους

Η αξιολόγηση του σωματικού βάρους έγινε με την χρήση βαθμονομημένης ζυγαριάς ακριβείας. Ο εκάστοτε αξιολογούμενος προτού ανέλθει στην ζυγαριά, αφαίρεσε τα υποδήματά του και τον περιττό ιματισμό, ενώ κατά την διάρκεια της μέτρησης παρέμεινε ακίνητος, μέχρι την σταθεροποίηση της ένδειξης και την καταγραφή του αποτελέσματος. Η μονάδα μέτρησης εκφράστηκε σε κιλά (kg).

Γ3.3. Δείκτης Μάζας Σώματος – Δ.Μ.Σ.

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, απ' τις δύο προαναφερόμενες μετρήσεις, για το εκάστοτε άτομο ξεχωριστά, υπολογίσαμε τον Δ.Μ.Σ. του, μέσω της εξίσωσης:

$$\text{Δ.Μ.Σ. (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Σωματικό βάρος (σε κιλά, kg)}}{\text{Ύψος}^2 \text{ (σε μέτρα, m)}}$$

Για την ορθότερη κατανόηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα πρότυπα (νόρμες) που παρουσιάζονται στα δημοσιευθέντα πρακτικά της συνεδρίασης για την παχυσαρκία, του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, το 1997 [47].

Γ3.4. Αξιολόγηση δερματοπτυχών

Η μέτρηση των δερματοπτυχών, διενεργήθηκε στην δεξιά πλευρά του σώματος, με την χρήση δερματοπτυχόμετρου. Τα ανατομικά σημεία που αξιολογήθηκαν, ήτανε, η θωρακική δερματοπτυχή, η μεσομασχαλιαία δερματοπτυχή, η τρικεφαλική δερματοπτυχή, η υποπλάτια δερματοπτυχή, η κοιλιακή δερματοπτυχή, η υπερλαγόνια δερματοπτυχή και η μηριαία δερματοπτυχή. Σε κάθε σημείο πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις, ενώ στην περίπτωση που η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών μετρήσεων, ξεπερνούσε το ένα χιλιοστό, τότε, εκτελούσαμε ακόμη μία μέτρηση στο συγκεκριμένο σημείο. Εν συνεχεία, υπολογίσαμε τον μέσο όρο των μετρήσεων

στην εκάστοτε δερματοπτυχή ξεχωριστά. Με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και με την χρήση των εξισώσεων των Jackson & Pollock (1978) [21], που αφορούν τα άρρεν άτομα 18 – 61 ετών και παρουσιάζονται παρακάτω, υπολογίσαμε το ποσοστό σωματικού λίπους.

Α' Εξίσωση:

$$ΠΣ = 1,112 - 0,00043499 \times ΜΟΔ + 0,00000055 \times ΜΟΔ^2 - 0,00028826 \times Ηλικία$$

όπου: ΠΣ = Πυκνότητα σώματος | ΜΟΔ = Μέσος όρος δερματοπτυχών

Β' Εξίσωση:

$$\% \text{ Σωματικού λίπους} = \left[\frac{495}{\text{Πυκνότητα σώματος}} - 450 \right] \times 100$$

Ακολούθως υπολογίσαμε την λιπώδη και άλιπη σωματική μάζα, μέσω των εξισώσεων:

Γ' Εξίσωση:

$$\text{Λιπώδης μάζα} = \frac{\% \text{ Σωματικού λίπους} \times \text{Σωματικό βάρος}}{100}$$

Δ' Εξίσωση:

$$\text{Άλιπη μάζα} = [\text{Σωματικό βάρος} - \text{Λιπώδης μάζα}]$$

Γ3.5. Αξιολόγηση του μήκους των κάτω άκρων

Η μέτρηση του μήκους των κάτω άκρων διεξήχθη με την χρήση μη ελαστικής μετροταινίας. Οι αξιολογούμενοι, αφού αφαίρεσαν τον ιματισμό τους, κατόπιν ήλθαν σε θέση ύπτιας κατάκλισης, στην οποία παρέμειναν ακίνητοι, έως ότου ολοκληρωθεί η διαδικασία. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα, έως και τον έσω σφυρό. Η μονάδα μέτρησης εκφράστηκε σε εκατοστά (cm).

Γ4. Αξιολόγηση ευλυγισίας – ευκαμψίας

Για την αξιολόγηση της ευλυγισίας, επιλέχθηκε η μέθοδος της δίπλωσης του κορμού από την εδραία θέση (sit and reach test) [42]. Η συγκεκριμένη μέθοδος, εστιάζει στην ευλυγισία των ισchioκνημιαίων, καθώς και στην ευκαμψία της οσφυϊκής μοίρας. Οι αξιολογούμενοι, χωρίς πρωτίστως να έχουν πραγματοποιήσει οποιαδήποτε μορφή προθέρμανσης, υποβλήθηκαν σε δύο μέγιστες προσπάθειες, σε κάθε θέση: (α) εδραία θέση με τεντωμένα κλειστά πόδια και (β) εδραία θέση με το γόνατο του ενός ποδιού τεντωμένο και το άλλο λυγισμένο στο πλάι. Σε κάθε

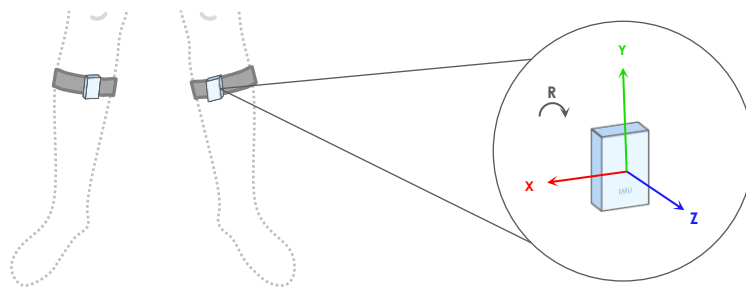
προσπάθεια παρέμεναν στην τελική θέση για τουλάχιστον 2 δευτερόλεπτα. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλλειμα, 15 δευτερολέπτων. Καθ' όλη την διάρκεια της μέτρησης, τα πέλματα του εκάστοτε ατόμου εφάπτονταν διαρκώς, με την πρόσθια επιφάνεια του ειδικού κιβωτίου. Για την ορθότερη κατανόηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα πρότυπα (νόρμες) που παρουσιάζονται στο αμερικανικό βιβλίο με τίτλο «ACSM'S resources for the personal trainer» του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητικής (ACSM) [1].

Γ5. Συσκευές καταγραφής

Για την μελέτη επιλέχθηκε η χρήση του NGIMU (Next Generation Inertial Measurement Unit) δεύτερης γενιάς, της εταιρείας x-io. Η συσκευή φέρει βάρος 46 γραμμαρίων και διαστάσεις 56 x 39 x 18 χιλιοστόμετρα (mm) και ο ρυθμός δειγματοληψίας ορίστηκε στα 285 Hz.

Γ5.1. Ανατομικό σημείο τοποθέτησης

Τα επιταχυνσιόμετρα (δύο στο σύνολο), τοποθετήθηκαν στα 2/3 της έσω πρόσθιας επιφάνειας της αριστερής και δεξιάς κνήμης των συμμετεχόντων και κατέγραψαν την συνολική διάρκεια της προσπάθειας, το μήκος και την συχνότητα διασκελισμού, το χρόνο αιώρησης και το χρόνο επαφής.



Εικόνα 4: Απεικόνιση των επιταχυνσιόμετρων στις κνήμες των συμμετεχόντων.

Γ6. Ερωτηματολόγιο

Μετά το πέρας της μέγιστης έντασης προσπάθειας, δεν κατέστη εφικτή η λήψη μικρής ποσότητας αίματος, για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα. Λόγω αυτού, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα Δ), για το πώς αισθάνθηκαν την κόπωση – κούραση και γενικότερα την προσπάθεια κατά την διάρκεια της διάνυσης της απόστασης. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε, σαφείς αριθμημένες ερωτήσεις, κλειστού τύπου, σε ιδανική δομή, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και εικόνες, για πλήρη αποσαφήνιση και αποφυγή σύγχυσης. Οι ερωτήσεις δομήθηκαν με βάση, τον δείκτη υποκειμενικής αίσθησης της κόπωσης ή αλλιώς κλίμακα Borg [3], την κλίμακα Likert [25], καθώς και την κλίμακα ελέγχου.

Κεφάλαιο Δ': Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται λεπτομερώς τα ευρήματα που προέκυψαν από την πλήρη ανάλυση των προσπαθειών ανά 50 και 100 μέτρα.

Δ1. Τα ανθρωπομετρικά και λοιπά χαρακτηριστικά των αθλητών

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι μέσοι όροι, στη σύσταση σώματος, τα ανθρωπομετρικά και λοιπά χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 6: Τα συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά των αθλητών (Μ.Ο.)

Ηλικία:	20,2 έτη	Μήκος των κάτω άκρων	
Ανάστημα:	1,82 μ.	– Αριστερό πόδι:	94,9 εκ.
Σωματικό βάρος:	74 κλ.	– Δεξί πόδι:	94,3 εκ.
Άλιπη μάζα:	68,8 κλ.	Ευλυγισία – Ευκαμψία (Sit and reach test)	
Λιπώδης μάζα:	5,2 κλ.	– Με τα δύο πόδια:	3,2 εκ.
Δ.Μ.Σ.:	22,34 κλ/μ ² (Φυσιολογικό βάρος)	– Αριστερό πόδι:	4,55 εκ.
% Σωματικού λίπους:	7,023 %	– Δεξί πόδι:	4,5 εκ.

Δ2. Ανάλυση της απόστασης ανά 50 μέτρα

Από την ανάλυση της απόστασης ανά 50 μέτρα προκύπτει ότι, οι αθλητές έπιασαν μέγιστη μέση ταχύτητα στην απόσταση 100 – 150 μέτρα, φτάνοντας δηλαδή να καλύπτουν το τρίτο πενήνταρι με μία ταχύτητα 8,54 μ/δ ή 30,74 χλμ/ω, και όπως είναι φυσικό, να σημειώνουν παράλληλα και τον ταχύτερο χρόνο διάνυσης, μεταξύ των οχτώ πενήνταριών.

Στο συγκεκριμένο τετρακοσάρι αναγνωρίζονται τέσσερις διαφορετικές φάσεις στην ταχύτητα: (α) η φάση της επιτάχυνσης που διήρκησε από την εκκίνηση έως και τα 150 μέτρα, (β) η φάση της σταθεροποίησης (150 – 250 μέτρα), (γ) η φάση της προοδευτικής μείωσης (250 – 300 μέτρα) και (δ) η φάση της σημαντικής ή απότομης μείωσης (τελευταία 100 μέτρα).

Το μέγιστο μήκος διασκελισμού επιτεύχθηκε στα 50 – 100 μέτρα, όπου διατηρήθηκε αμετάβλητο και στο επόμενο πενήνταρι (100 – 150 μέτρα). Αντιθέτως, η συχνότητα διασκελισμού έπιασε την ίδια μέγιστη τιμή (3,62 Hz), στο πέμπτο και στο έβδομο πενήνταρι.

Όλα τα στοιχεία που αναφέρθηκαν, παρουσιάζονται ενδελεχώς στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα. Για τον υπολογισμό της ταχύτητας, του μήκους διασκελισμού, της συσχέτισης του μήκους διασκελισμού, την συχνότητα διασκελισμού, καθώς και την τμηματική διάρκεια (σε χρόνο) χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχοι μέσοι χρόνοι και μέσες τιμές.

Α' Συγκεντρωτικός πίνακας: Ανάλυση της απόστασης ανά 50 μέτρα.

0 – 50μ.

Διάρκεια (χρόνος): 6"842
Χρόνος αιώρησης: 3"604
Χρόνος επαφής: 3"238
Μέση ταχύτητα: 7,31 μ/δ ή 26,32 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,08 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,14
Συχνότητα διασκελισμού: 3,51 Hz
Διασκελισμοί: 24

50 – 100μ.

Διάρκεια (χρόνος): 5"916
Χρόνος αιώρησης: 3"285
Χρόνος επαφής: 2"631
Μέση ταχύτητα: 8,45 μ/δ ή 30,42 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,38 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,31
Συχνότητα διασκελισμού: 3,55 Hz
Διασκελισμοί: 21

100 – 150μ.

Διάρκεια (χρόνος): 5"858
Χρόνος αιώρησης: 3"299
Χρόνος επαφής: 2"559
Μέση ταχύτητα: 8,54 μ/δ ή 30,74 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,38 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,31
Συχνότητα διασκελισμού: 3,58 Hz
Διασκελισμοί: 21

150 – 200μ.

Διάρκεια (χρόνος): 6"096
Χρόνος αιώρησης: 3"388
Χρόνος επαφής: 2"708
Μέση ταχύτητα: 8,20 μ/δ ή 29,52 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,27 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,25
Συχνότητα διασκελισμού: 3,61 Hz
Διασκελισμοί: 22

200 – 250μ.

Διάρκεια (χρόνος): 6"072
Χρόνος αιώρησης: 3"286
Χρόνος επαφής: 2"786
Μέση ταχύτητα: 8,23 μ/δ ή 29,63 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,27 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,25
Συχνότητα διασκελισμού: 3,62 Hz
Διασκελισμοί: 22

250 – 300μ.

Διάρκεια (χρόνος): 6"405
Χρόνος αιώρησης: 3"304
Χρόνος επαφής: 3"101
Μέση ταχύτητα: 7,81 μ/δ ή 28,12 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,17 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,19
Συχνότητα διασκελισμού: 3,60 Hz
Διασκελισμοί: 23

300 – 350μ.

Διάρκεια (χρόνος): 6"907
Χρόνος αιώρησης: 3"579
Χρόνος επαφής: 3"328
Μέση ταχύτητα: 7,24 μ/δ ή 26,06 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,10
Συχνότητα διασκελισμού: 3,62 Hz
Διασκελισμοί: 25

350 – 400μ.

Διάρκεια (χρόνος): 7"096
Χρόνος αιώρησης: 3"427
Χρόνος επαφής: 3"669
Μέση ταχύτητα: 7,05 μ/δ ή 25,38 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,10
Συχνότητα διασκελισμού: 3,52 Hz
Διασκελισμοί: 25

Δ3. Ανάλυση της απόστασης ανά 100 μέτρα

Αναλύοντας τμηματικά την απόσταση ανά 100 μέτρα, διαπιστώνουμε ότι οι δρομείς έπιασαν μέγιστη μέση τιμή στην ταχύτητα (8,37 μ/δ ή 30,13 χλμ/ω) και το μήκος διασκελισμού (2,33 μ.) αντίστοιχα, στο δεύτερο εκατοστάρι (100 – 200 μέτρα), καταγράφοντας συγχρόνως και τον καλύτερο χρόνο διάνυσης, μεταξύ των τμημάτων. Από την άλλη, η συχνότητα διασκελισμού, έφτασε την μέγιστη τιμή (3,61 Hz), στο επόμενο εκατοστάρι (200 – 300 μέτρα).

Στην συγκεκριμένη ανάλυση οι φάσεις της ταχύτητας διαμορφώνονται ως: (α) η φάση της επιτάχυνσης (από την εκκίνηση έως και τα 200 μέτρα), (β) η φάση της προοδευτικής μείωσης (200 – 300 μέτρα) και (γ) η φάση της σημαντικής ή απότομης μείωσης (τελευταία 100 μέτρα).

Ακολουθεί πίνακας με την ενδελεχή ανάλυση της απόστασης ανά 100 μέτρα. Επισημαίνουμε ότι, για τον υπολογισμό των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχοι μέσοι χρόνοι και μέσες τιμές.

Β' Συγκεντρωτικός πίνακας: Ανάλυση της απόστασης ανά 100 μέτρα.

0 – 100μ.

Διάρκεια (χρόνος): 12"758
Χρόνος αιώρησης: 6"889
Χρόνος επαφής: 5"869
Ταχύτητα: 7,84 μ/δ ή 28,22 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,22 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,22
Συχνότητα διασκελισμού: 3,53 Hz
Διασκελισμοί: 45

100 – 200μ.

Διάρκεια (χρόνος): 11"954
Χρόνος αιώρησης: 6"687
Χρόνος επαφής: 5"267
Ταχύτητα: 8,37 μ/δ ή 30,13 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,33 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,28
Συχνότητα διασκελισμού: 3,59 Hz
Διασκελισμοί: 43

200 – 300μ.

Διάρκεια (χρόνος): 12"477
Χρόνος αιώρησης: 6"590
Χρόνος επαφής: 5"887
Ταχύτητα: 8,01 μ/δ ή 28,84 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2,22 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,22
Συχνότητα διασκελισμού: 3,61 Hz
Διασκελισμοί: 45

300 – 400μ.

Διάρκεια (χρόνος): 14"003
Χρόνος αιώρησης: 7"006
Χρόνος επαφής: 6"997
Ταχύτητα: 7,14 μ/δ ή 25,70 χλμ/ω
Μέσο μήκος διασκελισμού: 2 μ.
Συσχέτιση του μήκους διασκελισμού: 1,10
Συχνότητα διασκελισμού: 3,57 Hz
Διασκελισμοί: 50

Κεφάλαιο Ε': Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε προκείμενου να κατανοήσουμε καλύτερα την λειτουργία του μηχανισμού ενέργειας / κόπωσης στο δρόμο των 400 μέτρων και να οριοθετήσουμε το εύρος της απόστασης κατά το οποίο εμφανίζεται και κορυφώνεται ο κάματος. Με την βοήθεια των επιταχυνσιόμετρων (IMU), να καταγράψουμε την αρνητική επίδραση που φέρει στην απόδοση η κούραση, επηρεάζοντας βασικά στοιχεία της τεχνικής του τρεξίματος, όπως είναι το μήκος και η συχνότητα διασκελισμού, καθώς και άλλες συνιστώσες, όπως η ταχύτητα, ο χρόνος επαφής και χρόνος αιώρησης.

Τα 400 μέτρα χαρακτηρίζονται από τρία βασικά στοιχεία: (α) την επιτάχυνση, (β) την μέγιστη ταχύτητα και (γ) την ικανότητα διατήρησης της μέγιστης ταχύτητας [37]. Στο τελικό αποτέλεσμα όμως παίζουν ρόλο και μία σειρά από διαφόρους παράγοντες όπως: (α) η μέγιστη ταχύτητα, (β) η αντοχή στην ταχύτητα, (γ) η δύναμη, (δ) η δρομική τεχνική, (ε) η ευλυγισία – ευκαμψία, (στ) τα ψυχικά αποθέματα και ικανότητα συγκέντρωσης, καθώς και (ζ) τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και η γενετική προδιάθεση [14].

Αρχικώς, η έρευνα σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με σκοπό να πραγματοποιηθεί η τμηματική ανάλυση της απόστασης, μόνο ανά 50 μέτρα. Στην πορεία όμως, θελήσαμε να δούμε και να παρουσιάσουμε, την αξιοσημείωτη διαφορά που δημιουργείται και το σφάλμα που ανακύπτει, στις μέγιστες και ελάχιστες μέσες τιμές, εάν η τμηματική ανάλυση πραγματοποιηθεί ανά 100 μέτρα. Με αυτόν τον τρόπο και με βάση τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο Δ, καταφέραμε να επιβεβαιώσουμε τον ήδη προϋπάρχων ισχυρισμό που διατυπώθηκε, δηλαδή, όταν τα δεδομένα καταγράφονται ανά 50 μέτρα, οι μέγιστες και ελάχιστες μέσες τιμές, της ταχύτητας, του μήκους διασκελισμού και της συχνότητας διασκελισμού, προσδιορίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια, από όταν η καταγραφή γίνεται ανά 100 μέτρα [15].

Κατά την φάση της επιτάχυνσης, πρωταρχικός στόχος των δρομέων αποτελεί η μεγιστοποίηση στον συντομότερο εφικτό χρόνο, της οριζόντιας ώθησης [13]. Για να επιτευχθεί όμως, θα πρέπει οι αθλητές να κινούνται όσο το δυνατόν περισσότερο στον οριζόντιο άξονα και λιγότερο στον κατακόρυφο, ο χρόνος επαφής να είναι μικρότερος από τον χρόνο αιώρησης και συγχρόνως όσο μεγαλύτερη είναι η καθαρή ώθηση, άλλο τόσο εξίσου θα πρέπει να είναι και η μεταβολή της ταχύτητας. Στην παρούσα μελέτη, η μέγιστη μέση ταχύτητα επιτεύχθηκε στην απόσταση 100 – 150 μέτρα (8,54 μ/δ ή 30,74 χλμ/ω), όπου σημειώθηκε και ο ταχύτερος χρόνος επαφής με το έδαφος (2"559). Θα μπορούσαμε λοιπόν να θεωρήσουμε ότι, η μέγιστη ταχύτητα αποτελεί συνέπεια της επιτάχυνσης, καθώς οι δρομείς αφότου την επιτύχουν, αδυνατούν να επιταχύνουν περαιτέρω [12]. Συνεπώς, η ποιοτική επιτάχυνση μπορεί να επιφέρει στους αθλητές θετικά αποτελέσματα, καθώς τους δίνει τη δυνατότητα να πετύχουν υψηλότερη μέγιστη ταχύτητα, η οποία με την σειρά της, αποτελεί το κλειδί για την επιτυχία στο αγώνισμα.

Αρκετοί ερευνητές εξέτασαν τις κινηματικές συνιστώσες (μήκος και συχνότητα διασκελισμού) προκείμενου να μελετήσουν την συμβολή τους στην βελτίωση της απόδοσης, στα αγωνίσματα της ταχύτητας. Μεταξύ των δύο αυτών κινηματικών συνιστωσών, υπάρχει μία μαθηματική σχέση, ωστόσο όμως δεν είναι αιτιατή. Δηλαδή, εάν γίνει βελτίωση και των δύο, τότε αυτό θα πρέπει να ισοδυναμεί με συνολική αύξηση της ταχύτητας [20, 29]. Με βάση τα ευρήματά μας, αυτό επιβεβαιώνεται, καθώς το μέγιστο μήκος διασκελισμού (2,38 μ.) επιτεύχθηκε στα μισά της φάσης της επιτάχυνσης (50 – 100 μ.) και διατηρήθηκε αμετάβλητο καθ' όλη την διάρκεια της. Αντιθέτως, η συχνότητα διασκελισμού συνέχισε να αυξάνεται και στις επόμενες φάσεις της ταχύτητας (σταθεροποίησης, προοδευτικής μείωσης και απότομης μείωσης), φτά-

νοντας δύο φορές (200 – 250 μ. και 300 – 350μ.) στη μέγιστη μέση τιμή (3,62 Hz). Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι το μήκος διασκελισμού αποτελεί επακόλουθο αποτέλεσμα της αυξημένης ταχύτητας και όχι μια επιθυμητή προπονητική στρατηγική για την αύξηση της ταχύτητας [27, 38]. Θα μπορούσε να ειπωθεί λοιπόν, ότι στο μήκος διασκελισμού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και ανατομικοί παράγοντες, όπως είναι το μήκος των κάτω άκρων.

Με μοναδική εξαίρεση την συχνότητα διασκελισμού (αξιοσημείωτη πτώση καταγράφεται μόνο στα τελευταία 50 μ.), όλες οι υπόλοιπες τιμές παρουσιάζουν σημαντική πτώση στο δεύτερο μισό των τετρακοσίων μέτρων (από το έκτο πενήνταρι έως και τον τερματισμό), με αποτέλεσμα οι δρομείς στο συγκεκριμένο κομμάτι να επιβραδύνουν. Όπως είναι φυσικό, στην τελική ευθεία, η μείωση της ταχύτητας είναι αναπόφευκτη για όλους. Έρευνες όμως, έχουν δείξει ότι η πτώση της ταχύτητας σε αθλητές κορυφαίου επιπέδου (ελίτ) είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με αθλητές χαμηλότερων επιπέδων [15]. Η διαφορά αυτήν, θα μπορούσε να υποδηλώνει ότι οι δρομείς χαμηλότερων επιπέδων διαθέτουν μεγαλύτερη πνευματική δέσμευση ή/και καλύτερη ικανότητα να τρέχουν υπό κόπωση, σε σχέση με τους ελίτ αθλητές [15]. Συνεπώς, στην συνολική απόδοση των ατόμων καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει και η ψυχολογία.

Οι ερευνητές επίσης έχουν αποδείξει ότι τα επίπεδα του καμάτου είναι ιδιαίτερα πολύ υψηλά στα 400 μέτρα. Όπως είναι φυσιολογικό, οι βιοχημικοί δείκτες επηρεάζονται από την κόπωση, καθώς καταγράφονται, αρκετά υψηλές τιμές στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος [19, 24], εξαντλημένες τιμές στη φωσφοκρεατίνη [7, 19], σημαντικές μειώσεις στη τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) [19], αλλά και χαμηλές τιμές στο pH [23]. Στα τελευταία 50 μέτρα που θεωρητικά το pH μπορεί να φτάνει τις χαμηλότερες τιμές, η συχνότητα διασκελισμού κατέγραψε σημαντική πτώση (από 3,62 Hz στο προηγούμενο πενήνταρι έφτασε 3,52 Hz σε αυτό). Η συγκεκριμένη πτώση μπορεί να σχετίζεται με την αποδεδειγμένη μείωση της κατακόρυφης δυσκαμψίας των κάτω άκρων, που εμφανίζεται υπό συνθήκες κούρασης [30].

Κατά την διάρκεια του δρόμου των 400 μέτρων, η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα στους ενεργούς μύες σημείωσε ραγδαία αύξηση, γεγονός που οδήγησε τους επιστήμονες στο συμπέρασμα ότι ο οργανισμός προχώρησε στην ενεργοποίηση πρόσθετων κινητικών μονάδων, προκειμένου να αντισταθμίσει την προφανή αποτυχία της μυϊκής συσταλτικότητας, που παρουσιάζεται ως συνέπεια της μεταβολικής οξέωσης [15]. Η προοδευτική ή/και απότομη μείωση της ταχύτητας προκύπτει από ένα συνδυασμό αλλαγών που συμβαίνουν στους μύες και μιας πολύπλοκης ρύθμισης που προέρχεται από το κεντρικό νευρικό σύστημα και η οποία βασίζεται, σε ανατροφοδοτήσεις που προστατεύουν, από επιβλαβείς διαταραχές της ομοιόστασης [15, 39]. Τέλος, η διάκριση που υπάρχει και καθορίζει τα επίπεδα απόδοσης των αθλητών στο δρόμο των 400 μέτρων φαίνεται να βασίζεται στο μήκος του διασκελισμού, δηλαδή σε εμβιομηχανική παράμετρο [15].

Κεφάλαιο ΣΤ': Συμπεράσματα – Προτάσεις

Όπως προαναφέρθηκε, η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε εξ ολοκλήρου με την εν τω βάθει διερεύνηση του δρόμου των 400 μέτρων και την αποπεράτωση της οριοθέτησης του εύρους της απόστασης, κατά το οποίο εμφανίζεται ο κάματος (ψυχικός και σωματικός). Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν σχετικά με την τμηματική ανάλυση της απόστασης, ανά 50 και 100 μέτρα, κατέδειξαν αξιοσημείωτη διαφορά στις αντίστοιχες μέγιστες μέσες τιμές, της ταχύτητας, του μήκους διασκελισμού, της συσχέτισης του μήκους διασκελισμού και της συχνότητας διασκελισμού. Έτσι, κατέστη ως ασφαλής, αξιόπιστη και εμπειριστατωμένη, η ανάλυση ανά 50 μέτρα, καθώς μέσω αυτής κατορθώσαμε να διακρίνουμε με υψηλότερη ακρίβεια, την εμφάνιση και τις συνέπειες που επιφέρει η κόπωση στην συνολική απόδοση, στο δεύτερο μισό των τετρακοσίων μέτρων.

Η έρευνα επίσης κατέδειξε ότι, οι υψηλότερες ταχύτητες επιτεύχθηκαν με μεγάλο μήκος διασκελισμού (το μέγιστο που σημειώθηκε ήταν 2,38 μ.), έχοντας ως συνέπεια, οι δρομείς να καλύπτουν τόσο το συγκεκριμένο κομμάτι, όσο και την συνολική απόσταση των τετρακοσίων μέτρων, με λιγότερους διασκελισμούς. Για την επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η φάση επαφής με το έδαφος, καθώς όπως είναι φυσικό, στην φάση αιώρησης, ο δρομέας αδυνατεί να την αυξήσει περαιτέρω. Η ταχεία επαναλαμβανόμενη εφαρμογή της δύναμης στο έδαφος, από μόνη της προϋποθέτει την άμεση δαπάνη ενέργειας για τις απαιτήσεις του έργου. Με άλλα λόγια το πέλμα του αθλητή θα πρέπει να έρχεται σε όσο το δυνατόν μικρότερη επαφή με το έδαφος, έτσι ώστε να αυξηθεί η γωνία του πέλματος που διαγράφεται με το έδαφος, το οποίο με την σειρά του θα επιφέρει μικρότερη παραγωγή έργου, άρα και λιγότερη δαπάνη ενέργειας. Παρόλα αυτά, η απώλεια ταχύτητας που σημειώνεται στο δεύτερο μισό των τετρακοσίων μέτρων, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρωτεύων ρόλο για την διατήρησή της, παίζει το μήκος διασκελισμού και τυχόν μείωσή του οδηγεί σε άμεση πτώση της δρομικής ταχύτητας.

Συνοψίζοντας, με στοχευμένες προπονητικές παρεμβάσεις, οι δρομείς θα πρέπει να αναπτύξουν τον ρυθμό παραγωγής ATP μέσω των αναερόβιων πηγών ενέργειας, αλλά και να επιτύχουν μια ρυθμιστική ικανότητα, προκειμένου να αντισταθμίσουν την αυξημένη παραγωγή κατιόντων υδρογόνου (H^+) κατά την συσσώρευση του γαλακτικού οξέος. Οι προπονήσεις θα πρέπει να σχεδιάζονται και υπό κόπωση, προκειμένου να καλλιεργηθεί η αντοχή των μυών στις συγκεκριμένες έντονες εντάσεις και με την σειρά τους να πραγματοποιήσουν τις αντίστοιχες προσαρμογές, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος απώλειας της δρομικής τεχνικής υπό συνθήκες κόπωσης.

Σε μελλοντικές έρευνες, θα μπορούσε, να υλοποιηθεί η ίδια ακριβώς μελέτη και εν συνεχεία να πραγματοποιηθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων. Να μελετηθεί το ποσοστό της συμβολής των άνω άκρων στην συνολική απόδοση των ατόμων κάτω από συνθήκες κόπωσης ή μη, στους δρόμους ταχύτητας, ημιαντοχής και αντοχής, και στην πορεία να συγκριθεί η συνεισφορά στα διαφορετικά αγωνίσματα. Πιο αναλυτικά, προτείνουμε να μετρηθεί η συμβολή που παρέχεται στην απόδοση από τα άνω άκρα: (α) χωρίς να γίνεται κίνηση, (β) με περιορισμένη κίνηση (π.χ.: στο 25, 50 ή 75%), (γ) με πλήρη κίνηση (100%) και (δ) πως μπορεί να επηρεάζεται από ανατομικά φύσης θέματα, όπως είναι η κύφωση.

Κεφάλαιο Ζ': Βιβλιογραφία

1. American College of Sports Medicine (2014). *ACSM's resources for the personal trainer (fourth edition)*, (pp. 338). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
2. Ancillao, A. (2018). *Modern functional evaluation methods for muscle strength and gait analysis*, (pp. 1 – 29). Germany: SpringerBriefs in applied sciences and technology.
3. Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 14, 5, 377 – 381.
4. Brüggeman, G., Koszewski, D., & Müller, H. (1999). Biomechanics Research Project, Athens 1997: Final Report. *Research centre by world athletics*, 54 – 62. Retrieved from <https://worldathletics.org/about-iaaf/documents/research-centre>.
5. Cho, Y., Jang, S., Cho, J., Kim, M., Lee, H., Lee, S., & Moon, S. (2018). Evaluation of Validity and Reliability of Inertial Measurement Unit-Based Gait Analysis Systems. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42, 6, 872 – 883.
6. Collin, J., Davidson, P., Kirkko-Jaakkola, M., & Leppakoski, H. (2019). Inertial Sensors and Their Applications (pp. 1 – 32).
7. Duffield, R., Dawson B., & Goodman C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 23, 3, 299 – 307.
8. European athletics (2023). Athletes & data – Records. Retrieved from <https://www.european-athletics.com/historical-data/records>.
9. European athletics (2022). Athletes & data – Top list by season. Retrieved from <https://www.european-athletics.com/historical-data/top-list/season>.
10. Gajer, B., Hanon, C., & Thepaut-Mathieu, C. (2007). Velocity and stride parameters in the 400 metres. *New Studies in Athletics*, 22, 3, 39 – 46.
11. Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31, 10, 725 – 741.
12. Goodwin, J. (2011). Maximum velocity is when we can no longer accelerate using biomechanics to inform speed development. *Strength and Conditioning*, 3 – 9.
13. Goodwin, J., Tawiah-Dodoo, J., Waghorn, R., & Wild, J. (2018). Sprint Running. *Routledge Handbook of Strength and Conditioning*, 473 – 505.
14. Grgić, D., Babic, V., & Blažević, I. (2019). Running dynamics in male 400m sprint event. *Series IX: Sciences of human kinetics*, 12, 61, 2, 41 – 48.
15. Hanon, C., & Gajer, B. (2009). Velocity and stride parameters of world-class 400-meter athletes compared with less experienced runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2, 524 – 531.

16. Hellenic athletics federation – SEGAS (2023). Αγώνες – Στατιστικά – Πανελλήνια ρεκόρ. Retrieved from <https://www.segas.gr/panellinia-rekor/>.
17. Hellenic athletics federation – SEGAS (2022). Αγώνες – Στατιστικά – Οι καλύτεροι/ες ανά έτος. Retrieved from <https://www.segas.gr/oi-kalyteroi-es-ana-etos/>.
18. Hill, D. (1999). Energy system contributions in middle–distance running events. *Journal of Sports Science*, 17, 477 – 483.
19. Hirvonen, J., Nummela, A., Rusko, H., Rehunen, S., & Härkönen, M. (1987). Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate and lactate during the 400-m sprint. *Canadian Journal of Sports Science*, 17, 2, 141 – 144.
20. Hunter, J., Marshall, R., & Mcnair, P. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine & science in sports & exercise*, 36, 2, 261 – 271.
21. Jackson, A., & Pollock, M. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40, 3, 497 – 504.
22. Kamstra, H., Wilmes, E., & Frans, C. (2022). Quantification of error sources with inertial measurement units in sports.
23. Kinderman, W., & Schnabel, A. (1980). Verhalten der anaeroben ausdauer bei 400m. *Mittelstrecken und Langstreckläufern*, 31, 225 – 230.
24. Lacour, J., Bouvat, E., & Dormois, D. (1990). Post – competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400–m and 800–m races. *European Journal of Applied Physiology*, 61, 172 – 176.
25. Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 140, 5 – 55.
26. Macadam, P., Cronin, J., Neville, J., & Diewald, S. (2019). Quantification of the validity and reliability of sprint performance metrics computed using inertial sensors: a systematic review. *Gait & Posture*, 73, 26 – 38.
27. Mann, R., Kotmel, J., Herman, J., Johnson, O., & Schultz, C. (1984). *Kinematic trends in elite sprinters*. Academic Publishers. University of Kentucky, USA.
28. Mero, A., Komi, P., Gregor, R. (1992). Biomechanics of sprint running. A review. *Sports medicine*, 13, 6, 376 – 392.
29. Monte, A., Muollo, V., Nardello, F., & Zamparo, P. (2016). Sprint running: how changes in step frequency affect running mechanics and leg spring behavior at maximal speed. *Journal of sports sciences*, 35, 4, 339 – 345.
30. Morin, JB., Jeannin, T., & Chevalier, R. (2006). Spring-mass model characteristics during sprint running: correlation with performance and fatigue-induced changes *International Journal of Sports Medicine*, 27, 158 – 165.

31. Nummela, A. & Rusko, H. (1995). Time course of anaerobic and aerobic energy expenditure during short-term exhaustive running in athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 16, 8, 522 – 527.
32. Nummela, A., Vuorimaa T., & Rusko H. (1992). Changes in force production, blood lactate and EMG activity in the 400-m sprint. *Journal of Sports Sciences*, 10, 3, 217 – 228.
33. O'Day, J., Lee, M., Seagers, K., Hofman, S., Jih-Schif, A., Kidziński, Ł., Delp, S., & Bronte-Stewart, H. (2022). Assessing inertial measurement unit locations for freezing of gait detection and patient preference. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 19, 20.
34. Peters, A., Galna, B., Sangeux, M., Morris, M., & Baker, R. (2010). Quantification of soft tissue artifact in lower limb human motion analysis: A systematic review. *Gait & Posture*, 31, 1, 1 – 8.
35. Pollitt, L., Walker, J., Tucker, C., Bissas A., & Merlino, S. (2018). Biomechanical report for the IAAF World Championships 2017: 400m Men's. *Research centre by world athletics*. Retrieved from <https://worldathletics.org/about-iaaf/documents/research-centre>.
36. Prasanth, H., Caban, M., Keller, U., Courtine, G., Ijspeert, A., Vallery, H., & Zitzewitz, J. (2021). Wearable Sensor-Based Real-Time Gait Detection: A Systematic Review. *Sensors*, 21, 8, 2727.
37. Thompson, M. (2017). Physiological and biomechanical mechanisms of distance specific human running performance. *Integrative and comparative biology*, 57, 2, 293–300.
38. Toyoshima, R., & Sakurai, S. (2016). Kinematic characteristics of high step frequency sprinters and long step length sprinters at top speed phase. *International journal of sport and health science*, 14, 0, 41 – 50.
39. Tucker, R., Lambert, M., & Noakes, T. (2006). An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *International journal of sports physiology and performance*, 1, 223 – 245.
40. Schmidt, M., Rheinländer, C., Nolte, K., Wille, S., Wehn, N., & Jaitner, T. (2016). IMU- based Determination of Stance Duration During Sprinting. *Procedia Engineering*, 147, 747–752.
41. Spencer, M., & Gastin, P. (2001). Energy system contribution during 200– to 1500–m running in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 157 – 162.
42. Wells, K., & Dillon, E. (1952). The Sit and Reach-A Test of Back and Leg Flexibility. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 23, 1, 115 – 118.
43. Weyand, P., Cureton, K., Conley, D., & Sloniger, M. (1993). Percentage anaerobic energy utilized during track running events. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, S105.

44. Weyand, P., Cureton, K., Conley, D., Sloniger, M. & Liu, Y. (1994). Peak oxygen deficit predicts sprint and middle–distance track performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 9, 1174 – 1180.
45. World athletics (2023). Stats zone – Records – Records by type. Retrieved from <https://worldathletics.org/records/by-category/world-records>.
46. World athletics (2022). Stats zone – Top lists – Season top lists. Retrieved from <https://worldathletics.org/records/toplists/sprints/400metres/outdoor/men/u20/2022?regionType=world&timing=electronic&page=1&bestResultsOnly=true>.
47. World Health Organization (1997). *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. Report of a WHO Consultation of Obesity. Geneva, 3 – 5 June 1997.
48. Zhao, H., Wang, Z., Qiu, S., Shen, Y., & Wang, J. (2017). IMU-based gait analysis for rehabilitation assessment of patients with gait disorders. *4th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI)*, (pp. 622 – 626).
49. Zouhal, H., Jabbour, G., Jacob, C., Duvigneau, D., Botcazou, M., Abderrahaman, A., Prioux, J., & Moussa, E. (2010). Anaerobic and aerobic energy system contribution to 400-m flat and 400-m hurdles track running. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 9, 2309-2315
50. Κέλλης, Σ., Κοντονάσιος, Ι., Μάνου, Β., Πυλιανίδης, Θ., Σαρασλανίδης, Π., & Σούλας, Δ. (2009). Κλασικός αθλητισμός στην εκπαίδευση & τον αθλητισμό: Τεχνική, διδακτική, προπονητική αναπτυξιακών ηλικιών, 399 – 401.
51. Μούγιος, Β. (2006). Βιοχημεία της άσκησης. *Broken Hills Publisher*.

Παραρτήματα

Παράρτημα Α: Η έγκριση διεξαγωγής της έρευνας από την Ε.Ε.Δ., του Τ.Ε.Φ.Α.Α., του Π.Θ.



Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 7/6/2023

Αριθμ. Πρωτ.: 2220

Βεβαίωση έγκρισης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Ανάλυση, με την χρήση επιταχυνσιόμετρων, του μήκους και της συχνότητας διασκελισμού, στο δρόμο των 400 μέτρων / Analysis of stride length and frequency by using accelerometers during 400 meters

Επιστημονικώς υπεύθυνος / επιβλέπων: Βουτσελάς Βασίλειος

Ιδιότητα: Καθηγητής Ε.Ε.Π.

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Κύριος ερευνητής / φοιτητής: Παπαγιαννούλας Αθανάσιος

Πρόγραμμα Σπουδών: Βασικό Πτυχίο στην Επιστήμη Φ.Α. και Αθλητισμού

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι: Διπλωματική εργασία

Τηλ. επικοινωνίας: +30 69# ### ####

Email επικοινωνίας: *****@gmail.com

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. 1-13/7-6-2023 συνεδρίασή της εγκρίνει τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της
Εσωτερικής Επιτροπής
Δεοντολογίας – ΤΕΦΑΑ

Τσιόκανος Αθανάσιος
Καθηγητής

Παράρτημα Β: Έντυπο συγκατάθεσης συμμετέχοντα στην ερευνητική εργασία



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Δήλωση συγκατάθεσης συμμετέχοντα στην ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Ανάλυση, με την χρήση επιταχυνσιόμετρων, του μήκους και της συχνότητας διασκελισμού, στο δρόμο των 400 μέτρων / Analysis of stride length and frequency by using accelerometers during 400 meters

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Βουτσελάς Βασίλειος, Καθηγητής (Ειδικό Εκπαιδευτικό Προσωπικό – Ε.Ε.Δ.), email: vvouts@pe.uth.gr, τηλ.: +30 2431 0####.

Ερευνητής: Παπαγιαννούλας Αθανάσιος, email: paragiannoulas@uth.gr, τηλ.: +30 698 ### ####

1. Σκοπός

Η παρούσα μελέτη υλοποιείται, ούτως ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα τον μηχανισμό ενέργειας / κόπωσης, κατά την διάρκεια του αγώνισματος των 400 μέτρων και πως αυτός επηρεάζει μία σειρά από βασικές λειτουργίες της τεχνικής του τρεξίματος, όπως είναι, το μήκος και η συχνότητα διασκελισμού, τον χρόνο επαφής στο έδαφος, τον χρόνο αιώρησης, καθώς και τον κύκλο διάτασης – βράχυνσης.

2. Διαδικασία

Η έρευνα χωρίζεται σε 2 μέρη (φάσεις) και αναμένεται να διενεργηθεί στην κλειστή αίθουσα στίβου και στον ανοιχτό στίβο του Δημοτικού Σταδίου Τρικάλων. Στο πρώτο μέρος, περιλαμβάνεται η αξιολόγηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και σωματικής σύστασης των συμμετεχόντων. Στο δεύτερο μέρος, οι συμμετέχοντες θα εκτελέσουν μία μέγιστη έντασης προσπάθεια, στο αγώνισμα του δρόμου των 400 μέτρων, έχοντας πρωτίστως εφαρμόσει στην δεξιά και αριστερή τους κνήμη, από ένα επιταχυνσιόμετρο. Η συνολική διάρκεια της συμμετοχής σας εκτιμάται στα 90'.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

- Μετά το πέρας της προσπάθειας, θα αισθανθείτε την φυσιολογική κόπωση που προκαλεί η μέγιστη έντασης άσκηση.
- Ο κίνδυνος εκδήλωσης τραυματισμού, κατά την διάρκεια της προσπάθειας, είναι χαμηλός. Σε περίπτωση όμως που συμβεί οτιδήποτε, θα υπάρχει εκπαιδευμένο προσωπικό, για την άμεση και ταχεία παροχή πρώτων βοηθειών.
- Υπάρχει περίπτωση να σημειωθεί υπόταση, αλλά αυτό αποτελεί φυσιολογικό αποτέλεσμα, λόγω της έντασης της άσκησης. Στο ενδεχόμενο εμφάνισης, η επαναφορά στα κανονικά επίπεδα, θα ολοκληρωθεί εντός ολίγων λεπτών.

4. Προσδοκώμενες οφειλές

Σελίδα 1 / 2

- Τα άτομα έχουν την ευκαιρία να βιώσουν από κοντά, την διαδικασία διεξαγωγής μίας έρευνας και να γίνουν μέρος αυτής, αποκτώντας πολύτιμες γνώσεις.
- Άμεσα και δωρεάν θα αποκομίσετε πληροφορίες, σχετικές με τον μηχανισμό ενέργειας/κόπωσης του οργανισμού σας.
- Ορθότερος προγραμματισμός των προπονήσεων, σε σχέση με τους βραχυπρόθεσμους, μεσοπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους, καθώς επίσης και μείωση της συχνότητας εμφάνισης τραυματισμών.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Με την συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι, συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, υπό την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα (όπως τα ονόματα των συμμετεχόντων κ.ά.). Όλα τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν, θα κρυπτογραφηθούν με αριθμό, έτσι ώστε το όνομά σας να μην εμφανίζεται πουθενά.

6. Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της έρευνας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση, ζητήστε μας να σας παρέχουμε περαιτέρω διευκρινίσεις.

7. Ελευθερία συναίνεσης

- Η συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα, είναι εθελοντική.
- Παραμένει στην δικιά σας βούληση, η έγκριση συγκατάθεσης ή η απόρριψή της.
- Κατά την διάρκεια της έρευνας μπορείτε να αποδεσμευτείτε από αυτήν, οποτεδήποτε το επιθυμήσετε, χωρίς νομικές δεσμεύσεις.

8. Δήλωση συναίνεσης

- Με την ανάγνωση του παρόντος έντυπου, έχω επίγνωση όλων των διαδικασιών που θα ακολουθηθούν.
- Συνεπώς, με την επικείμενη υπογραφή μου, κατανοώ και συναινώ απόλυτα, με την συμμετοχή μου στην ερευνητική εργασία.

Όνοματεπώνυμο συμμετέχοντος: _____ Υπογραφή:

Όνοματεπώνυμο παρατηρητή: _____ Υπογραφή:

Όνοματεπώνυμο γονέα ή κηδεμόνα: _____ Υπογραφή:

Ημερομηνία: ___ / ___ / _____ Υπογραφή ερευνητή:

Παράρτημα Γ: Έντυπο Ιατρικού Ιστορικού και Τρόπου Ζωής

Έντυπο Ιατρικού Ιστορικού και Τρόπου Ζωής

ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Επώνυμο: _____ Όνομα: _____

Πατρώνυμο: _____ Ημερομηνία γέννησης: _____

Τηλέφωνο επικοινωνίας: _____

ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ανάστημα: _____ σε μέτρα

Βάρος: _____ σε κιλά

Συμπληρώστε με «X» τα κουτάκια.

Παρακαλείσθε να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις, αφού πρωτίστως τις διαβάσετε προσεκτικά. Στην περίπτωση που δεν είστε σίγουρος για το νόημα μιας ερώτησης, ζητήστε μας να σας παρέχουμε περαιτέρω διευκρινίσεις.

Σας ενημερώνουμε ότι ισχύει το Ιατρικό Απόρρητο. Συνεπώς, όλα τα στοιχεία που βρίσκονται στο παρόν έντυπο, θα αξιολογηθούν και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο, για σκοπούς που αφορούν την ερευνητική διαδικασία και την εύρυθμη διεξαγωγή της.

Με την επικείμενη υπογραφή σας, δηλώνεται την γνησιότητα των στοιχείων.

Σελίδα 1 / 8

ΑΤΟΜΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Σας έχει ενημερώσει ποτέ ιατρός ότι έχετε κάτι από τα ακόλουθα;

A. Μυοκαρδίτιδα; Όχι Ναι

B. Καρδιακό φύσημα; Όχι Ναι

Γ. Περικαρδίτιδα; Όχι Ναι

Δ. Κάποιο άλλο καρδιακό νόσημα / πρόβλημα; *(Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)*

E. Υψηλή αρτηριακή πίεση; Όχι Ναι

ΣΤ. Κάποια νόσο των αρτηριών; *(Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)*

Z. Υψηλή χοληστερίνη; Όχι Ναι

H. Σακχαρώδη διαβήτη; Όχι Ναι

Εάν ναι, τι τύπο; *(Ονομαστική αναφορά μόνο)*

Θ. Άσθμα; Όχι Ναι

I. Κάποιο άλλο αναπνευστικό νόσημα / πρόβλημα; *(Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)*

Σελίδα 2 / 8

ΙΑ. Θυροειδή; Όχι Ναι

Εάν ναι, τι τύπο; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

ΙΒ. Καρκίνο; Όχι Ναι

Εάν απαντήσατε «ναι», παρακαλούμε παρέχετε μας περαιτέρω πληροφορίες. Θεραπευτήκατε ή νοσηίετε; Σε ποιο μέρος του σώματος εμφανίστηκε; Τι μορφή όγκου, καλοήθης ή κακοήθης; Τι σας συμβούλεψε ο ιατρός σας, για τις ασκήσεις μέγιστης έντασης;

Σας συνέβη ποτέ κάτι από τα παρακάτω;

Α. Τραυματισμός στην ποδοκνημική, στα γόνατα, στην οσφύ, στην σπονδυλική στήλη ή σε άλλο μέρος του σώματος; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

Β. Χειρουργική επέμβαση; (Επεξήγηση)

Σελίδα 3 / 8

Γ. Άλλο; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Κάποιο κοντινό μέλος της οικογένειας υπέστη κάτι από τα ακόλουθα;

- | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|-------------------|
| A. Έμφραγμα του μυοκαρδίου; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| B. Επέμβαση καρδιάς; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| Γ. Καρδιακή ανεπάρκεια; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| Δ. Καρδιακό κατετηριασμό; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| E. Βαλβιδοπάθεια; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| ΣΤ. Συγγενή καρδιοπάθεια | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| Z. Στεφανιαία νόσος | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| H. Υψηλή αρτηριακή πίεση; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| Θ. Υψηλά επίπεδα χοληστερίνης; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| I. Σακχαρώδη διαβήτης; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| ΙΑ. Άνοια; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |
| ΙΒ. Εγκεφαλικό επεισόδιο; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι, στα ____ έτη |

Σελίδα 4 / 8

ΙΓ. Καρκίνο; Όχι Ναι, στα ____ έτη

ΙΔ. Άλλο; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Έχετε παρουσιάσει πρόσφατα ή παρουσιάζετε:

- | | | | | |
|--|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| A. Αίσθημα καρδιακών παλμών; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| B. Διαταραχές καρδιακού ρυθμού; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| Γ. Αιμόπτυση; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| Δ. Πόνο στο στήθος; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| E. Πόνο στην οσφυ ή την σπονδυλική στήλη; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| ΣΤ. Πρήξιμο, δυσκαμψία ή πόνο στις αρθρώσεις; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| Z. Δύσπνοια στην καθημερινότητα; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| H. Βήχα στην εξάντληση; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| Θ. Ζαλάδα – λιποθυμία; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| I. Μούδιασμα των άνω ή/και των κάτω άκρων; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| ΙΑ. Κόπωση κατά την διάρκεια απλών δραστηριοτήτων; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| ΙΒ. Δυσφορία στο στήθος κατά την άσκηση; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| Εάν ναι, βελτιώθηκε με το διάλειμμα; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| ΙΓ. Ανεξήγητη δύσπνοια κατά την διάρκεια της άσκησης ή κάποιας δραστηριότητας; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |
| Εάν ναι, βελτιώθηκε με το διάλειμμα; | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> | Ναι |

Σελίδα 5 / 8

ΙΔ. Μυοσκελετικά προβλήματα;

Όχι

Ναι

Εάν ναι, σε ποια περιοχή; Τι νιώθετε τώρα; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

ΙΕ. Τραυματισμούς αυτήν την περίοδο;
(διάστρεμμα, θλάση ή άλλο)

Όχι

Ναι

Εάν ναι, σε ποια σημεία; Τι νιώθετε τώρα; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

ΙΣΤ. Άλλο; (Ονομαστική αναφορά και επεξήγηση)

ΦΑΡΜΑΚΑ / ΟΥΣΙΕΣ

Λαμβάνετε κάτι από τα ακόλουθα;

Α. Φάρμακο ή φαρμακευτική αγωγή;
(Συνταγογραφημένο/-μένη ή μη)

Όχι

Ναι

Εάν ναι, ονομαστική αναφορά και επεξήγηση:
(Πόσο καιρό; Λόγω λήψης, δοσολογία ανά ημέρα, τυχόν παρενέργειες)

Σελίδα 6 / 8

B. Απαγορευμένες ουσίες Όχι Ναι

Εάν ναι, ονομαστική αναφορά και επεξήγηση

(Πόσο καιρό; Λόγω λήψης, δοσολογία ανά ημέρα, τυχόν παρενέργειες)

ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ / ΤΡΟΠΟΣ ΖΩΗΣ

A. Καπνίζετε; Όχι Ναι

Εάν ναι: – Τι είδος; _____ (τσιγάρα, πούρα, άλλο)

– Πόσο καιρό; _____ (κατά προσέγγιση)

– Πόσο καπνίζετε ανά ημέρα; _____ (κατά προσέγγιση)

B. Έχετε σταματήσει το κάπνισμα; Όχι Ναι

Εάν ναι: – Πόσα χρόνια καπνίζατε; _____ έτη

– Πριν πόσο καιρό; _____ (κατά προσέγγιση)

– Πόσο καπνίζατε ανά ημέρα; _____ (κατά προσέγγιση)

Γ. Οινοπνευματώδη ποτά; Όχι Ναι

Εάν ναι: – Συνολικά σε μια εβδομάδα; _____ (κατά προσέγγιση)

– Αναφέρεται τα ποτά (ονομαστικά) και πόσα από αυτά καταναλώνεται σε μια εβδομάδα (αριθμό): _____

Δ. Αναψυκτικά; Όχι Ναι

Εάν ναι, πόσα ανά ημέρα ή εβδομάδα; _____ (κατά προσέγγιση)

E. Καφεΐνη ή ροφήματα με καφεΐνη; Όχι Ναι

Εάν ναι, πόσα ανά ημέρα ή εβδομάδα; _____ (κατά προσέγγιση)

Σελίδα 7 / 8

ΣΤ. Σπουδάζετε; Όχι Ναι

Ζ. Εργάζεστε; Όχι Ναι

Εάν ναι, πόσες ώρες και μέρες την εβδομάδα; _____

Πως θα χαρακτηρίζατε την εργασία σας; Καθιστική

Δραστήρια

Βαριά χειρωνακτική

Η. Άσκηση:

- Πόσες ημέρες την εβδομάδα; _____ μέρες

- Πόσες ώρες την ημέρα; _____ ώρες (κατά προσέγγιση)

- Σε τι εντάσεις; _____ % (κατά προσέγγιση)

- Είχατε δυσφορία ή πόνο μετά από μέγιστη έντασης άσκησης; _____

Όνοματεπώνυμο συμμετέχοντος: _____ Υπογραφή: _____

Όνοματεπώνυμο γονέα ή κηδεμόνα: _____ Υπογραφή: _____

Ημερομηνία: ___ / ___ / _____

Υπογραφή ερευνητή: _____

Παράρτημα Δ: Ερωτηματολόγιο κόπωσης και αίσθησης της προσπάθειας

Ερωτηματολόγιο κόπωσης και αίσθησης της προσπάθειας

1. Με βάση την υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης, στην ακόλουθη κλίμακα που θα τοποθετούσατε την προσπάθειά σας; (Κυκλώστε τον αντίστοιχο αριθμό)

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Πάρα πολύ ήπια		Πολύ ήπια		Σχετικά ήπια		Σχετικά έντονη		Έντονη		Πολύ έντονη		Πάρα πολύ έντονη			
								0 – 50μ.	50 – 100μ.	100 – 150μ.	150 – 200μ.	200 – 250μ.	250 – 300μ.	300 – 350μ.	350 – 400μ.

2. Σε ποιο πενήνταρι αισθανθήκατε:
(Συμπληρώστε με X στα κουτάκια)

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
– Βραδύτερος;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Ταχύτερος;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Μέγιστη αναπνευστική πίεση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Μέγιστη σωματική πίεση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Μέγιστη κόπωση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

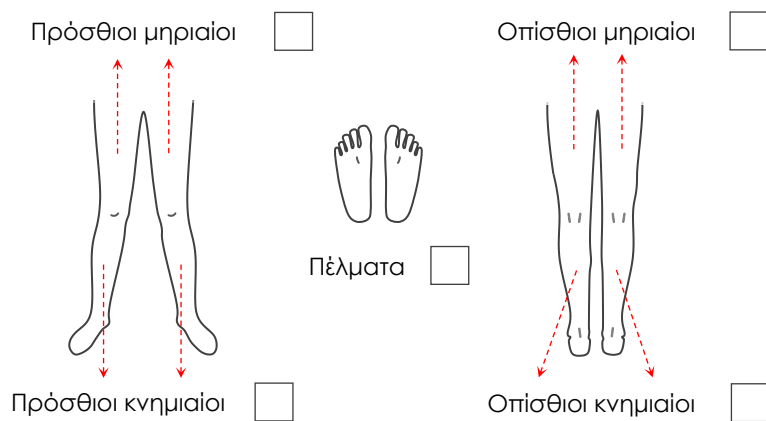
3. Σε ποιο εκατοστάρι αισθανθήκατε:
(Συμπληρώστε με X στα κουτάκια)

	1°	2°	3°	4°
– Βραδύτερος;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Ταχύτερος;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Μέγιστη αναπνευστική πίεση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Μέγιστη σωματική πίεση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Μέγιστη κόπωση;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Λόγω της γενικής κόπωσης, σε ποιο σημείο της απόστασης αισθανθήκατε, είτε από μόνος σας, είτε κατόπιν υπόδειξης, ότι δεν γίνεται πλήρης, η κίνηση των χεριών; (Κυκλώστε τον αντίστοιχο αριθμό)

1 ^ο	2 ^ο	3 ^ο	4 ^ο	5 ^ο	6 ^ο	7 ^ο	8 ^ο
0 – 50μ.	50 – 100μ.	100 – 150μ.	150 – 200μ.	200 – 250μ.	250 – 300μ.	300 – 350μ.	350 – 400μ.

5. Κατά την διάρκεια της προσπάθειας, σε ποιο ή ποια σημεία των κάτω άκρων ή/και των άκρων ποδός νιώσατε σφίξιμο ή/και κάψιμο, λόγω της συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος; (Συμπληρώστε με X στα κουτάκια)



6. Μετά το πέρας της προσπάθειας, παρουσιάσατε ή/και σας συνέβη κάτι από τα ακόλουθα: (Συμπληρώστε με X στα κουτάκια)

Ναυτία	<input type="checkbox"/>	Αδυναμία	<input type="checkbox"/>
Ζάλη	<input type="checkbox"/>	Πονοκέφαλο	<input type="checkbox"/>
Έμετο	<input type="checkbox"/>	Σύγχυση	<input type="checkbox"/>
Αίσθημα αποπροσανατολισμού			<input type="checkbox"/>

Όνοματεπώνυμο συμμετέχοντος: _____

Ημερομηνία: ___ / ___ / _____ Υπογραφή ερευνητή: _____