

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ  
ΨΥΧΟΣΩΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΥΠΕΡ-ΜΑΡΑΘΩΝΙΟ ΑΓΩΝΑ  
ΔΡΟΜΟΥ MARATHON DES SABLES

του

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Λεωνίδας Ιωάννου

Ακαδημαϊκός Σύμβουλος

Ανδρέας Φλουρής

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2016

© Copyright

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, σε όσους άμεσα ή έμμεσα συνέβαλαν σε αυτήν την ερευνητική μου προσπάθεια, κατά την οποία απέκτησα πολύτιμες γνώσεις και εμπειρίες που θα με συντροφεύουν στην διάρκεια της ζωής μου.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ανδρέα Φλουρή, για τη δυνατότητα και την ευκαιρία που μου έδωσε να εκπονήσω την παρούσα διατριβή σε έναν τόσο ενδιαφέρον επιστημονικό τομέα, με την μετάβαση του στον χώρο διεξαγωγής του αγώνα προκειμένου να συλλέξει τα ερευνητικά δεδομένα, καθώς επίσης και για την καθημερινή υποστήριξή του καθ' όλη την διάρκεια της προσπάθειας μου. Πέραν των προαναφερθέντων, οφείλω να τον ευχαριστήσω και γιατί δημιούργησε ένα γόνιμο περιβάλλον επιστημονικού και προσωπικού διαλόγου, που με βοήθησε να διευρύνω τον τρόπο ερευνητικού προβληματισμού και σκέψης μου στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον μοναδικό συμμετέχοντα της παρούσας έρευνας κ. Γεώργιο-Ιωάννη Τσιάνο, για την άψογη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη την διάρκεια της μελέτης αυτής. Όπως επίσης και για την συγκατάθεση του για την συλλογή δεδομένων, παρά την υψηλή ψυχική και σωματική καταπόνηση που δεχόταν κατά την διάρκεια της αγωνιστικής επιβάρυνσης. Ευχαριστώ επίσης θερμά, για την συμβολή τους στην διεκπεραίωση αυτής της εργασίας, αλλά και για την τιμή που μου έκαναν να συμμετάσχουν ως μέλη της Τριμελούς Επιτροπής μου τον κ. Αθανάσιο Τζιαμούρτα, την κ. Χριστίνα Καρατζαφέρη και τον κ Γιάννη Κουτεντάκη.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστώ όλους τους υπόλοιπους συναδέλφους και μέλη του εργαστηρίου περιβαλλοντικής φυσιολογίας FAME Laboratory για την εποικοδομητική συνεργασία και συμπαράστασή που μου προσέφεραν στην πορεία διεκπεραίωσης της

διατριβής. Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για την αμέριστη συμπαράσταση και ηθική στήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της παρακολούθησης του μεταπτυχιακού μου προγράμματος.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο υπέρ-μαραθώνιος αγώνας δρόμου πολλαπλών σταδίων Marathon des Sables (MdS) θεωρείται ο σκληρότερος αγώνας δρόμου στην Γη. Διοργανώνεται στην έρημο Σαχάρα σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος έως 50°C, όπου ο αθλητής συμπληρώνει διαφορετικές αποστάσεις πολλαπλών σταδίων σε διάστημα 7 ημερών. Κατά τη διάρκεια του αγώνα, οι συμμετέχοντες υποστηρίζονται με 4½ L νερό, ημερησίως, αλλά κουβαλούν όλο τον εξοπλισμό και τα τρόφιμα που θα καταναλώσουν, με όριο συμμετοχής τις 2.000 kcal ημερησίως. Ο πρώτος στόχος της μελέτης ήταν να εξεταστούν τυχόν παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση στον MdS. Ο δεύτερος στόχος της μελέτης ήταν να ελεγχθεί η ψυχοσωματική καταπόνηση που δέχεται ένας αθλητής κατά την διαμονή και την αγωνιστική επιβάρυνση στον MdS. Προκειμένου να ελεγχθεί ο πρώτος στόχος, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν ιστορικά δεδομένα των τελευταίων 16 ετών (2000-2015) από την επίσημη ιστοσελίδα της διοργάνωσης, ιστοσελίδες αγώνων δρόμου και ιστοσελίδες καταγραφής θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Προκειμένου να ελεγχθεί ο δεύτερος στόχος, ελέγχθηκαν και αναλύθηκαν μεταβλητές υγείας και απόδοσης ενός αθλητή 39 ετών ο οποίος ολοκλήρωσε τον MdS το 2015. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η δρομική ταχύτητα κατά τον MdS επηρεάζεται από παράγοντες όπως η διαφορά θερμοκρασίας της χώρας προέλευσης των αθλητών και της θερμοκρασίας του αγώνα, το φύλο, η ηλικία, η εμπειρία, και η καταγωγή των συμμετεχόντων ( $p < 0.001$ ). Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ο αθλητής δέχεται μεγάλη ψυχοσωματική καταπόνηση από την συμμετοχή του στον MdS, καθώς παρουσιάζονται μεγάλες μεταβολές και διακυμάνσεις σε δείκτες υγείας, όπως η θερμοκρασία πυρήνα σώματος, το γαλακτικό οξύ, η γλυκόζη αίματος, ο συνολικός όγκος νερού στο σώμα, η γνωστική ικανότητα, και η φλεγμονή ( $p < 0.05$ ). Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόσληψη αντιοξειδωτικών βοήθησε σημαντικά παράγοντες όπως, η υποκειμενική κόπωση του αθλητή και η θερμική δυσφορία ( $p < 0.05$ ).

Συμπερασματικά, ο MdS επηρεάζεται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες και προκαλεί σοβαρή ψυχοσωματική καταπόνηση στους αθλητές.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μαραθώνιος της Ερήμου, ψυχοσωματική καταπόνηση, γνωστική ικανότητα, θερμική επιβάρυνση, αντιοξειδωτικά

## ABSTRACT

The multistage ultramarathon competition entitled “Marathon des Sables” (MdS) is considered to be the most challenging ultra-running event worldwide. It takes place in the Moroccan desert, with maximum daytime temperature of 50°C, where multiple stages of different lengths have to be completed within 7 days. During the whole competition, the participants are supported with 4½ L water rations, daily, but have to carry their own equipment, including food of at least 2.000 kcal per day. The first aim of this study was to investigate how factors such as environmental temperature, age, sex, running experience, and ethnicity can affect performance during the MdS. The second aim of this study was to investigate the impact of MdS on psychophysical factors in an ultra-endurance athlete. To test the first aim, we collected historical data for the last 16 years (2000-2015), from the official website of the race, other endurance websites, and environmental temperature websites. To test the second aim, we collected and analyzed data from a 39-year-old athlete who participated in the MdS during the 2015 competition. The results showed that performance during the MdS was impacted by factors such as climatic conditions, sex, age, running experience, and ethnicity ( $p < 0.001$ ). Furthermore, the results showed that, athletes are impacted by high psychophysical load during the MdS, because factors such as, core temperature, lactic acid, blood glucose, total body water, cognitive function, and inflammation showed large fluctuations ( $p < 0.05$ ). In addition to the above, results showed that antioxidant intake during the MdS can reduce perceived exertion and thermal discomfort ( $p < 0.05$ ). In conclusion, performance during the MdS is depended on both genetic and environmental factors and induces severe psychophysical stress to athletes.

**KEY WORDS:** Marathon des Sables; psychosomatic load; cognitive function; heat stress; antioxidants.

## Υπεύθυνη Δήλωση

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ιωάννου Λεωνίδα-09/2014, μεταπτυχιακός φοιτητής του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία»

δηλώνω υπεύθυνα ότι αποδέχομαι τους παρακάτω όρους που αφορούν

(α) στα πνευματικά δικαιώματα της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) μου με τίτλο: «ΨΥΧΟΣΩΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΙΟΝΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΥΠΕΡ-ΜΑΡΑΘΩΝΙΟ MARATHON DES SABLES».

(β) στη διαχείριση των ερευνητικών δεδομένων που θα συλλέξω στην πορεία εκπόνησής της:

1. Τα πνευματικά δικαιώματα του τόμου της μεταπτυχιακής ή διδακτορικής διατριβής που θα προκύψει θα ανήκουν σε μένα. Θα ακολουθήσω τις οδηγίες συγγραφής, εκτύπωσης και κατάθεσης αντιτύπων της διατριβής στα ανάλογα αποθετήρια (σε έντυπη ή/και σε ηλεκτρονική μορφή).

2. Η διαχείριση των δεδομένων της διατριβής ανήκει από κοινού σε εμένα και στον κύριο επιβλέποντα καθηγητή.

3. Οποιαδήποτε επιστημονική δημοσίευση ή ανακοίνωση (αναρτημένη ή προφορική), ή αναφορά που προέρχεται από το υλικό/δεδομένα της εργασίας αυτής θα γίνεται με συγγραφείς εμένα τον ίδιο, τον κύριο επιβλέποντα ή/και άλλους ερευνητές (πχ μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, συνεργάτες κλπ), ανάλογα με τη συμβολή τους στην έρευνα και στη συγγραφή των ερευνητικών εργασιών.

4. Η σειρά των ονομάτων στις επιστημονικές δημοσιεύσεις ή επιστημονικές ανακοινώσεις θα αποφασίζεται από κοινού από εμένα και τον κύριο επιβλέποντα της εργασίας, πριν αρχίσει η εκπόνησή της. Η απόφαση αυτή θα πιστοποιηθεί εγγράφως μεταξύ εμού και του κύριου επιβλέποντος.

**Τέλος, δηλώνω ότι γνωρίζω τους κανόνες περί δεοντολογίας και περί λογοκλοπής και πνευματικής ιδιοκτησίας και ότι θα τους τηρώ απαρέγκλιτα καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης και κάλυψης των εκπαιδευτικών υποχρεώσεων μου που προκύπτουν από το ΠΜΣ/τμήμα και καθ' όλη τη διάρκεια των διαδικασιών δημοσίευσης που θα προκύψουν μετά την ολοκλήρωση των σπουδών μου.**

08/01/2016

Ο δηλών

Ιωάννου Λεωνίδα





## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### Contents

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	14
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
Ο υπέρ-μαραθώνιος αγώνας δρόμου Marathon des Sables.....	18
Ιστορική αναδρομή.....	19
Έρευνες σε ιστορικά δεδομένα.....	20
Έρευνες με δεδομένα πεδίου.....	20
Σκοποί της μελέτης.....	21
Σημασία της έρευνας.....	22
Ερευνητικές υποθέσεις.....	22
Μηδενικές υποθέσεις.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	24
Επιπτώσεις της αφυδάτωση στην αθλητική απόδοση.....	26
Επιπτώσεις της γλυκόζη αίματος στην αθλητική απόδοση.....	27
Ο ρόλος του γαλακτικού οξέος στην άσκηση.....	28
Επιπτώσεις ενδογενών και εξωγενών παραγόντων στην δρομική ταχύτητα.....	30
Αύξηση των επιπέδων φλεγμονής κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον.....	31
Οξειδωτικό στρες κατά την άσκηση.....	32
Επίδραση της διατροφής σε δείκτες απόδοσης και υγείας.....	33
Ημερήσια πρόσληψη θρεπτικών συστατικών (RDI).....	33
Βιταμίνη Α και αντιοξειδωτική δράση.....	33
Βιταμίνη C και αντιοξειδωτική δράση.....	34

Βιταμίνη Ε και αντιοξειδωτική δράση .....	35
Επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε δείκτες απόδοσης και υγείας .....	35
Επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την άσκηση.....	35
Θερμορύθμιση .....	37
Θερμοκρασία πυρήνα σώματος.....	40
Θερμικός εγκλιματισμός και αθλητική απόδοση .....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>46</b>
Μεθοδολογία ιστορικών δεδομένων .....	46
Συλλογή ιστορικών δεδομένων .....	47
Στατιστικές αναλύσεις ιστορικών δεδομένων του MdS.....	47
Μεθοδολογία δεδομένων έρευνας πεδίου .....	49
Συμμετέχων .....	49
Πρωτόκολλο θερμικού εγκλιματισμού.....	49
Πειραματικό πρωτόκολλο .....	50
Μετρήσεις.....	52
Στατιστικές αναλύσεις δεδομένων πεδίου .....	58
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>59</b>
Αποτελέσματα στατιστικών αναλύσεων σε ιστορικά δεδομένα για τον MdS.....	60
Γενική εικόνα του MdS .....	60
Επιπτώσεις της $\Delta_{\theta}$ στην MdS-pace .....	61
Επιπτώσεις του φύλου στην MdS-pace .....	64
Επιπτώσεις της ηλικίας στην MdS-pace.....	66
Επιπτώσεις της εθνικότητας στην MdS-pace .....	67

Επιπτώσεις της προηγούμενης εμπειρίας στην MdS-pace .....	70
Αποτελέσματα στατιστικών αναλύσεων πεδίου .....	72
Επίδραση της MdS-distance σε παράγοντες υγείας και απόδοσης .....	73
Επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στον MdS .....	79
Επίδραση της θερμοκρασίας πυρήνα σώματος στον MdS .....	81
Επίδραση της θερμικής άνεσης και της θερμικής αίσθησης στον MdS.....	81
Επίδραση της υψομετρικής διακύμανσης στον MdS .....	82
Επίδραση της γλυκόζης αίματος στον MdS .....	83
Επίδραση του γαλακτικού οξέος στον MdS.....	86
Επίδραση της περιμέτρου των κάτω άκρων στο MdS .....	86
Επίδραση της διατροφής στον MdS .....	87
Επίδραση την ενυδάτωσης σε παράγοντες απόδοσης και υγείας στον MdS .....	89
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>90</b>
Συζήτηση ιστορικών δεδομένων για τον MdS.....	90
Συζήτηση για τα δεδομένα πεδίου από τον MdS .....	95
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>101</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>102</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Έγκριση από την επιτροπή βιοηθικής.....</b>	<b>108</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Α/Α	Τίτλος	Σελίδα
Πίνακας 1	Παράγοντες που επηρεάζονται από την συμμετοχή σε ΥΑΔ.	25
Πίνακας 2	Φυσιολογικές προσαρμογές του εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον.	43
Πίνακας 3	Χρονικά σημεία λήψεις των δεδομένων πεδίου κατά τον MdS.	51
Πίνακας 4	Αναλύσεις πεδίου και ιστορικών δεδομένων.	59
Πίνακας 5	Σχέση μεταξύ της MdS-pace και την Δ <sub>θ</sub> σε αθλητές και αθλήτριες προερχόμενους από χώρες με δείγμα >200 αθλητών.	62
Πίνακας 6	Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ομάδων διαφοράς θερμοκρασίας από την χώρα προέλευσης του αθλητή στο χώρο διεξαγωγής του αγώνα.	63
Πίνακας 7	Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ηλικιακών ομάδων των αθλητών που συμμετείχαν στον MdS.	67
Πίνακας 8	Διαφορές ανάμεσα στις φορές συμμετοχής στον MdS και την MdS-pace.	72
Πίνακας 9	Σχέση μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά τον MdS και παραγόντων απόδοσης στον MdS.	80
Πίνακας 10	Σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας πυρήνα σώματος του εθελοντή και μεταβλητών απόδοσης κατά τον MdS.	81
Πίνακας 11	Σχέση μεταξύ της TC και της TS με μεταβλητές υγείας και απόδοσης.	81
Πίνακας 12	Σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και παραγόντων απόδοσης στον MdS.	83
Πίνακας 13	Διαφορές ανάμεσα στο πρωτότυπο σχήμα και τα σχήματα που σχεδίασε ο εθελοντής.	85
Πίνακας 14	Σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και του σχήματος που εμπίπτει στο ερωτηματολόγιο SMMSE.	85
Πίνακας 15	Σχέση μεταξύ του σχήματος του ερωτηματολογίου SMMSE και της περιμέτρου τετρακέφαλων.	87
Πίνακας 16	Σχέση μεταξύ βιταμινών (A, E, C) και παραγόντων απόδοσης στον MdS.	88



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Α/Α	Τίτλος	Σελίδα
Εικόνα 1	Καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση ανά ημέρα στον MdS τη χρονιά 2015.	20
Εικόνα 2	Κατανομή του συνολικού όγκου νερού μεταξύ των διαμερισμάτων	27
Εικόνα 3	Ανάλυση αναερόβιας γλυκόλυσης και γλυκονεογένεσης κατά την άσκηση (Κύκλος του Cori).	30
Εικόνα 4	Φυσικοί μηχανισμοί που ευθύνονται για την πρόσληψη θερμότητας από θερμό περιβάλλον.	38
Εικόνα 5	Θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί υπεύθυνοι για την απώλεια θερμότητας από το σώμα	39
Εικόνα 6	Μεταβολές στη θερμοκρασία δέρματος κατά την άσκηση.	42
Εικόνα 7	Θερμοκρασία περιβάλλοντος και χρονική τοποθέτηση του εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον και της αγωνιστικής επιβάρυνσης του MdS.	51
Εικόνα 8	Αισθητήρες καταγραφής δεδομένων πεδίου από τον εθελοντή αθλητή στον MdS.	58
Εικόνα 9	Αριθμός συμμετεχόντων στο MdS κατά τα έτη 2000-2015.	61
Εικόνα 10	Εύρος διαφοράς θερμοκρασίας για τους αθλητές οι οποίοι εγκατέλειψαν τον MdS.	62
Εικόνα 11	Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ομάδων διαφοράς θερμοκρασίας από την χώρα προέλευσης των αθλητών στο χώρο διεξαγωγής του αγώνα.	64
Εικόνα 12	Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ ανδρών και γυναικών.	65
Εικόνα 13	Αριθμός συμμετοχών στον MdS ανά ήπειρο κατά τα έτη 2000-2015.	66
Εικόνα 14	Διαφορές στην MdS-pace σε κάθε ηλικιακή ομάδα.	67
Εικόνα 15	Αριθμός συμμετεχόντων στον MdS ανά χώρα.	70
Εικόνα 16	Μέση δρομική ταχύτητα στον MdS ανά ήπειρο.	71
Εικόνα 17	Σχέση μεταξύ μέσης δρομικής ταχύτητας και προηγούμενης συμμετοχής στον MdS.	72

Εικόνα 18	Σχέση θερμοκρασίας σώματος και καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης. Κάθε μπάρα αποτελεί διαδοχικές ημέρες του αγώνα.	75
Εικόνα 19	Σχέση μεταξύ ισχύς χειρολαβής και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.	75
Εικόνα 20	Σχέση μεταξύ εξωκυττάρων υγρών και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.	75
Εικόνα 21	Σχέση μεταξύ περιμέτρου του τετρακέφαλου μυός και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.	77
Εικόνα 22	Σχέση μεταξύ χρόνου αντίδρασης και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.	78
Εικόνα 23	Σχέση μεταξύ μέσης δρομικής ταχύτητας και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.	80
Εικόνα 24	Διακύμανση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της ημέρας στον MdS.	80
Εικόνα 25	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C) κατά την ώρα του αγώνα κατά τις περισσότερες δρομικές επιβαρύνσεις του MdS.	81
Εικόνα 26	Διακύμανση θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την εναλλαγή του υψομέτρου στον MdS καθ' όλη τη διάρκεια της αγωνιστικής επιβάρυνσης του εθελοντή.	83
Εικόνα 27	Ερώτηση 11 («Παρακαλώ αντίγραψε το σχήμα») του ερωτηματολογίου SMMSE με χρονικό περιθώριο ενός λεπτού.	85
Εικόνα 28	Ημερήσια κατανάλωση θερμίδων του συμμετέχοντα κατά τον MdS.	88
Εικόνα 29	Διαφορά Θερμοκρασίας μεταξύ του MdS και γεωγραφικών περιοχών.	92
Εικόνα 30	Εικόνα των κάτω άκρων του συμμετέχοντα μετά το πέρας της 3 <sup>ης</sup> διαδρομής.	98
Εικόνα 31	Συνωπτική ανάλυση του MdS.	101

---

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Συντομογραφία	Επεξήγηση
Borg-Scale	Υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης
MdS	Υπέρ-μαραθώνιος αγώνας δρόμου Marathon des Sables
MdS-distance	Ημερήσια καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση στον MdS
MdS-pace	Μέση δρομική ταχύτητα κατά τον MdS
RDI	Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη θερμίδων
TC	Υποκειμενική θερμική άνεση
TS	Υποκειμενική θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος
ΑΣ-MdS	Αριθμός προηγούμενων συμμετοχών στον MdS
Δ <sub>θ</sub>	Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του MdS και της χώρας προέλευσης του αθλητή
Θ <sub>ΠΣ</sub>	Θερμοκρασία πυρήνα σώματος
ΠΚ-MdS	Ποσοστιαία κατάταξη στον MdS
ΥΑΔ	Υπέρ-μαραθώνιος αγώνας δρόμου



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

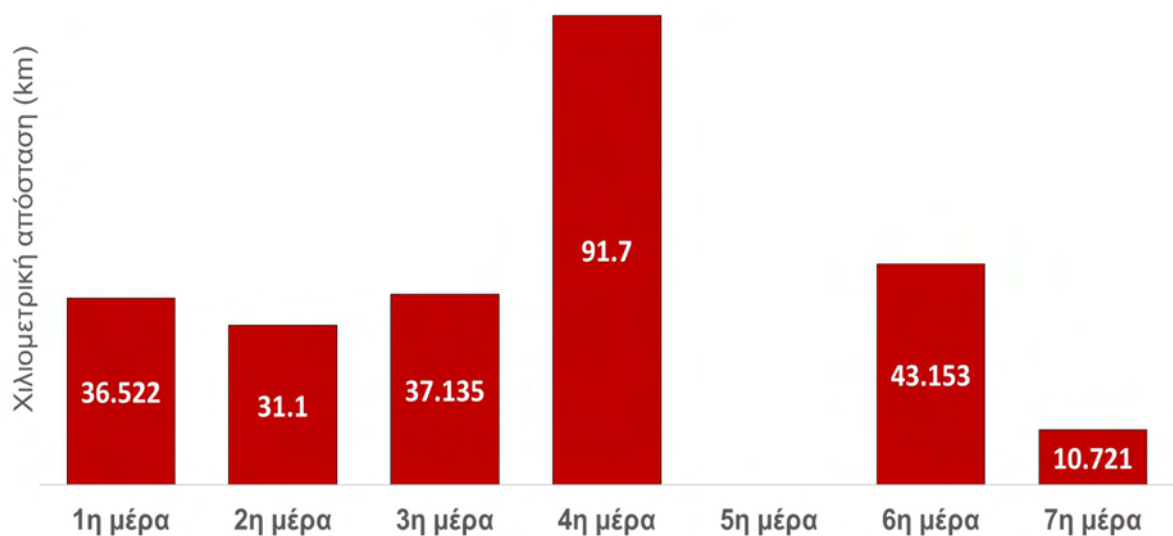
Το αγώνισμα του υπέρ-μαραθώνιου αγώνα δρόμου (ΥΑΔ), όπως και του μαραθώνιου δρόμου, έχει τις ρίζες του στην αρχαία Ελλάδα και στον δρομικό άθλο του Φειδιππίδη (Ηρόδοτος, 5ος αιώνας π.Χ.). Ένας ΥΑΔ, μπορεί να αναφέρεται και ως αγώνας υπέρ-αποστάσεων. Ως ΥΑΔ, ορίζεται οποιαδήποτε διαδρομή υπερβαίνει την κλασική απόσταση των 42.195 χιλιομέτρων σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα (International Association of Athletics Federations: Competition Rules 2009: Road Races, 2015). Παρά ταύτα, υπάρχουν και διαφορετικές απόψεις (Kouros, 2012), με κύριο εκφραστή τον Έλληνα Παγκόσμιο πρωταθλητή υπέρ-αποστάσεων και κάτοχο δεκάδων παγκοσμίων ρεκόρ Γιάννη Κούρο, σύμφωνα με τις οποίες ως ΥΑΔ θεωρείται ο αγώνας ο οποίος έχει διάρκεια μεγαλύτερη των 24 ωρών. Επιπλέον, η συμμετοχή σε αγώνες δρόμου υπέρ-μαραθώνιας απόστασης χρίζει μεγάλης απήχησης στο δρομικό κοινό (Hoffman, Ong, & Wang, 2010; Hoffman & Wegelin, 2009) και τείνει να έχει όλο και αυξητική τάση (Statistik: MDS results, 2015; Ultramarathon running resource, 2015). Σύμφωνα με τη διεθνή ένωση ΥΑΔ (International Association of Athletics Federations: Competition Rules 2009: Road Races, 2015), πάνω από 100.000 αθλητές έχουν ολοκληρώσει έναν από τους περισσότερους από 1000 ΥΑΔ που διοργανώνονται σε παγκόσμια κλίμακα κάθε χρόνο. Οι ΥΑΔ θα μπορούσαν να χωριστούν σε υποκατηγορίες ανάλογα με το έδαφος, το χώρο διεξαγωγής, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την εξωτερική βοήθεια που δικαιούνται οι δρομείς, καθώς επίσης και από το είδος του αγώνα (συνεχόμενος ή σε στάδια). Η ποικιλομορφία αυτή των ΥΑΔ έχει ως αποτέλεσμα, μόνο στην Ευρωπαϊκή ήπειρο, να υπάρχουν πάνω από 300 ΥΑΔ τους οποίους μπορεί να επιλέξει ο δρομέας σύμφωνα με τους προσωπικούς του στόχους και δυνατότητες. Παρά το μεγάλο αριθμό των διοργανώσεων, πολλές είναι οι εκείνες που ασπάζονται να λάβουν την επωνυμία του δυσκολότερου ΥΑΔ στον κόσμο. Μέχρι σήμερα, ο ΥΑΔ Marathon des Sables χαρακτηρίζεται από τους περισσότερους ως ο δυσκολότερος αγώνας δρόμου στον κόσμο (Cracknell, 2011; Defranza, 2011).

## **Ο υπέρ-μαραθώνιος αγώνας δρόμου Marathon des Sables**

Ο υπέρ-μαραθώνιος αγώνας δρόμου πολλαπλών σταδίων Marathon des Sables (MdS, Marathon of the Sands, ή Sahara Marathon) διοργανώθηκε για πρώτη φορά το 1986 (Archer, 2010). Έκτοτε κατατάσσεται από το Discovery Channel ως ο σκληρότερος αγώνας δρόμου στην Γη (Cracknell, 2011). Ο λόγος είναι ότι οι αθλητές καλούνται να καλύψουν περισσότερα από 250km σε ένα από τα πιο αφιλόξενα περιβάλλοντα στον πλανήτη (Darack, 2013), στην μεγαλύτερη θερμή έρημο του κόσμου, αυτή της Σαχάρας (The World's Largest Deserts, 2015) κουβαλώντας όλο τους τον εξοπλισμό και τα τρόφιμα που θα καταναλώσουν (χαμηλότερο όριο ημερήσιας κατανάλωσης θερμίδων τις 2000 kcal), ενώ τροφοδοτούνται με 4½ L νερό σε ημερήσια βάση. Είναι ένας εξαντλητικός αγώνας δρόμου στην έρημο Σαχάρα, σε θερμοκρασίες οι οποίες μπορεί να φτάσουν μέχρι και τους 50°C (Marathon des Sables: The toughest footrace on earth, 2015). Επιπλέον, από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι πολλοί από τους αμμολόφους στην έρημο της Σαχάρας φτάνουν σε ύψος μεγαλύτερο από 180m (Strahler, 1987). Όπως παρουσιάζεται στα αποτελέσματα, δεδομένα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι οι αθλητές καλούνται να διαπεράσουν αμμολόφους με υψομετρική διαφορά έως και 290m. Άξιο αναφοράς είναι ότι ο αγώνας έχει διάρκεια 7 ημέρες και είναι χωρισμένος σε ισάριθμα μέρη. Τα χιλιόμετρα που θα καλύψει ο αθλητής σε κάθε μέρος μεταβάλλονται καθημερινά όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 η οποία παρουσιάζει στοιχεία για τον αγώνα του 2015. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η διαδρομή αλλάζει κάθε χρόνο και ανακοινώνεται στους αθλητές την ημέρα πριν από την έναρξη του αγώνα. Επιπλέον, οι αθλητές έχουν μια μέρα ανάπαυση (5<sup>η</sup> μέρα), μετά το τέλος της μεγάλης διαδρομής (4<sup>η</sup> ημέρα) η οποία πρέπει να σημειωθεί ότι είναι μεγαλύτερη από δύο μαραθώνιους αγώνες δρόμου (Εικόνα 1). Παρόλες τις δυσκολίες που παρουσιάζει ο MdS, ο αριθμός συμμετοχών των αθλητών στον αγώνα

παρουσιάζει αύξηση με την πάροδο του χρόνου από 23 αθλητές το 1986 έως 1329 αθλητές το 2015.

**Εικόνα 1.** Καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση ανά ημέρα στον MdS τη χρονιά 2015.



### Ιστορική αναδρομή

Είναι γεγονός ότι η αίγλη που ακολουθεί τον MdS ως τον δυσκολότερο αγώνα δρόμου στον κόσμο, κέντρισε το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών μέχρι σήμερα. Ως αποτέλεσμα, αρκετές μελέτες έχουν ως θέμα έρευνας τον MdS. Όπως παρουσιάζεται στις επόμενες ενότητες, οι έρευνες για τον MdS στηρίζονται τόσο σε ιστορικά δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από διαδικτυακές σελίδες, όσο και σε αναλύσεις δεδομένων τα οποία συλλέχθηκαν πριν και μετά την διάρκεια του αγώνα.

### **Έρευνες σε ιστορικά δεδομένα**

Οι έρευνες που έγιναν σε ιστορικά δεδομένα (Jampen, Knechtle, Rust, Lepers, & Rosemann, 2013; Knoth, Knechtle, Rust, Rosemann, & Lepers, 2012), περιορίστηκαν σε αναλύσεις οι οποίες αφορούσαν τις διαφορές ανάμεσα στο φύλο, κοινωνικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στον αγώνα και διαφορές στον αριθμό συμμετεχόντων κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών μας έδειξαν ότι, οι άνδρες έχουν μεγαλύτερη δρομική ταχύτητα από τις γυναίκες κατά την διάρκεια του MdS, όπως επίσης ότι τα κοινωνικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά τα οποία χαρακτηρίζουν τους δρομείς μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση τους κατά την διάρκεια του αγώνα. Επιπλέον, από τα αποτελέσματα των προαναφερθέντων ερευνών γνωρίζουμε ότι ο αριθμός των συμμετεχόντων στον αγώνα φαίνεται να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

### **Έρευνες με δεδομένα πεδίου**

Όσον αφορά τις έρευνες που έγιναν με δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από αθλητές που συμμετείχαν στον MdS, φαίνεται να καλύπτουν διαφορετικά πεδία έρευνας. Δύο μελέτες εξ αυτών (Machefer, Groussard, Vincent, et al., 2007; Machefer, Groussard, Zouhal, et al., 2007) επικεντρώθηκαν στην επίδραση της διατροφής του αθλητή κατά την διάρκεια του αγώνα. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν ότι ο αθλητής έχει ανεπαρκή πρόσληψη θερμίδων κατά την διάρκεια του αγώνα η οποία συσχετίζεται με χαμηλή πρόσληψη αντιοξειδωτικών βιταμινών. Επιπλέον, οι μελέτες αυτές έδειξαν ότι συμπληρώματα πολυβιταμινών-μετάλλων μπορούν να περιορίσουν την αύξηση των επιπέδων θειοβαρβιτουρικού οξέος (υποπροϊόν της λιπιδικής υπεροξειδωσης) κατά την διάρκεια των ακραίων αγωνιστικών επιβαρύνσεων του MdS. Επίσης, μια άλλη μελέτη (Sandstrom, Siegler, Lovell, Madden, & McNaughton, 2008) η οποία ακολούθησε ένα εβδομαδιαίο πρωτόκολλο εγκλιματισμού πριν από την συμμετοχή ενός αθλητή στον MdS, διαπίστωσε ότι παρόλο που ο αθλητής φαινόταν ότι είχε εγκλιματιστεί,

παρουσίασε αυξημένα επίπεδα πρωτεϊνών θερμικού σοκ (HSP70) μετά το τέλος του αγώνα. Η μελέτη αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο αθλητής χρειάζεται περισσότερες μέρες εγκλιματισμού πριν από τη συμμετοχή του στον MdS. Τέλος, μία μελέτη του 2009 (Zouhal et al., 2009) η οποία αφορούσε 16 καλά προπονημένους αθλητές αποστάσεων, έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές μεταβολές στον όγκο πλάσματος των καλά προπονημένων αθλητών αντοχής σε αγωνιστικές επιβαρύνσεις κάτω από τις ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες του MdS. Επίσης, τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι μια στατιστικά σημαντική μείωση της μάζας σώματος των αθλητών κατά τη διάρκεια του MdS δεν συνεπάγεται και μείωση της απόδοσής τους από την αρχή ως το τέλος του αγώνα.

Με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία για τον MdS, δεν υπάρχει κάποια μελέτη η οποία εξέτασε τις επιπτώσεις της προηγούμενης δρομικής εμπειρίας ή της θερμοκρασίας της χώρας προέλευσης του κάθε αθλητή στην τελική επίδοση των αθλητών στον MdS. Επιπλέον, δεν υπάρχει κάποια μελέτη η οποία να αναφέρεται στη ψυχοσωματική καταπόνηση που δέχεται ο αθλητής κατά την συμμετοχή του στον MdS.

### **Σκοποί της μελέτης**

- i. Ο έλεγχος της επίδρασης παραγόντων όπως η ηλικία, το φύλο, η προηγούμενη δρομική εμπειρία στον MdS και η εθνικότητα των αθλητών στην τελική επίδοσή τους στον MdS.
- ii. Ο έλεγχος της επίδρασης της θερμοκρασίας της χώρας προέλευσης του αθλητή, στη τελική επίδοσή του στον MdS.
- iii. Ο έλεγχος της ψυχοσωματικής καταπόνησης που δέχεται ένας αθλητής κατά τον MdS.
- iv. Ο έλεγχος της επίδρασης των προσλαμβανόμενων αντιοξειδωτικών στη ψυχοσωματική υγεία του αθλητή, κατά τον MdS.

## **Σημασία της έρευνας**

Η παρούσα μελέτη, θα βοηθήσει στην κατανόηση και την αξιολόγηση της ψυχοσωματικής καταπόνησης που δέχονται οι αθλητές υπέρ-αποστάσεων κατά την διάρκεια του δυσκολότερου αγώνα δρόμου στον κόσμο. Επιπλέον, θα καθορίσει πλήθος παραγόντων που επηρεάζουν την τελική επίδοση κατά τον MdS.

## **Ερευνητικές υποθέσεις**

- i. Παράγοντες όπως το φύλο, η ηλικία, η εθνικότητα και η προηγούμενη δρομική εμπειρία στον MdS επηρεάζουν την τελική επίδοση των αθλητών στον MdS.
- ii. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της χώρας προέλευσης του αθλητή και της θερμοκρασίας στο χώρο διεξαγωγής του αγώνα επηρεάζει αρνητικά την απόδοση κατά τον MdS.
- iii. Υπάρχει αυξημένη ψυχοσωματική καταπόνηση κατά τη διάρκεια του MdS, η οποία χαρακτηρίζεται από μείωση της δρομικής ταχύτητας, επίδραση στη γνωστική ικανότητα και αυξημένη ασκησιογενή φλεγμονή.
- iv. Η πρόσληψη αντιοξειδωτικών βιταμινών κατά την διάρκεια του MdS βοηθά τον αθλητή να ανταπεξέλθει στις δύσκολες αγωνιστικές και περιβαλλοντικές συνθήκες του MdS.

## **Μηδενικές υποθέσεις**

- i. Παράγοντες όπως το φύλο, η ηλικία, η εθνικότητα και η προηγούμενη δρομική εμπειρία στον MdS δεν επηρεάζουν την τελική επίδοση των αθλητών στον MdS.

- ii. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της χώρας προέλευσης του αθλητή και της θερμοκρασίας στο χώρο διεξαγωγής του αγώνα δεν επηρεάζει αρνητικά την απόδοση κατά τον MdS.
- iii. Δεν υπάρχει αυξημένη ψυχοσωματική καταπόνηση κατά τη διάρκεια του MdS.
- iv. Η πρόσληψη αντιοξειδωτικών βιταμινών κατά την διάρκεια του MdS δεν βοηθά τον αθλητή να ανταπεξέλθει στις δύσκολες αγωνιστικές και περιβαλλοντικές συνθήκες του MdS.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Παρόλη την αυξητική τάση που χαρακτηρίζει τον αριθμό των συμμετεχόντων σε ΥΑΔ (Knechtle, 2012), έχουμε συνδέσει το συγκεκριμένο αγώνισμα με επιπτώσεις στην ψυχική και σωματική υγεία των συμμετεχόντων. Προκειμένου να ελεγχθεί αυτή η υπόθεση, στην βιβλιογραφία συναντάμε μεγάλο αριθμό ερευνών. Οι μελέτες αυτές φαίνεται να εστιάζουν σε διαφορετικά ερευνητικά πεδία, όπως η επίδραση του ΥΑΔ σε βιολογικούς δείκτες, η επίδραση της διατροφής σε δείκτες απόδοσης και υγείας σε ΥΑΔ, καθώς επίσης και στο πως επηρεάζουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες την αθλητική απόδοση και υγεία σε ΥΑΔ. Όσον αφορά τον πρώτο παράγοντα των βιολογικών και σωματικών επιπτώσεων ενός ΥΑΔ, φαίνεται ότι παρόλο που οι δρομείς ΥΑΔ τείνουν να έχουν περισσότερο από 7 χρόνια δρομικής εμπειρίας (Knechtle, 2012), επηρεάζονται αρνητικά από τη συμμετοχή τους σε αυτού του είδους την αγωνιστική επιβάρυνση. Συγκεκριμένα, στη βιβλιογραφία αναφέρονται μειώσεις στην γλυκόζη αίματος (Sengoku et al., 2015), αλλαγές στο ισοζύγιο ύδατος (Lebus, Casazza, Hoffman, & Van Loan, 2010), αύξηση του οξειδωτικού στρες (Mastaloudis, Leonard, & Traber, 2001), καθώς επίσης και κατακόρυφη αύξηση των δεικτών φλεγμονής (Mastaloudis, Morrow, Hopkins, Devaraj, & Traber, 2004), κατά τη διάρκεια και μετά τη συμμετοχή σε ΥΑΔ. Όσον αφορά το διατροφολογικό παράγοντα κατά τους ΥΑΔ, φαίνεται να υπήρξε μεγάλο ενδιαφέρον από την μεριά των ερευνητών στην επίδραση των αντιοξειδωτικών ουσιών σε αυτού του είδους την σωματική καταπόνηση. Όμως, οι έρευνες σε αυτό το πεδίο φαίνεται να είναι αντικρουόμενες, καθώς μεγάλη μερίδα τους υποστηρίζει ότι δεν φαίνεται να υπάρχει δράση των αντιοξειδωτικών ουσιών στον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό, την αποκατάσταση και την υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης (Mastaloudis, Traber, Carstensen, & Widrick, 2006; Utter et al., 2009). Από την άλλη μεριά, πρόσφατη ανασκόπηση βιβλιογραφίας (Braakhuis & Hopkins, 2015) συμπεραίνει ότι η οξεία πρόσληψη



αντιοξειδωτικών μπορεί να βελτιώσει την απόδοση ενώ η πρόσληψη αντιοξειδωτικών για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση. Τέλος, οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την διάρκεια ενός ΥΑΔ με υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος φαίνεται να είναι υπεύθυνες για την αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα του αθλητή, την αύξηση της θερμικής δυσφορίας του περιβάλλοντος, καθώς επίσης και για αρνητικές μεταβολές στην καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια ενός ΥΑΔ (Brown & Connolly, 2015).

Με βάση τα παραπάνω και σύμφωνα με την προαναφερθείσα βιβλιογραφία, σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται οι επιμέρους παράγοντες που επηρεάζονται από την συμμετοχή ενός αθλητή σε ΥΑΔ σε θερμό περιβάλλον. Αναλυτικότερα, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) αναφέρονται οι επιμέρους παράγοντες που αναλύονται στην συνέχεια.

**Πίνακας 1.** Παράγοντες που επηρεάζονται από την συμμετοχή σε ΥΑΔ.

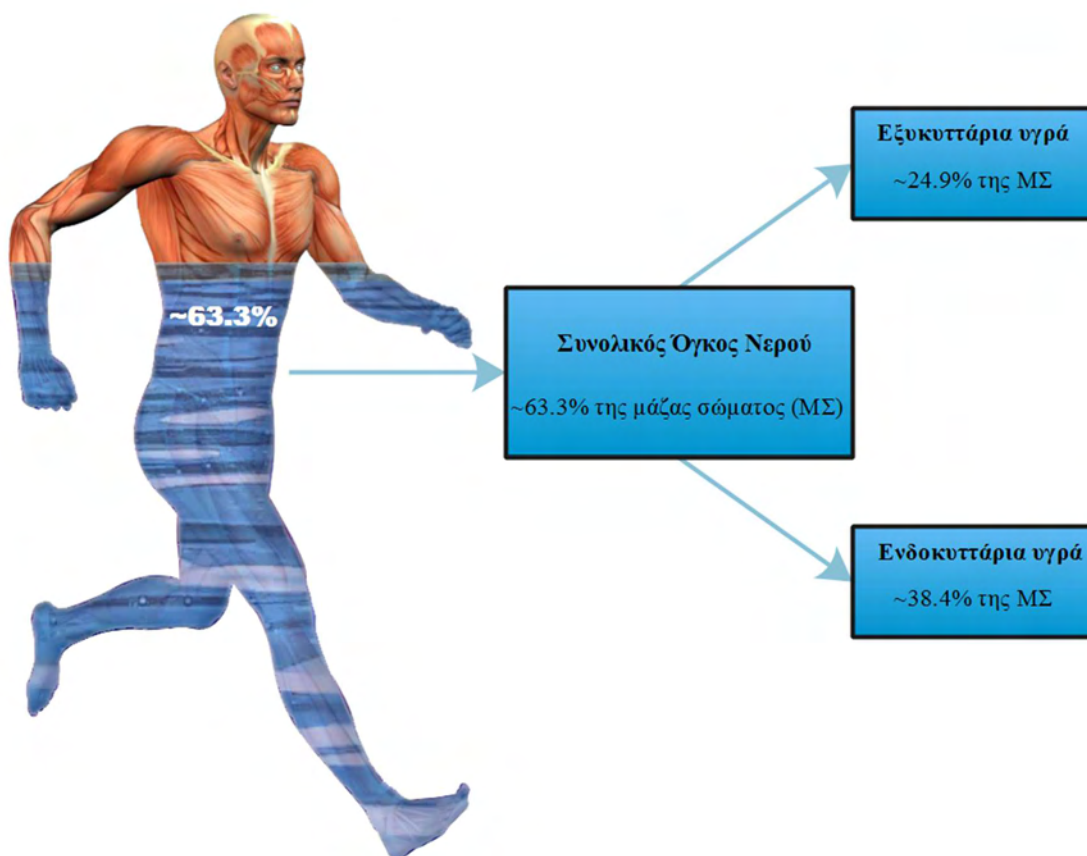
Παράγοντες που επηρεάζονται από την συμμετοχή σε ΥΑΔ

- 1 Επιπτώσεις της αφυδάτωση στην αθλητική απόδοση
- 2 Επιπτώσεις της γλυκόζη αίματος στην αθλητική απόδοση
- 3 Ο ρόλος του γαλακτικού οξέος στην άσκηση
- 4 Επιπτώσεις ενδογενών και εξωγενών παραγόντων στην δρομική ταχύτητα
- 5 Αύξηση των επιπέδων φλεγμονής κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον
- 6 Οξειδωτικό στρες κατά την άσκηση
- 7 Επίδραση της διατροφής σε δείκτες απόδοσης και υγείας
- 8 Επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε δείκτες απόδοσης και υγείας

## Επιπτώσεις της αφυδάτωση στην αθλητική απόδοση

Η μεγαλύτερη μάζα του σώματός μας (~63.3%) αποτελείται από νερό [(Armstrong, 2007), (Εικόνα 2)]. Είναι γνωστό ότι το νερό έχει πολλαπλές λειτουργίες στον οργανισμό όπως τη μεταφορά θρεπτικών συστατικών στους ιστούς του σώματος, αλλά και ως διαλύτης και διαχωριστικό μέσο. Από προηγούμενες έρευνες, γνωρίζουμε ότι η αφυδάτωση ευθύνεται για την εμφάνιση διαφόρων παθολογικών καταστάσεων (Manz, 2007). Επιπλέον, η σημαντικότητα του ύδατος στον οργανισμό μας φαίνεται από το γεγονός ότι οι λειτουργίες του σώματος κατά τις οποίες είναι απαραίτητη η χρήση ύδατος, είναι υπεύθυνες για την διατήρηση της ίδιας της ζωής του ανθρώπου (Oppliger & Bartok, 2002).

**Εικόνα 2.** Κατανομή του συνολικού όγκου νερού μεταξύ των διαμερισμάτων (Armstrong, 2007).



### Οι λειτουργίες του ύδατος στον ανθρώπινο οργανισμό

(Oppliger & Bartok, 2002; M. N. Sawka, 1992; M. N. Sawka et al., 2007)

1. Δομικό συστατικό του κυτταροπλάσματος
2. Λίπανση των αρθρώσεων
3. Ισορροπία μεταξύ ύδατος και ηλεκτρολυτών
4. Συστατικό του αίματος
5. Λειτουργία των αισθήσεων
6. Θερμορύθμιση

### Ισορροπία σωματικού ύδατος και αθλητική απόδοση

Είναι γνωστό ότι πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ της πρόσληψης υγρών και της απώλειάς τους μέσα από τις τέσσερις οδούς [(αναπνευστικών αεραγωγών, της επιδερμίδας, του γαστρεντερικού σωλήνα και του ουροποιητικού σωλήνα), (M. N. Sawka et al., 2007)]. Παρά ταύτα, αυτό συνήθως δεν συμβαίνει σε ακραίες αγωνιστικές επιβαρύνσεις. Από μία έρευνα που έγινε σε αθλητές τριάθλου (Laurson et al., 2006), γνωρίζουμε ότι η μάζα σώματος των αθλητών μπορεί να παρουσιάσει μείωση μέχρι και 3%, λόγω της αφυδάτωσης που επέρχεται από την άσκηση σε υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος. Επίσης, γνωρίζουμε ότι μία αφυδάτωση της τάξεως του  $\geq 2\%$  μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση στην αθλητική απόδοση (M. N. Sawka et al., 2007).

### **Επιπτώσεις της γλυκόζης αίματος στην αθλητική απόδοση**

Ως γλυκόζη αίματος, ορίζεται η συνολική ποσότητα γλυκόζης η οποία βρίσκεται στο αίμα (American Diabetes Association, 2015). Σύμφωνα με την Αμερικανική Ένωση Διαβήτη, το

φυσιολογικό όριο τιμών γλυκόζης αίματος νηστείας ενός μη διαβητικού ατόμου είναι  $\leq 100$  mg/dl, ενώ τιμές οι οποίες υπερβαίνουν το όριο των 126 mg/dl θεωρούνται ένδειξη για διαβήτη (American Diabetes Association, 2015). Ήδη από τη δεκαετία του '80, είναι γνωστές οι επιπτώσεις της μείωσης της γλυκόζης αίματος στη δρομική ταχύτητα σε δρομείς αποστάσεων (Callow, Morton, & Guppy, 1986). Πέρα από αυτό, στην βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα άρθρων τα οποία υποστηρίζουν ότι η γλυκόζη αίματος είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις επιδόσεις στην γνωστική ικανότητα (Draeos et al., 1995). Επιπλέον, είναι γνωστό ότι η επίδραση της υπογλυκαιμίας στην γνωστική ικανότητα και το χρόνο αντίδρασης είναι τόσο μεγάλη ούτως ώστε εκθέτει σε κίνδυνο εθελοντές κατά την οδήγηση (Ahmed, 2010).

#### Αξιολόγηση της γλυκόζης αίματος

Ο πιο συνήθης τρόπος αξιολόγησης της γλυκόζης αίματος, είναι μετά από νηστεία κάποιων ωρών (American Diabetes Association, 2015). Παρά ταύτα, η αξιολόγηση της γλυκόζης αίματος νηστείας κατά την διάρκεια αγώνων υπέρ-αποστάσεων είναι ανέφικτη.

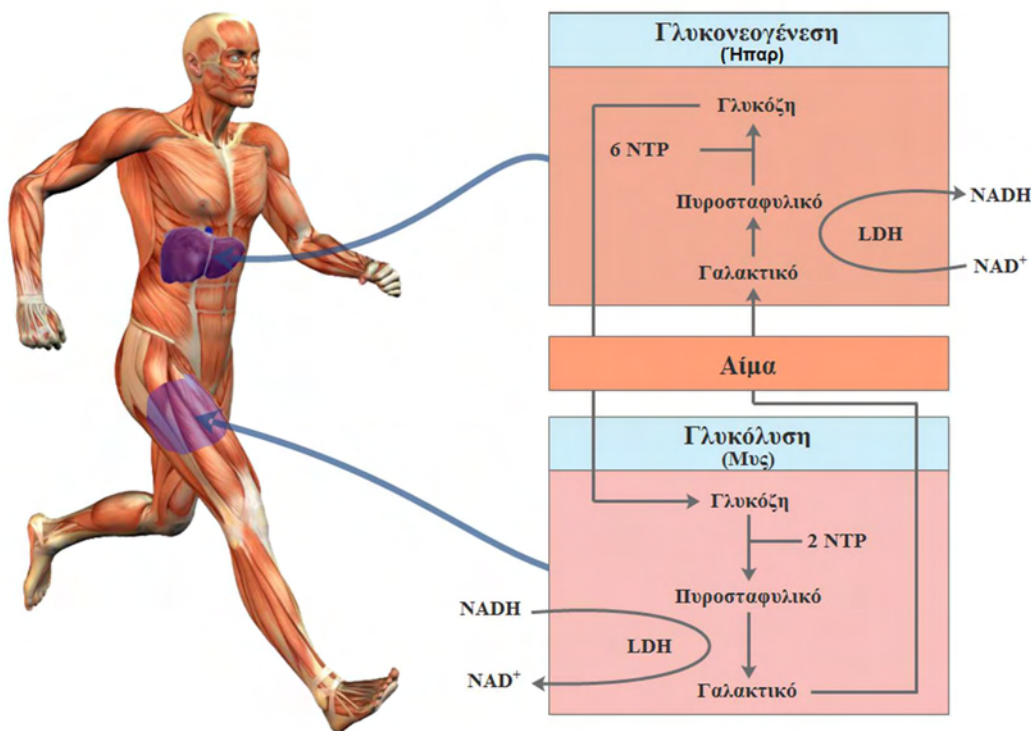
#### **Ο ρόλος του γαλακτικού οξέος στην άσκηση**

Το γαλακτικό οξύ είναι το τελικό προϊόν της αναερόβιας γλυκόλυσης. Είναι μια οργανική χημική ένωση η οποία είναι γνωστή με τον χημικό τύπο  $C_3H_6O_3$ . Απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1780 από το Σουηδό Carl Wilhelm Scheele και οφείλει το όνομα του στο ξινό γάλα. Από έρευνα του 2006, γνωρίζουμε ότι το γαλακτικό οξύ δεν πρέπει να θεωρείται επιβλαβής παράγοντας της αθλητικής απόδοσης (Cairns, 2006). Αντίθετα, είναι γνωστό ότι το γαλακτικό οξύ που παράγεται στο μυ από τη δράση του ένζυμου της γαλακτικής αφυδρογονάσης μπαίνει στην κυκλοφορία του αίματος, από όπου μεταφέρεται στο ήπαρ για να μετατραπεί σε γλυκόζη (Nelson, David L., & Cox, 2005). Η γλυκόζη που δημιουργείται επιστρέφει στην κυκλοφορία

του αίματος, ούτως ώστε να χρησιμοποιηθεί από το μυ και για να αναπληρώσει τα αποθέματα του γλυκογόνου (Nelson et al., 2005). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται κύκλος του Cori (Εικόνα 3). Εξ αυτού, συμπεραίνουμε ότι το γαλακτικό οξύ είναι μία πολύ σημαντική ενεργειακή πηγή για τον ανθρώπινο οργανισμό (Cairns, 2006; Nelson et al., 2005).

**Εικόνα 3.** Ανάλυση αναερόβιας γλυκόλυσης και γλυκονεογένεσης κατά την άσκηση (Κύκλος του Cori).

Όπως διακρίνεται στην παραπάνω εικόνα, κατά την αναερόβια γλυκόλυση στο σκελετικό μυ,



το πυροσταφυλικό οξύ ανάγεται σε γαλακτικό οξύ με τη δράση του ενζύμου της γαλακτικής αφυδρογονάσης (LDH).

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος αυξάνεται όταν η παραγόμενη ενέργεια από τον αερόβιο μεταβολισμό δε μπορεί να ικανοποιήσει τις ενεργειακές ανάγκες του οργανισμού (αύξηση της έντασης). Πέρα όμως από την αύξηση των επιπέδων γαλακτικού οξέος στο αίμα λόγω της αυξημένης έντασης, το γαλακτικό οξύ φαίνεται να επηρεάζεται και

από την θερμική καταπόνηση στην οποία εκτίθεται ο αθλητής (Bergh, Danielsson, Wennberg, & Sjodin, 1986).

### **Επιπτώσεις ενδογενών και εξωγενών παραγόντων στην δρομική ταχύτητα**

Στην παρούσα έρευνα με κάθε αναφορά στον όρο δρομική ταχύτητα, εννοείται η στιγμιαία ταχύτητα που χαρακτηρίζει ένα δρομέα κατά την διάρκεια της μετάβασης από ένα σημείο σε κάποιο άλλο. Η δρομική ταχύτητα έχει ως μονάδα μέτρησης το ηλίκο της καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης στην μονάδα του χρόνου (Km/h). Επιπλέον, έχει αντιστρόφως ανάλογη σχέση ως προς την χιλιομετρική απόσταση που χαρακτηρίζει ένα δρομικό αγώνισμα, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση από το σημείο εκκίνησης μέχρι το σημείο τερματισμού, τόσο μικρότερη είναι η δρομική ταχύτητα που χαρακτηρίζει το αγώνισμα (Riegel, 1981). Επίσης, από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι η δρομική ταχύτητα επηρεάζεται από πολλούς ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες. Συγκεκριμένα, πληθώρα άρθρων αναφέρεται στις διαφορές που παρουσιάζονται στην αθλητική απόδοση μεταξύ των δύο φύλων με του άντρες να χαρακτηρίζονται από καλύτερες αθλητικές επιδόσεις έναντι των γυναικών (Peter, Rust, Knechtle, Rosemann, & Lepers, 2014). Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την αθλητική απόδοση είναι η ηλικία, καθώς είναι γνωστό ότι η αύξησή της σχετίζεται με μείωση της αθλητικής απόδοσης (Knechtle, Rust, Rosemann, & Lepers, 2012). Επιπλέον, στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η εθνικότητα που χαρακτηρίζει τον κάθε άνθρωπο μπορεί να επηρεάσει την αθλητική του απόδοση, καθώς οι περισσότεροι αθλητές που κατέκτησαν την πρώτη θέση στον MdS είναι Αφρικανοί δρομείς (Knoth et al., 2012). Πολύ σημαντικό ρόλο στην αθλητική απόδοση, παίζουν και οι εξωγενείς παράγοντες που θα κληθεί ο αθλητής να αντιμετωπίσει, καθώς γνωρίζουμε ότι τόσο η αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (Buoncristiani JF, 1983) όσο και η υψομετρική διαφορά (Staab, Agnew, & Siconolfi, 1992)

επιφέρουν μείωση στην αθλητική απόδοση με άμεσο επακόλουθο τη μείωση της δρομικής ταχύτητας.

### **Αύξηση των επιπέδων φλεγμονής κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον**

Ως φλεγμονή ορίζεται η αντιδραστική ενεργοποίηση των μηχανισμών του οργανισμού, μετά την προσβολή του από επιβλαβείς παράγοντες [(π.χ τραυματισμοί), (Kalden, 1987)]. Οι φλεγμονές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με την διάρκεια που τις χαρακτηρίζει: η πρώτη κατηγορία είναι οι οξείες φλεγμονές, οι οποίες έχουν διάρκεια μερικών ημερών, ενώ η δεύτερη κατηγορία είναι οι χρόνιες φλεγμονές (Kalden, 1987).

### Παράγοντες που προκαλούν φλεγμονή

Μετά τις αρχικές μυϊκές μικροθλάσεις που δημιουργούνται κατά την άσκηση, έχουμε τη δημιουργία οξείας φλεγμονής στη μυϊκή περιοχή που συμμετείχε στην άσκηση προκειμένου να ξεκινήσει η αποκατάσταση του κατεστραμμένου μυϊκού ιστού (Close, Kayani, Vasilaki, & McArdle, 2005). Επιπλέον, από την βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι η αυξημένη υπεριώδης ακτινοβολία (UV) είναι ένας αυξητικός παράγοντας για τις φλεγμονές (Soter, 1990). Ως κλινικά χαρακτηριστικά συμπτώματα της φλεγμονής από UV αναφέρονται η ερυθρόδερμία, η αυξημένη θερμοκρασία στο προσβαλλόμενο μέρος του σώματος (π.χ τετρακέφαλος), το πρήξιμο και ο πόνος.

### Φλεγμονή και γνωστική ικανότητα

Αν και δεν υπάρχει κάποια μελέτη για τις επιπτώσεις της δημιουργίας φλεγμονών μετά από ΥΑΔ σε θερμό περιβάλλον στη γνωστική ικανότητα των αθλητών, στη βιβλιογραφία υπάρχει

μία έρευνα του 2012 σε Δανούς εθελοντές που έδειξε ότι υπάρχει αρνητική σχέση μεταξύ της γνωστικής ικανότητας και της περιοδοντικής φλεγμονής (Kamer, Morse, Holm-Pedersen, Mortensen, & Avlund, 2012). Στην προαναφερθείσα έρευνα, οι εθελοντές με περιοδοντική φλεγμονή σημείωσαν χαμηλότερο σκορ στα δύο τεστ γνωστικής ικανότητας που κλήθηκαν να συμπληρώσουν, συγκριτικά με του εθελοντές χωρίς περιοδοντική φλεγμονή (Kamer et al., 2012).

### **Οξειδωτικό στρες κατά την άσκηση**

Με τον όρο οξειδωτικό στρες αναφερόμαστε στην ανισορροπία μεταξύ της δημιουργίας ελευθέρων ριζών και της απομάκρυνσής τους μέσω του αντιοξειδωτικού μηχανισμού του οργανισμού (Sies, 1991). Σύμφωνα με τον Sies, ο οποίος εισάγαγε αρχικά τον όρο, οξειδωτικό στρες είναι “μια διαταραχή στη προοξειδωτική-αντιοξειδωτική ισορροπία υπέρ του πρώτου, που οδηγεί σε πιθανές βλάβες” (Sies, 1991). Από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι το οξειδωτικό στρες συνδέεται με μία σειρά από ασθένειες όπως η γήρανση, η παχυσαρκία, η υπέρταση, η αρτηριοσκλήρυνση και οι αγγειακές αλλοιώσεις (Valko et al., 2007). Το οξειδωτικό στρες προέρχεται κατά κανόνα από τους παρακάτω παράγοντες ή τυχών συνδυασμούς των παραγόντων αυτών.

1. Μειωμένη ποσότητα αντιοξειδωτικών ουσιών
2. Αυξημένη παραγωγή ελευθέρων ριζών

### Ελεύθερες ρίζες

Με την χρήση του όρου ελεύθερη ρίζα αναφερόμαστε σε ένα άτομο ή μία ομάδα ατόμων με ένα ή περισσότερα αζευγάρωτα ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα (Gold Book: Compendium of Chemical Terminology, 2014). Η αστάθεια των περισσότερων ελευθέρων ριζών οφείλεται στο γεγονός ότι το αζευγάρωτο ηλεκτρόνιο που βρίσκεται στην εξωτερική



στιβάδα των ελευθέρων ριζών είναι συνήθως εξαιρετικά ανταλλάξιμο (Bagchi & S., 1998). Μία ελεύθερη ρίζα με ένα αζευγάρωτο ηλεκτρόνιο τείνει να αποσπά ένα ηλεκτρόνιο από ένα γειτονικό μόριο προκειμένου να αποκτήσει δική της σταθερότητα (Bagchi & S., 1998). Ως αποτέλεσμα το γειτονικό μόριο με τη σειρά του γίνεται μια καινούρια ελεύθερη ρίζα (Bagchi & S., 1998). Επιπλέον, από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι η ακραία αγωνιστική επιβάρυνση ενός ΥΑΔ, επιφέρει οξειδωτικό στρες στον οργανισμό, λόγω της αύξησης των ελευθέρων ριζών (Mastaloudis et al., 2001).

## **Επίδραση της διατροφής σε δείκτες απόδοσης και υγείας**

### **Ημερήσια πρόσληψη θρεπτικών συστατικών (RDI)**

Ως συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη θρεπτικών συστατικών (RDI) ορίζεται η ημερήσια πρόσληψη θρεπτικών συστατικών η οποία θεωρείται επαρκής για να ικανοποιήσει τις ενεργειακές απαιτήσεις >97% των υγείων ατόμων στις ΗΠΑ (Wikipedia: Reference Daily Intake, 2015). Επιπλέον, η RDI χρησιμοποιείται για να καθορίσει την ημερήσια ποσότητα τροφίμων με βάση τις τυπωμένες ταμπέλες που βρίσκονται σε όλα τα συσκευασμένα τρόφιμα (Wikipedia: Reference Daily Intake, 2015).

### **Βιταμίνη Α και αντιοξειδωτική δράση**

Η ανακάλυψη της βιταμίνης Α έγινε από τον φυσιολόγο François Magendie για πρώτη φορά το 1816 (Semba, 2012). Είναι μία λιποδιαλυτή βιταμίνη η οποία από το 1912 θεωρείται, συστατικό της διατροφής απαραίτητο για την ανάπτυξη του οργανισμού (Hopkins, 1912). Με τον όρο βιταμίνη Α γενικά εννοούμε ένα σύνολο ουσιών, με κυριότερες από αυτές τη ρετινόλη, τη ρετινάλη, το ρετινοϊκό οξύ και τους εστέρες της ρετινόλης (Wikipedia: Vitamin A, 2015).

Η βιταμίνη Α προσλαμβάνεται από τον άνθρωπο υπό τη μορφή εστέρων από ζωικά είδη ή με

τη μορφή προβιταμινών από τα φυτικά είδη. Όσον αφορά την RDI βιταμίνης A, στους ενήλικες άνδρες συστήνεται πρόσληψη 900 µg/ημέρα, ενώ στις ενήλικες γυναίκες συστήνεται πρόσληψη 700 µg/ημέρα (Wikipedia: Vitamin A, 2015). Από μελέτη του 1925, η οποία έγινε σε πειραματόζωα, διαπιστώθηκε ότι η έλλειψη της βιταμίνης A είναι υπεύθυνη για βλάβες στο αναπνευστικό, το ουροποιητικό και το γαστρεντερικό σύστημα, καθώς επίσης και για διαταραχές στην όραση (Wolbach & Howe, 1925). Επιπλέον από μία μελέτη που έγινε σε αθλητές taekwondo (Patlar, Boyali, Baltaci, & Mogulkoc, 2011), γνωρίζουμε ότι η μακροχρόνια πρόσληψη βιταμίνης A μπορεί να μειώσει στατιστικά σημαντικά τα επίπεδα βορίου και νικελίου λόγω της αντιοξειδωτικής της δράσης.

### **Βιταμίνη C και αντιοξειδωτική δράση**

Η βιταμίνη C απομονώθηκε από τα επινεφρίδια από τον Άλμπερτ Ζεντ Γκιόργκι για πρώτη φορά το 1928 (Wikipedia: Vitamin C, 2015). Η δομή της ανακαλύφθηκε το 1933 από τον Walter Haworth στο Πανεπιστήμιο του Μπέρμιγγαμ στην Αγγλία (Wikipedia: Vitamin C, 2015). Είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό αντιοξειδωτικό στο πλάσμα, αφού περιορίζει την οξείδωση των λιπιδίων. Ο άνθρωπος, σε αντίθεση με τα περισσότερα ζώα, δεν μπορεί να συνθέσει τη βιταμίνη C και έτσι ο μοναδικός τρόπος πρόσληψής της είναι μέσω της διατροφής (Ball, 2004). Η πρόσληψη της βιταμίνης C μπορεί να επιτευχθεί τόσο από φυτικές, όσο και από ζωικές πηγές, ενώ η βιοδιαθεσιμότητα της βιταμίνης είναι η ίδια, είτε προέρχεται από φυσικές πηγές είτε από συνθετική μορφή (Mangels et al., 1993). Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης C διαφέρει για τους άνδρες (90 mg) σε σχέση με τις γυναίκες (75 mg) (Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals Vitamins, 2015). Η έλλειψη βιταμίνης C είναι γνωστό ότι οδηγεί σε σκορβούτο, μια πάθηση η οποία παλαιότερα ήταν πολύ συνηθισμένη ιδιαίτερα στους ναυτικούς οι οποίοι δεν λάμβαναν επαρκείς ποσότητες φρέσκων φρούτων και λαχανικών (Wikipedia: Vitamin C, 2015). Αντίθετα, η υπερβολική

πρόσληψη βιταμίνης C μπορεί να επάγει την παραγωγή ελευθέρων ριζών και να προκαλέσει οξειδωτικές βλάβες στον οργανισμό (Buettner, 1993).

### **Βιταμίνη E και αντιοξειδωτική δράση**

Η βιταμίνη E απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1936 από τον Evans στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας (Wikipedia: Vitamin E, 2015). Στην συνέχεια, το 1937 ανακαλύφθηκε η δομή της από τον Fernholz και τον επόμενο χρόνο η σύνθεση της από τον Karrer (Ball, 2004). Η βιταμίνη E απαντάται σε οχτώ διαφορετικές μορφές [(α-τοκοφερόλη, β-τοκοφερόλη, γ-τοκοφερόλη, δ-τοκοφερόλη, α-τοκοτριενόλη, β-τοκοτριενόλη, γ-τοκοτριενόλη και δ-τοκοτριενόλη), (Wikipedia: Vitamin E, 2015)]. Η α-τοκοφερόλη απορροφάται καλύτερα από τον οργανισμό και έχει μεγαλύτερη βιολογική αξία από τις υπόλοιπες (Ball, 2004). Επιπλέον, η βιταμίνη E είναι διαθέσιμη στο εμπόριο ως συμπλήρωμα διατροφής, φυσικής και συνθετικής μορφής. Η βιοδιαθεσιμότητα της συνθετικής μορφής της α-τοκοφερόλης στον άνθρωπο είναι περίπου στο 50% της βιοδιαθεσιμότητας της φυσικής μορφής (Burton & Traber, 1990). Επιπλέον, γνωρίζουμε ότι η μη πρόσληψη βιταμίνης E για μεγάλη χρονική περίοδο επιφέρει προβλήματα στο νευρολογικό σύστημα (Muller & Goss-Sampson, 1990). Τέλος, η βιταμίνη E αποτελεί πολύ σημαντική αντιοξειδωτική ουσία που σταματά τις αντιδράσεις των λιπιδικών υπεροξειδώσεων (Esterbauer, Dieber-Rotheneder, Striegl, & Waeg, 1991).

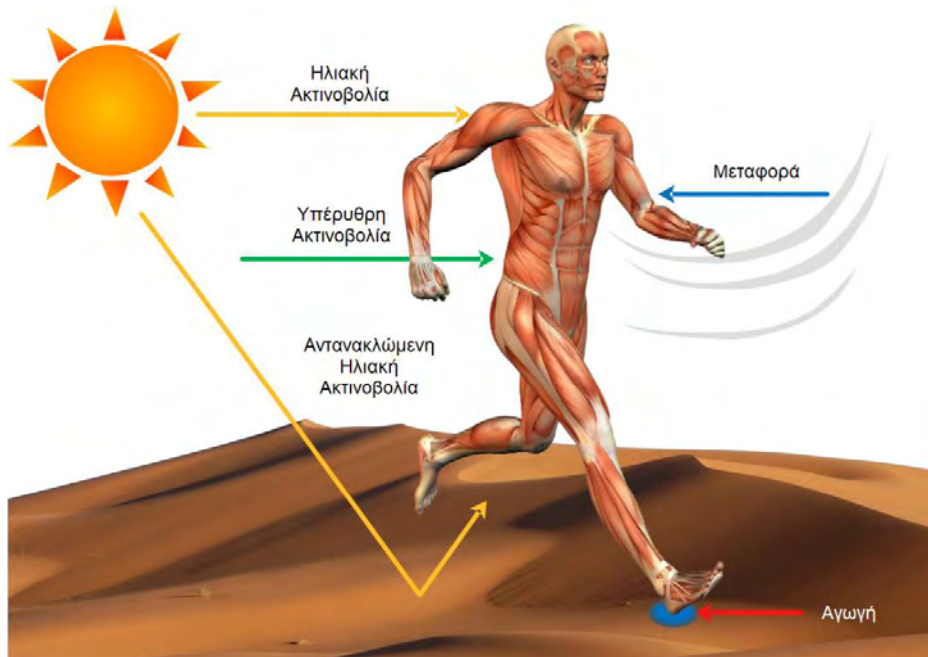
### **Επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε δείκτες απόδοσης και υγείας**

#### **Επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την άσκηση**

Μιλώντας για θερμοκρασία, αναφερόμαστε σε μία αντικειμενική συγκριτική μέτρηση της ζέστης και του κρύου. Ως θερμό-ουδέτερη ζώνη θερμοκρασίας περιβάλλοντος (ΘΠ) ορίζεται το εύρος θερμοκρασίας κατά το οποίο ένας υγιής άνθρωπος δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσει

περισσότερη ή λιγότερη ενέργεια από αυτή που χρησιμοποιεί στο βασικό μεταβολικό ρυθμό του (Wikipedia: Thermal neutral zone, 2015). Ως εκ τούτου, στην παρούσα διατριβή υψηλότερη θερμοκρασία από την θερμο-ουδέτερη ζώνη αναφέρεται ως υψηλή  $\Theta_{\Pi}$ , ενώ χαμηλότερη θερμοκρασία αναφέρεται ως χαμηλή  $\Theta_{\Pi}$ . Κατά την άσκηση σε υψηλή  $\Theta_{\Pi}$ , ο ανθρώπινος οργανισμός δέχεται θερμότητα με τους φυσικούς νόμους της ακτινοβολίας, της μεταφοράς, και σε μικρότερο βαθμό με την αγωγή (Εικόνα 4).

**Εικόνα 4.** Φυσικοί μηχανισμοί που ευθύνονται για την πρόσληψη θερμότητας από θερμό περιβάλλον.

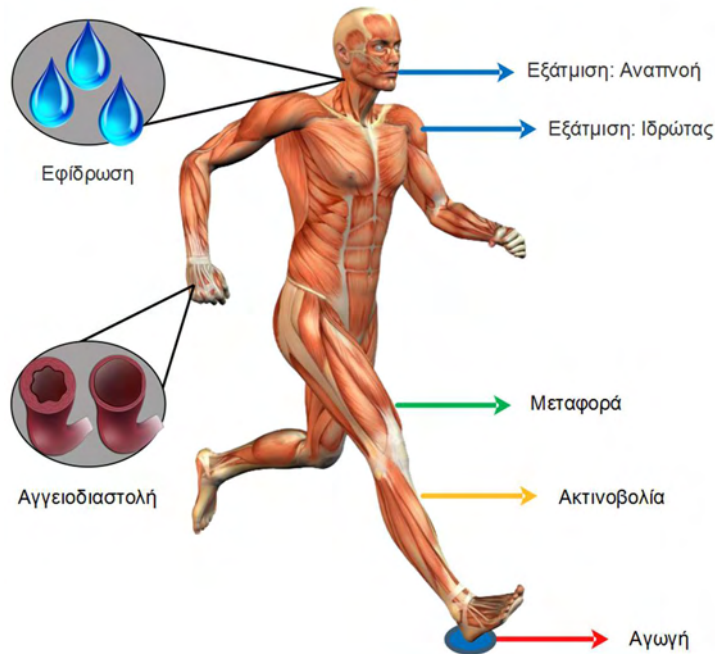


### **Θερμορύθμιση**

Ο άνθρωπος, όπως και όλοι οι ομοιόθερμοι οργανισμοί, αντισταθμίζει τις περιβαλλοντικές μεταβολές της θερμοκρασίας μέσω του θερμορυθμιστικού μηχανισμού, ο οποίος λαμβάνει συνεχή ανατροφοδότηση από κεντρικούς θερμοαισθητηριακούς νευρώνες (κεντρικοί “θερμοποδοχείς”), καθώς επίσης και από περιφερικούς αισθητήρες θερμοκρασίας (περιφερικοί “θερμοποδοχείς”) προκειμένου να κρατήσει σταθερή  $\Theta_{ΠΣ}$  (Romanovsky, 2007). Επομένως, ως θερμορύθμιση ορίζεται η ικανότητα του ανθρώπινου οργανισμού να ενεργοποιεί τους θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς της ομοιόστασης προκειμένου να διατηρηθεί η  $\Theta_{ΠΣ}$  σταθερή. Από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε, ότι η θερμοκρασία σώματος αυξάνεται από παράγοντες όπως η άσκηση, αλλά και η υψηλή περιβαλλοντική θερμοκρασία (Flouris, Wright-Beatty, Friesen, Casa, & Kenny, 2014; Kenefick, Chevront, & Sawka, 2007). Έτσι, προκειμένου η  $\Theta_{ΠΣ}$  να παραμείνει σταθερή, αρχίζει η αποβολή θερμότητας από τον οργανισμό η οποία ρυθμίζεται από τους φυσικούς νόμους, της αγωγιμότητας, της ακτινοβολίας, της μεταφοράς και της εξάτμισης, όπως επίσης και από τους θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς της

εφίδρωσης και της αγγειοδιαστολής (Εικόνα 5). Τα ποσοστά θερμότητας που αποβάλλονται από τον οργανισμό διαφέρουν από μηχανισμό σε μηχανισμό.

**Εικόνα 5.** Θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί υπεύθυνοι για την απώλεια θερμότητας από το σώμα.



### Θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί για την απώλεια θερμότητας

Αγωγή (Keim, Guisto, & Sullivan, 2002)

Η απώλεια θερμότητας με αγωγή (conduction) εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του δέρματος και των αντικειμένων που είναι σε επαφή με τον άνθρωπο. Σε αυτή τη περίπτωση η θερμότητα μεταδίδεται με ταλάντωση των ατόμων του στερεού. Ενώ τα θερμότερα άτομα έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα από τα ψυχρότερα και τη μεταδίδουν στα γειτονικά τους.

### Μεταφορά (Keim et al., 2002)

Η απώλεια θερμότητας με μεταφορά (convection) αυξάνεται ανάλογα με τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας του σώματος και του περιβάλλοντος ρευστού (υγρού ή αερίου). Η θερμότητα σε αυτή τη περίπτωση μεταδίδεται από την επιφάνεια ενός στερεού σώματος στη μάζα ενός ρευστού και αντίστροφα.

### Ακτινοβολία (Keim et al., 2002)

Στην περίπτωση απώλειας θερμότητας μέσω ακτινοβολίας (radiation), η θερμότητα εκπέμπεται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα χωρίς να απαιτεί την ύπαρξη ύλης ή την επαφή ανάμεσα στα δύο σώματα (πομπό, δέκτη). Σε πολλές περιπτώσεις η ύλη που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο σωμάτων μπορεί να είναι ψυχρότερη από την λαμβανόμενη θερμότητα (π.χ. ηλιακή ακτινοβολία - άνθρωπος). Όλα τα σώματα ακτινοβολούν και αλληλοεπιδρούν, με τα θερμότερα να ακτινοβολούν περισσότερο από τα ψυχρότερα.

### Εξάτμιση (Keim et al., 2002)

Η απώλεια θερμότητας μέσω εξάτμισης (evaporation) είναι άμεσα συναρτώμενη με την εφίδρωση. Παρά ταύτα, ένα μεγάλο ποσοστό απώλειας θερμότητας μέσω εξάτμισης οφείλεται στην εκπνευστική λειτουργία του οργανισμού. Όταν ο ιδρώτας έρθει σε επαφή με τον θερμότερο αέρα αρχίζει να εξατμίζεται, με αποτέλεσμα να ψύχει το σώμα. Ενώ, σε περίπτωση που ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι ψυχρότερος από την θερμοκρασία του ιδρώτα, δεν επιτελείται η εξάτμιση και το σώμα δεν ψύχεται.

## Θερμοκρασία πυρήνα σώματος

Με τον όρο θερμοκρασία πυρήνα σώματος (Θ<sub>ΠΣ</sub>), εννοούμε την θερμοκρασία που αναπτύσσεται σε βαθιές δομές του σώματος, όπως τα σπλάχνα. Ο έλεγχος της Θ<sub>ΠΣ</sub> είναι σημαντικός, καθώς γνωρίζουμε ότι μία απόκλιση από το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας μπορεί να υποδηλώνει παθολογική κατάσταση (Romanovsky, 2007). Επιπλέον, γνωρίζουμε ότι η σημαντική αύξηση της Θ<sub>ΠΣ</sub> (υπερθερμία) ή μείωση (υποθερμία) της, η οποία δεν τυγχάνει άμεσης ρύθμισης, εγκυμονεί κινδύνους για την ανθρώπινη ζωή (Romanovsky, 2007).

## Θερμοκρασία πυρήνα σώματος κατά την άσκηση

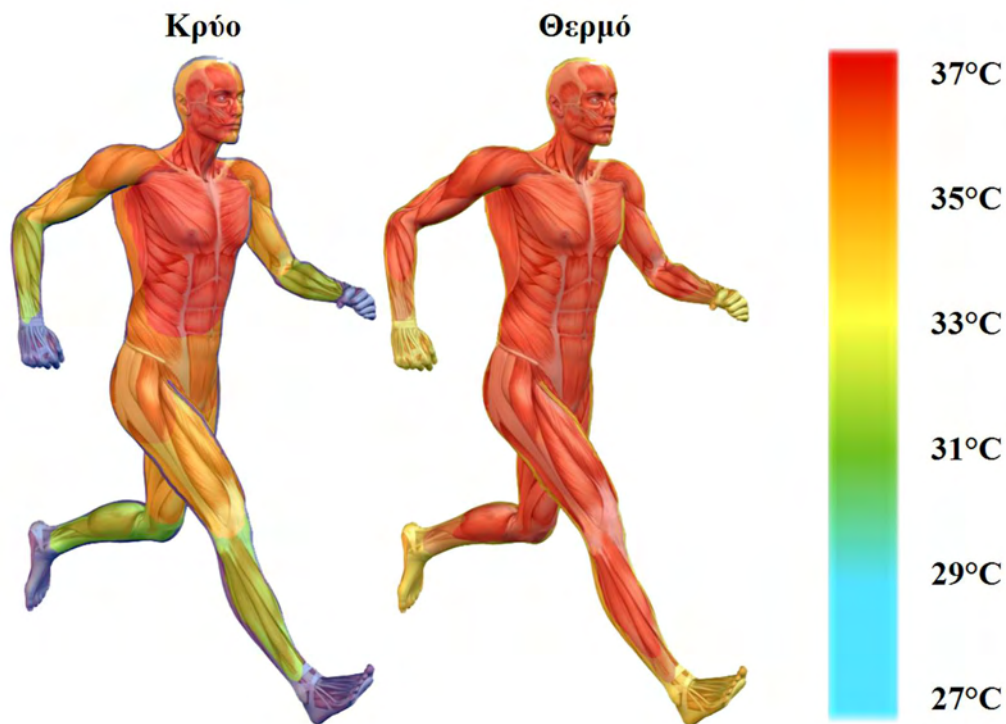
Είναι γνωστό, ότι η πλειονότητα της ενέργειας που μεταβολίζεται στο σώμα μετατρέπεται σε θερμότητα (Flouris & Schlader, 2015). Επιπλέον, οι ακραίες αγωνιστικές επιβαρύνσεις σε θερμό περιβάλλον μπορεί να επιφέρουν σημαντικές μεταβολές στην Θ<sub>ΠΣ</sub>, καθώς επίσης και στη θερμοκρασία δέρματος του αθλητή (Εικόνα 6). Ένα άρθρο του 2009, αναφέρει ότι είναι πιθανή η πρόκληση υποθερμίας κατά την διάρκεια του νέο-εισαχθέντος Ολυμπιακού αγωνίσματος των 10 Km ανοιχτής θαλάσσης (Castro, Mendes, & Nobrega, 2009). Παρά ταύτα, οι περισσότερες αγωνιστικές επιβαρύνσεις στον παγκόσμιο αθλητισμό δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τον φυσικό νόμο της αγωγιμότητας. Έτσι, η παρουσία υπερθερμίας κατά την διάρκεια ενός αγώνα είναι πολύ πιο συνηθισμένο φαινόμενο.

Γνωρίζοντας ότι κατά την διάρκεια άσκησης περίπου το 80% της ενέργειας η οποία μεταβολίζεται αποβάλλεται από το σώμα με τη μορφή θερμότητάς (M. N. Sawka et al., 2007), συμπεραίνουμε ότι η υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν είναι απαραίτητο κριτήριο προκειμένου να οδηγηθεί κάποιος αθλητής σε ασκησιογενή θερμοπληξία. Υπάρχει στην βιβλιογραφία η περίπτωση ενός αθλητή ο οποίος διακομίστηκε με ασκησιογενή θερμοπληξία μετά την κατάρρευσή του 10m πριν από τον τερματισμό ενός μαραθώνιου δρόμου με



θερμοκρασία περιβάλλοντος  $\leq 9^{\circ}\text{C}$  (Roberts, 2006). Επιπλέον η αύξηση της  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  είναι ένας επιβλαβής παράγοντας για την αθλητική απόδοση, καθώς επηρεάζει της τη λειτουργία καρδιάς και του σκελετικού συστήματος, ενώ φαίνεται ότι αποτελεί ένα σημαντικό αυξητικό παράγοντα της αντιλαμβανόμενης κόπωσης (Bergh et al., 1986; Flouris, Bravi, et al., 2014; Gonzalez-Alonso, 2007; Maciejewski, Messonnier, Moyen, & Bourdin, 2007).

**Εικόνα 6.** Μεταβολές στη θερμοκρασία δέρματος κατά την άσκηση.



#### Αξιολόγηση της Θερμοκρασίας πυρήνα σώματος

Η συνηθέστερη μέθοδος αξιολόγησης της  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  είναι η μέτρηση της θερμοκρασίας ορθού μέσω ειδικών αισθητήρων. Στην βιβλιογραφία αναφέρονται τρόποι υπολογισμού της  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  μέσω αξιολόγησης της τυμπανικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας εκπνοής (Flouris & Cheung, 2010). Παρά ταύτα, η αξιολόγηση της  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  σε πεδίο με την χρήση αισθητήρα ορθού ή η

αξιολόγηση τυμπανικής και εκπνευστικής θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα, είναι ανέφικτη.

### **Θερμικός εγκλιματισμός και αθλητική απόδοση**

Ως εγκλιματισμός ορίζεται το σύνολο των βιοχημικών και των φυσιολογικών προσαρμογών ενός οργανισμού προκειμένου να ανταπεξέλθει/επιβιώσει στις περιβαλλοντικές αλλαγές που παρουσιάζονται (Hori, 1995; Periard, Racinais, & Sawka, 2015). Στην Ελληνική γλώσσα, ο όρος εγκλιματισμός περιλαμβάνει είτε τον τεχνητό εγκλιματισμό (acclimation), ο οποίος επιτυγχάνεται μέσα από τη διαμονή ή την επαναλαμβανόμενη επίσκεψη του εθελοντή σε ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες οι οποίες δημιουργούνται εντός περιβαλλοντικού θαλάμου, είτε είναι αποτέλεσμα φυσικής διαδικασίας [(acclimatization), (π.χ. επίσκεψη σε χιονοδρομικό κέντρο για μία εβδομάδα)].

Ως θερμικός εγκλιματισμός ορίζεται ο εγκλιματισμός που επιτυγχάνεται προκειμένου ο οργανισμός να ανταπεξέλθει σε αλλαγές στην περιβαλλοντική θερμοκρασία [(π.χ. μετάβαση από ψυχρότερο σε θερμότερο κλίμα), (Lagerspetz, 2006; Periard et al., 2015)]. Η ικανότητα του ανθρώπου για εγκλιματισμό σε θερμό περιβάλλον τον βοηθά να ανέχεται την παρατεταμένη θερμική καταπόνηση κάτω από σχεδόν οποιοσδήποτε περιβαλλοντικές συνθήκες (Hori, 1995; Periard et al., 2015), καθώς επίσης δημιουργεί της κατάλληλες προσαρμογές (Πίνακας 1) οι οποίες θα βοηθήσουν τον αθλητή να ανταπεξέλθει και να αποδώσει το μέγιστο δυνατό κατά την αγωνιστική επιβάρυνση σε θερμό περιβάλλον.

**Πίνακας 1.** Φυσιολογικές προσαρμογές του εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον. (Periard et al., 2015; M. N. Sawka, Leon, Montain, & Sonna, 2011; M.N. Sawka & Young, 2000)

Προσαρμογή	Επακόλουθο
Θερμοκρασία πυρήνα	Μειωμένη
• Ηρεμίας	Μειωμένη
• Άσκησης	Μειωμένη
Εφίδρωση	Βελτιωμένη
• Όριο έναρξης	Μειωμένο
• Ρυθμός	Αυξημένος
• Ευαισθησία	Αυξημένη
Θερμοκρασία δέρματος	Μειωμένη
Ροή αίματος στο δέρμα	Βελτιωμένη
• Όριο έναρξης	Μειωμένο
• Ρυθμός	Αυξημένος
• Ευαισθησία	Βελτιωμένη
Ισοζύγιο ύδατος	Αυξημένη
• Δίψα	Βελτιωμένη
• Απώλεια ηλεκτρολυτών	Μειωμένη
• Συνολική ποσότητα νερού στο σώμα	Αυξημένη
• Όγκος πλάσματος	Αυξημένος
Καρδιαγγειακή σταθερότητα	Βελτιωμένη
• Καρδιακή συχνότητα	Χαμηλότερη
• Όγκος παλμού	Αυξημένος
• Καρδιακή παροχή	Καλύτερη
• Πίεση αίματος	Καλύτερη
Ενδοτικότητα του μυοκαρδίου	Αυξημένη
Απόδοση μυοκαρδίου	Αυξημένη
Καρδιοπροστασία	Βελτιωμένη
Μεταβολισμός σκελετικών μυών	Βελτιωμένος
• Μυϊκό γλυκογόνο	Απόθεμα
• Κατώφλι γαλακτικού οξέος	Αυξημένο
• Γαλακτικό μύος και πλάσματος	Χαμηλότερο
• Παραγωγή μυϊκής ισχύς	Αυξημένη
Ολικός μεταβολικός ρυθμός	Χαμηλότερος
Επίκτητη θερμική ανοχή	Αυξημένη
• Έκφραση πρωτεϊνών θερμικού στρες	Αυξημένη
• Κυτταροπροστασία	Αυξημένη

### Θερμική άνεση του περιβάλλοντος

Μιλώντας για θερμική άνεση αναφερόμαστε σε μία “αναγνωρισμένη κατάσταση συναισθήματος, η οποία δεν διαθέτει αισθητήρια όργανα όπως οι πέντε βασικές αισθήσεις” (Gagge, Stolwijk, & Hardy, 1967). Με τον όρο θερμική άνεση του περιβάλλοντος (TC) αναφερόμαστε στην υποκειμενική άνεση (άνετα, λίγο άβολα, άβολά, πολύ άβολα, πάρα πολύ άβολα) του ανθρώπου απέναντί στην περιβαλλοντική θερμική επιβάρυνση με την οποία αλληλοεπιδρά. Ενώ, σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρία Θέρμανσης Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE) ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένας άνθρωπος δεν επιθυμεί καμιά θερμική αλλαγή του περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2015). Η μείωση της θερμικής άνεσης του περιβάλλοντος οφείλεται κυρίως στην αύξηση της θερμοκρασίας δέρματος του αθλητή (Bleichert, Behling, Scarperi, & Scarperi, 1973; Flouris & Schlader, 2015). Ενώ, η υγρασία στο δέρμα του ανθρώπου που κάνει άσκηση σε θερμό περιβάλλον είναι ένας ρυθμιστικός παράγοντας της θερμικής άνεσης του περιβάλλοντος (Flouris & Schlader, 2015).

### Θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος

Ως θερμική αίσθηση, ορίζεται ο υποκειμενικός θερμικός βαθμός αίσθησης (πολύ κρύο – πολύ θερμό) στις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος (D. A. McIntyre, 1976). Στηρίζεται στην θερμική αλληλεπίδραση του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, δεν είναι ξεκάθαρη η επίδραση της άσκησης σε θερμό περιβάλλον στην αντίληψη της θερμικής αίσθησης του περιβάλλοντος (Flouris & Schlader, 2015).

Επιπτώσεις στη θερμική άνεση και τη θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος από άλλους παράγοντες

1. Μεταβολικός ρυθμός (Epstein & Moran, 2006)
2. Ρουχισμός (D. McIntyre, 1973)
3. Περιβαλλοντική θερμοκρασία (αέρος) (D. McIntyre, 1973)
4. Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (D. McIntyre, 1973)
5. Ταχύτητα αέρος (D. McIntyre, 1973)
6. Σχετική υγρασία (Epstein & Moran, 2006)
7. Ψυχολογικούς παράγοντες (Dear, 1998)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, επεξηγείται η μεθοδολογία, πίσω από τη συλλογή, το σχεδιασμό και την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας. Το πρώτο υποκεφάλαιο αναφέρεται στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στα ιστορικά δεδομένα, ενώ το δεύτερο υποκεφάλαιο, αναφέρεται στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στα δεδομένα από τις αναλύσεις πεδίου. Επιπλέον, η επεξεργασία των δεδομένων, καθώς επίσης και οι στατιστικές αναλύσεις των δεδομένων, έγιναν σε δύο στάδια. Συγκεκριμένα, στο πρώτο στάδιο αναλύθηκαν τα ιστορικά δεδομένα για τον MdS, ενώ στο δεύτερο, αναλύθηκαν τα δεδομένα της έρευνας πεδίου από τον MdS. Ως εκ τούτου, κάθε υποκεφάλαιο από τα προαναφερθέντα, περιλαμβάνει τη μεθοδολογία των στατιστικών αναλύσεων που έγιναν σε αυτό.

### Μεθοδολογία ιστορικών δεδομένων

Συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα από τους συμμετέχοντες στον υπέρ-μαραθώνιο αγώνα δρόμου Marathon des Sables κατά τα τελευταία 16 έτη (2000-2015). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από 12861 αθλητές [(άντρες: 9983; ηλικία:  $41.8 \pm 9.681$ ), (γυναίκες: 1512; ηλικία:  $41.89 \pm 9.448$ )]. Αναλύθηκαν με ιδιαίτερη έμφαση σε μεταβλητές όπως η εθνικότητα, η ηλικία, το φύλο, η μέση δρομική ταχύτητα, μέση θερμοκρασία της χώρας του αθλητή και ο αριθμός των φορών που συμμετείχε στον αγώνα. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι μερικές από τις μεταβλητές αξιολογήθηκαν μόνο σε χώρες οι οποίες είχαν πάνω από 200 συμμετέχοντες στην διάρκεια των 16 ετών κατά τα οποία υπήρχαν ιστορικά δεδομένα. Ο λόγος για τον οποίο έγινε αυτό ήταν για να αποφευχθεί η ανάλυση μόνο αθλητών πρωταθλητισμού από συγκεκριμένες μετρήσεις. Για παράδειγμα, κατά την περίοδο 2000-2015 ολοκλήρωσε τον MdS μόνο 1 αθλητής από την Αιθιοπία. Η μικρή συμμετοχή αθλητών από αυτή τη χώρα

σημαίνει ότι ο MdS δεν αποτελεί αγώνισμα μαζικού αθλητισμού στην Αιθιοπία, επομένως ο Αιθίοπας αθλητής που τον ολοκλήρωσε ήταν υψηλού επιπέδου.

### **Συλλογή ιστορικών δεδομένων**

Τα ιστορικά δεδομένα συλλέχθηκαν από την επίσημη ιστοσελίδα της διοργάνωσης (Marathon des Sables: results, 2015) καθώς επίσης και από ιστοσελίδες αποθήκευσης αποτελεσμάτων για αγώνες δρόμου (Atletasdelsol: MDS results, 2015; Runraid: MDS results, 2015; Statistik: MDS results, 2015). Όσον αφορά τα δεδομένα θερμοκρασίας, συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα [www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com) η οποία λαμβάνει δεδομένα θερμοκρασίας από πολλαπλές βάσεις δεδομένων θερμοκρασίας, συμπεριλαμβανομένου του εθνικού κλιματικού κέντρου της Αμερικής.

### **Στατιστικές αναλύσεις ιστορικών δεδομένων του MdS**

Για την επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό λογιστικών φύλλων Excel 2016 της Microsoft, ενώ για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, Ver. 22.0, International Business Machines Corporation, New York, U.S.). Ως συντελεστής στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε η τιμή  $p < 0.05$ .

Μετά από την αρχική συλλογή των ιστορικών δεδομένων για τον MdS, παρουσιάστηκε η ανάγκη δημιουργίας δύο καινούργιων μεταβλητών, οι οποίες θα εξυπηρετούσαν τους σκοπούς της έρευνας. Η πρώτη καινούργια μεταβλητή, ήταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της χώρας προέλευσης του αθλητή και του χώρου διεξαγωγής του αγώνα ( $\Delta\theta$ ), η οποία προέκυψε από τη διαφορά της μέγιστης θερμοκρασίας στον MdS ( $MdS_T$ ) και της μέγιστης

θερμοκρασίας της χώρας προέλευσης του αθλητή ένα μήνα πριν από την συμμετοχή του στον MdS ( $C_T$ ). Ως εκ τούτου, η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε ήταν η εξής,  $\Delta\theta = MdS_T - C_T$ . Η δεύτερη καινούργια μεταβλητή που δημιουργήθηκε, προκειμένου να ελεγχθούν οι σκοποί της έρευνας, ήταν η προηγούμενη δρομική εμπειρία στον MdS. Για την δημιουργία αυτής της μεταβλητής, παρουσιάστηκε η ανάγκη να ενωθούν τρεις σταθερές και αμετάβλητες τιμές (ονοματεπώνυμο αθλητή, χρονολογία γεννήσεως, εθνικότητα αθλητή). Ως εκ τούτου, για έναν αθλητή με ονοματεπώνυμο «Λεωνίδας Ιωάννου», χρονολογία γεννήσεως «1990» και εθνικότητα «Ελληνική», η καινούργια τιμή που προέκυψε ήταν «ΛεωνίδαςΙωάννου1990Ελληνική». Εν συνεχεία, υπολογίστηκε πόσες φορές εμφανιζόταν η καινούργια μεταβλητή στα δεδομένα, ενώ ο αριθμός εμφανίσεων της καινούργιας μεταβλητής αντιστοιχούσε στον συνολικό αριθμό συμμετοχών του αθλητή στον αγώνα. Με αυτόν τον τρόπο διαπιστώθηκε, ο αριθμός των προηγούμενων φορών που συμμετείχε ο κάθε αθλητής στον MdS.

Για τη διεκπεραίωση των στατιστικών αναλύσεων στα ιστορικά δεδομένα για τον MdS, χρησιμοποιήθηκαν μόνο παραμετρικά τεστ. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικές στατιστικές αναλύσεις προκειμένου να εξεταστούν οι ερευνητικές υποθέσεις 1 και 2. Εκτενέστερα, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης Pearson  $r$ , προκειμένου να ελεγχθούν οι σχέσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών στα ιστορικά δεδομένα για τον MdS. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε κριτήριο  $\chi^2$  για να ελεγχθούν οι διαφορές ανάμεσα σε μεταβλητές διακριτού τύπου στα ιστορικά δεδομένα. Η τρίτη ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε, ήταν η ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης, προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές σε εξαρτημένες μεταβλητές μεταξύ αθλητών που διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Η τελευταία ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε ήταν το  $t$  test για ανεξάρτητα δείγματα για να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές σε εξαρτημένες μεταβλητές (μέση δρομική ταχύτητα) μεταξύ δύο διαφορετικών ομάδων [(ηλικιακών ομάδων),



(φυλετικών/εθνικών ομάδων), (ομάδων φύλου)] στα ιστορικά δεδομένα που συλλέχθηκαν για τον MdS.

### **Μεθοδολογία δεδομένων έρευνας πεδίου**

Πέρα από την έρευνα που στηρίχτηκε στις βάσεις ιστορικών δεδομένων του MdS, πραγματοποιήθηκαν και μετρήσεις πεδίου, πριν και κατά την διάρκεια του MdS το έτος 2015, σε έναν αθλητή. Προκειμένου να παρθούν οι μετρήσεις αυτές, έγινε αίτηση προς την επιτροπή βιοηθικής και δεοντολογίας της ΣΕΦΑΑ Τρικάλων, η οποία εγκρίθηκε με αριθμό πρωτοκόλλου 997 και αριθμό συνεδρίασης 2-7/23-4-2015 την 23<sup>η</sup> Απριλίου του έτους 2015 (το σχετικό έγγραφο παρατίθεται στο Παράρτημα της παρούσας διατριβής).

### **Συμμετέχων**

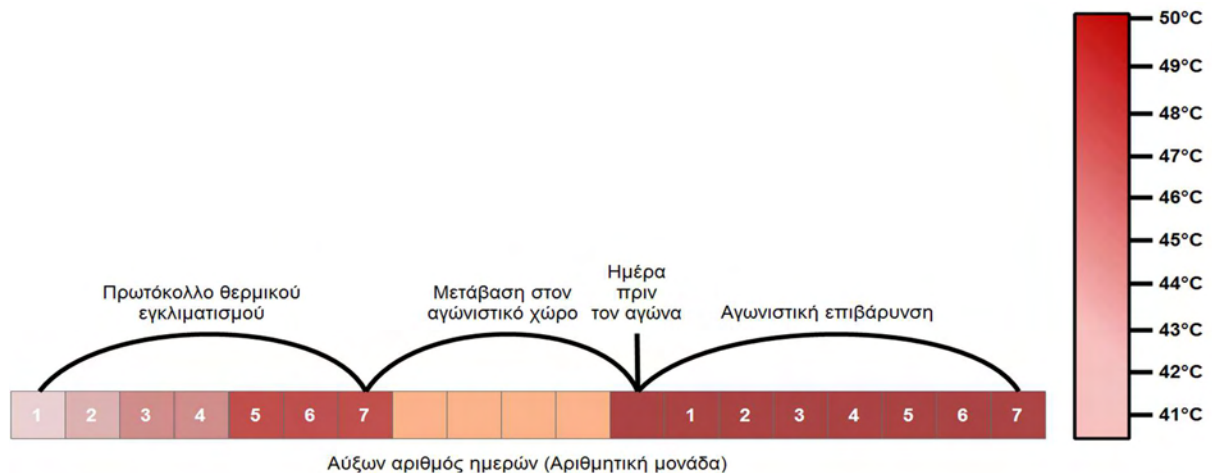
Ο μοναδικός συμμετέχων της μελέτης, ο οποίος αγωνίστηκε και τερμάτισε στον υπέρμαραθώνιο MdS ήταν ένας Έλληνας αθλητής ηλικίας 39 ετών ο οποίος κατέλαβε την 323<sup>η</sup> θέση στον αγώνα. Ο ίδιος ο αθλητής είχε ζητήσει την επιστημονική υποστήριξη της ερευνητικής μας ομάδας και υπέγραψε το σχετικό έντυπο συναίνεσης.

### **Πρωτόκολλο θερμικού εγκλιματισμού**

Έντεκα μέρες πριν από τη διεξαγωγή του αγώνα, πραγματοποιήθηκε εβδομαδιαίο πρωτόκολλο εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον με προοδευτικά αυξανόμενη θερμική ένταση ( $43.38 \pm 3.15^{\circ}\text{C}$ ) και 10% σχετική υγρασία (Εικόνα 7). Το πρωτόκολλο αυτό έλαβε χώρα στον περιβαλλοντικό θάλαμο της ΣΕΦΑΑ Τρικάλων. Είχε διάρκεια 90 λεπτά ανά συνεδρία, κατά την οποία ο αθλητής έκανε άσκηση σε δαπεδοεργόμετρο, με προσομοίωση στοιχείων

επιβάρυνσης όπως η αυξομείωση της κλίσης, και η μεταφορά του σάκου εξοπλισμού του αγώνα (13.7 Kg).

**Εικόνα 7.** Θερμοκρασία περιβάλλοντος και χρονική τοποθέτηση του εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον και της αγωνιστικής επιβάρυνσης του MdS.



### Πειραματικό πρωτόκολλο

Κατά τη διάρκεια των επτά ημερών παραμονής και συμμετοχής του αθλητή στον αγώνα, συλλέχθηκαν δεδομένα βιολογικού, βιοχημικού, φυσιολογικού, διατροφολογικού και ψυχολογικού χαρακτήρα. Οι μετρήσεις αυτές δεν είχαν ακριβή ώρα λήψης λόγω της μη σταθερής χιλιομετρικής απόστασης που χαρακτήρισε την κάθε αγωνιστική μέρα κατά τον MdS. Ως εκ τούτου, οι μετρήσεις χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία, αναφέρεται στις μετρήσεις που έγιναν καθημερινά πριν και μετά τη δρομική επιβάρυνση. Ενώ η δεύτερη κατηγορία, αναφέρεται στις μετρήσεις που έγιναν καθημερινά κατά την διάρκεια της αγωνιστικής δρομικής επιβάρυνσης του MdS, σε μη σταθερά σημεία κατά την διάρκεια του αγώνα (συνήθως στο μέσο της καθημερινής καλυπτόμενης απόστασης). Στον Πίνακα 3, διακρίνουμε τις μετρήσεις που έγιναν σε κάθε κατηγορία.

**Πίνακας 3.** Χρονικά σημεία λήψεις των δεδομένων πεδίου κατά τον MdS.

<b>Πριν και μετά τη δρομική επιβάρυνση</b>	<b>Κατά τη δρομική επιβάρυνση</b>
Αντιλαμβανόμενη κόπωση	Αντιλαμβανόμενη κόπωση
Γνωστική ικανότητα	Γαλακτικό οξύ αίματος
Δίψα	Γλυκόζη αίματος
Δυσκολία στην αναπνοή	Δίψα
Ειδικό βάρος ούρων	Δρομική ταχύτητα
Θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος	Δυσκολία στην αναπνοή
Θερμική άνεση του περιβάλλοντος	Ενεργειακή διαθεσιμότητα
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	Θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος
Θερμοκρασία σώματος	Θερμική άνεση του περιβάλλοντος
Ισχύς χειρολαβής	Θερμοκρασία περιβάλλοντος
Μάζα σώματος	Θερμοκρασία σώματος
Ολική κόπωση	Καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση
Περίμετρος κάτω άκρων	Καρδιακή συχνότητα
Προσλαμβανόμενα θρεπτικά συστατικά	Ολική κόπωση
Σύσταση σώματος	Προσλαμβανόμενα θρεπτικά συστατικά
Χρόνος αντίδρασης	
Ψυχολογικές παράμετροι	

## Μετρήσεις

**Ειδικό βάρος των υγρών (ούρα) του σώματος:** Όλα τα συλλεγμένα δείγματα σωματικών υγρών αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας ρεφρακτόμετρο (PAL 10-S, Atago, Tokyo, Japan) για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους ούρων. Αφυδάτωση ορίστηκε όταν το ειδικό βάρος των ούρων ήταν <1.02, σύμφωνα με τα διεθνώς αποδεκτά πρότυπα (M. N. Sawka et al., 2007).

**Μέτρηση βάρους σώματος:** Το σωματικό βάρος του συμμετέχοντα μετρήθηκε χρησιμοποιώντας ένα ζυγό ακριβείας KERN & Sohn GmbH (Ver. 5.3, KERN & Sohn GmbH, Balingen, Germany) πριν και αμέσως μετά από τη δρομική επιβάρυνση κάθε μέρας.

**Αξιολόγηση της αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE):** Αναπτύχθηκε από τον Borg (Borg, 1982) είναι μια μέθοδος για να καθοριστεί η ένταση της προσπάθειας και/ή δυσφορία που αισθάνθηκε ο εξεταζόμενος κατά τη διάρκεια της άσκησης. Το επίπεδο της αντιλαμβανόμενης κόπωσης κατά την διάρκεια της άσκησης συχνά μετριέται με μια κλίμακα 15 σταδίων (6-20). Ο συμμετέχοντας κλήθηκε να αξιολογήσει την αντιλαμβανόμενη κόπωση κατά την άσκηση (6 = καμία κόπωση, 20 = μέγιστη κόπωση).

**Έντεκα-βαθμιαία κλίμακα αξιολόγησης:** Η υποκειμενική αίσθηση της γενικής κοπώσεως, καθώς επίσης η δυσκολία στην αναπνοή και το επίπεδο δίψας αξιολογήθηκαν με μία έντεκα-βαθμιαία κλίμακα αξιολόγησης (0=καθόλου, 3 πολύ χαμηλή, 5=μέτρια, 8=αρκετή, 10=πολύ υψηλή).

**Ερωτηματολόγιο άνεσης και αίσθησης της θερμοκρασίας:** Κατά την διάρκεια των τεστ και του αγώνα μετρήθηκε η θερμική αίσθηση και η θερμική άνεση του αθλητή με τη χρήση τυποποιημένων ερωτηματολογίων (Gagge et al., 1967).

**ASTQS:** Το ερωτηματολόγιο ASTQS (Zourbanos, Hatzigeorgiadis, Chroni, Theodorakis, & Papaioannou, 2009) αποτελείται από 40 ερωτήσεις οι οποίες αξιολογούνται με 4 θετικές και 4 αρνητικές διαστάσεις αυτοδιαλόγου. Οι θετικές διαστάσεις του αυτοδιαλόγου αποτελούνται από την εμπιστοσύνη (π.χ., "Πιστεύω στον εαυτό μου"), τον έλεγχο του άγχους (π.χ., "Παράμεινε ήρεμος"), εμπύχωση (π.χ., "Κάνε το καλύτερο σου"), και οδηγίες (π.χ., "Επικεντρώσου σε αυτό που έχεις να κάνεις τώρα"). Οι αρνητικές διαστάσεις του αυτοδιαλόγου είναι η ανησυχία (π.χ., "Δεν πρόκρινε να επιτύχω τον στόχο μου"), απεμπλοκή (π.χ., "Θέλω να σταματήσω"), σωματική κόπωση (π.χ., "Νιώθω κουρασμένος") και άσχετες σκέψεις (π.χ., "Πεινάω"). Ο συμμετέχοντας κλήθηκε να απαντήσει σε μια 5-βάθμια κλίμακα (0 = ποτέ, 4 = πολύ συχνά).

**Mini-Mental State:** Η δοκιμασία Mini-Mental State Examination [(Δοκιμασία Σύντομης Γνωστικής Εκτίμησης), (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975)] αποτελεί ένα εργαλείο εκτίμησης της γνωστικής κατάστασης, ευρέως χρησιμοποιούμενο για τη σύντομη ανίχνευση της γνωστικής εξασθένησης και της άνοιας σε πληθυσμό ενηλίκων. Προκειμένου να αξιολογηθεί η ερώτηση 11 του ερωτηματολογίου, κατά την οποία ο εθελοντής πρέπει να αντιγράψει ένα πρότυπο σχήμα, με χρονικό περιθώριο ενός λεπτού, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ImageJ το οποίο αξιολογεί γεωμετρικά δεδομένα.

**Γαλακτικό οξύ στο αίμα:** Η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα εξετάστηκε πριν, κατά και μετά το πέρας της καθημερινής δρομικής επιβάρυνσης στον MdS. Η μέτρηση γινόταν μέσω ενός δείγματος αίματος που συλλεγόταν μέσω μίας μικρής κεφαλή καρφίτσας από την άκρη του δακτύλου του χεριού. Η περιοχή καθαριζόταν πρώτα, χρησιμοποιώντας βαμβάκι για την αφαίρεση του ιδρώτα και ακολούθως με ένα βαμβάκι εμποτισμένο με οινόπνευμα. Λαμβανόταν δείγμα αίματος και αναλύοταν χρησιμοποιώντας φορητό αναλυτή γαλακτικού οξέος (Accusport/Accutrend, Accutrend Data Corporation, Colorado, U.S.).

**Θερμοκρασία δέρματος:** Μετρήθηκε η θερμοκρασία περιβάλλοντος και θερμοκρασία δέρματος στην κοιλιακή χώρα με τη χρήση αισθητήρων iBUTTON [(type DS1921H, Maxim/Dallas Semiconductor Corp., USA), (Εικόνα 8)]. Ο αισθητήρας iBUTTON είναι ένα μικρό (16 x 6 mm<sup>2</sup>) σύστημα, το οποίο μετρά και καταγράφει την θερμοκρασία σε ένα προστατευμένο τμήμα μνήμης. Στην συνέχεια δεδομένα όπως ο χρόνος και η θερμοκρασία μπορούν να μεταφερθούν στον υπολογιστή για την ανάλυση των δεδομένων. Ο αισθητήρας iBUTTON έχει χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή της θερμοκρασίας σε ζώα (Davidson, Aujard, London, Menaker, & Block, 2003) και σε ανθρώπους (van Marken Lichtenbelt et al., 2006).

**Θερμοκρασία πυρήνα σώματος:** Προκειμένου να αξιολογηθεί, η θερμοκρασία πυρήνα σώματος, χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση  $T_{core} = 27.524 + iBUTTON * 0.298$ , του εργαστηρίου περιβαλλοντικής φυσιολογίας FAME Laboratory (FAME Laboratory, 2015). Η συγκεκριμένη εξίσωση προβλέπει την θερμοκρασία πυρήνα σώματος, λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοκρασία δέρματος που λάβαμε από τον αισθητήρα καταγραφής θερμοκρασίας iBUTTON.

**Μεταβλητότητα καρδιακού παλμού:** Σε όλη τη διάρκεια του αγώνα ο συμμετέχων φορούσε μία ζώνη θώρακος για τον έλεγχο της καρδιακής συχνότητας (Εικόνα 8). Τα δεδομένα συγκεντρώνονται μέσω μικρής εμβέλειας τηλεμετρία σε 1.000 HZ με Polar V800 (V800, Polar Electro, Kempele, Finland). Τα δεδομένα μεταφέρθηκαν μέσω της εφαρμογής polar flow σε ένα υπολογιστή, προκειμένου να αναλυθούν και να αξιολογηθεί η διακύμανση της δραστηριότητας του συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού συστήματος (Flouris & Cheung, 2009).

**Μεταβλητότητα υψομέτρου:** Σε όλη τη διάρκεια του αγώνα ο συμμετέχων φορούσε ένα ρολόι Polar V800 το οποίο έχει ενσωματωμένους αισθητήρες καταμέτρησης της μεταβλητότητας του υψομέτρου GPS (Wikipedia: Global Positioning System (GPS), 2015) και αλτίμετρο (Altimeter, 2015). Οι αισθητήρες αυτοί, αποστέλλουν τα δεδομένα σε ένα ενσωματωμένο τμήμα μνήμης, με ταχύτητα 60 τιμών το λεπτό. Τα δεδομένα αυτά, συγκεντρώνονται μέσω μικρής εμβέλειας τηλεμετρία σε 1.000 HZ με Polar V800 (Polar Electro, Kempele, Finland). Τέλος, τα δεδομένα μεταφέρθηκαν μέσω της εφαρμογής polar flow σε ένα υπολογιστή, προκειμένου να γίνει περαιτέρω αξιολόγηση και στατιστικές αναλύσεις.

**Τεστ χρόνου αντίδρασης:** Για τον έλεγχο του χρόνου αντίδρασης, σχεδιάστηκε εφαρμογή με την βοήθεια του πακέτου προγραμματισμού Visual Basic 6 (Wikipedia: Visual Basic, 2015). Η εφαρμογή μας έδινε την δυνατότητα αξιολόγησης δύο παραμέτρων που αφορούν τον χρόνο αντίδρασης, η πρώτη παράμετρος ήταν ο χρόνος αντίδρασης μετά από οπτικό ερέθισμα και η δεύτερη παράμετρος ήταν ο χρόνος αντίδρασης μετά από ακουστικό ερέθισμα.

**Οπτικό ερέθισμα:** Κατά την διαδικασία αξιολόγησης του οπτικού ερεθίσματος, ο εξεταζόμενος ακουμπούσε μια οθόνη αφής ενός tablet [(Vero Tab W10i, Oktabit, Athens, Greece), (Wikipedia: tablet, 2015)] η οποία είχε μαύρο χρώμα, σε ανύποπτο χρόνο η οθόνη άλλαζε το χρώμα σε έντονο κίτρινο και άρχιζε την καταμέτρηση του χρόνου αντίδρασης. Όταν ο εξεταζόμενος απομάκρυνε το χέρι του από την οθόνη, τότε το χρονόμετρο σταματούσε και εμφάνιζε τον χρόνο αντίδρασης του αθλητή σε ακρίβεια χιλιοστού του δευτερολέπτου, αυτόματα. Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβανόταν τρεις φορές και λαμβανόταν υπόψη ο καλύτερος χρόνος αντίδρασης του εξεταζόμενου.

**Ακουστικό ερέθισμα:** Κατά την διαδικασία αξιολόγησης του ακουστικού ερεθίσματος, ο εξεταζόμενος φορούσε ακουστικά και ακουμπούσε μια οθόνη αφής ενός tablet, η οποία είχε μαύρο χρώμα. Σε ανύποπτο χρόνο το tablet έκανε ένα έντονο ήχο και άρχιζε την καταμέτρηση του χρόνου αντίδρασης. Όταν ο εξεταζόμενος απομάκρυνε το χέρι του από την οθόνη, τότε το χρονόμετρο σταματούσε και εμφάνιζε τον χρόνο αντίδρασης του αθλητή σε ακρίβεια χιλιοστού του δευτερολέπτου, αυτόματα. Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβανόταν τρεις φορές και λαμβανόταν υπόψη ο γρηγορότερος χρόνος αντίδρασης του εξεταζόμενου.

**Αξιολόγηση-υπολογισμός ημερήσιας κατανάλωσης θρεπτικών συστατικών:** Ο υπολογισμός της ημερήσιας πρόσληψης θρεπτικών συστατικών έγινε μετά από συλλογή όλων των συσκευασιών από τα φαγητά που κατανάλωσαν τόσο ο αθλητής, όσο και ερευνητής κατά την περίοδο του αγώνα. Τα προσλαμβανόμενα θρεπτικά συστατικά αξιολογήθηκαν σύμφωνα με τον Πίνακα ημερήσιας συνιστάμενης κατανάλωσης θρεπτικών συστατικών (RDI) των ΗΠΑ (Nutrition, 2011).



**Αξιολόγηση σύσταση σώματος (BCM):** Η αξιολόγηση της σύστασης του σώματος έγινε με μία αυτόνομη συσκευή (BCM, Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany) η οποία έχει επανειλημμένος αξιολογηθεί για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της (Chamney, Kramer, Rode, Kleinekofort, & Wizemann, 2002; Chamney et al., 2007). Η παραπάνω συσκευή χρησιμοποιεί την βιοηλεκτρική εμπέδηση η οποία στηρίζεται στην ιδιότητα των εξωκυττάρων υγρών του σώματος καθώς επίσης και της άλιπης σωματικής μάζας να έχει μικρότερη αντίσταση στην ροή του ηλεκτρικού ρεύματος απ' ό τι ο λιπώδης ιστός. Η καταγραφή των συλλεχθέντων δεδομένων γίνεται σε μία εξωτερική κάρτα μνήμης και από εκεί μεταφέρονται μέσω του προαπαιτούμενου λογισμικού (Fluid Management Tool) στον υπολογιστή για ανάλυση.

**Εικόνα 8.** Αισθητήρες καταγραφής δεδομένων πεδίου από τον εθελοντή αθλητή στον MdS.



## Στατιστικές αναλύσεις δεδομένων πεδίου

Όπως και στις στατιστικές αναλύσεις στα ιστορικά δεδομένα για τον MdS, έτσι και για τις στατιστικές αναλύσεις για τα δεδομένα πεδίου, για την επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό λογιστικών φύλλων Excel 2016 της Microsoft. Ενώ, για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το πακέτο στατιστικών αναλύσεων SPSS . Ως συντελεστής στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε η τιμή  $p < 0.05$ .

Το μέγεθος του δείγματος που χαρακτήρισε την μελέτη, έθεσε περιορισμούς, ως προς την διεκπεραίωση στατιστικών αναλύσεων. Επομένως, αρκετές από τις αναλύσεις στα δεδομένα πεδίου από τον MdS περιορίστηκαν στον σχεδιασμό γραφημάτων και την αναφορά στην διακύμανση που παρουσίασαν οι μεταβλητές. Από τον έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής, βρέθηκε ότι η πλειονότητα των μεταβλητών χαρακτηρίζονται από μη κανονική κατανομή. Ως εκ τούτου, η κύρια στατιστική ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ανάλυση συσχέτισης για μη παραμετρικά δείγματα (Spearman's rho), προκειμένου να ελεγχθούν οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης για μη παραμετρικά δείγματα (Kruskal-Wallis ANOVA) προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχουν διαφορές σε μία εξαρτημένη μεταβλητή ως προς μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικό τεστ για ανεξάρτητα δείγματα (Mann-Whitney U), προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές σε εξαρτημένες μεταβλητές (δρομική ταχύτητα του αθλητή στον MdS) μεταξύ δύο διαφορετικών ομάδων [(πρώτης και τέταρτης ημέρας), (τέταρτης και τελευταίας ημέρας)].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα μελετήθηκαν και αναλύθηκαν σαν δύο διαφορετικές αλλά αλληλένδετες μελέτες για τον MdS. Η πρώτη υποκατηγορία αναφέρεται ως αναλύσεις ιστορικών δεδομένων και εξετάζει όλα τα στοιχεία του MdS που συλλέχθηκαν από τις βάσεις ιστορικών δεδομένων για τον MdS, ενώ η επόμενη υποκατηγορία αναφέρεται ως αναλύσεις πεδίου και εξετάζει όλες τις μεταβλητές και αποτελέσματα που λήφθηκαν πριν και κατά την διάρκεια του MdS από το συμμετέχοντα της έρευνας (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4.** Αναλύσεις πεδίου και ιστορικών δεδομένων.

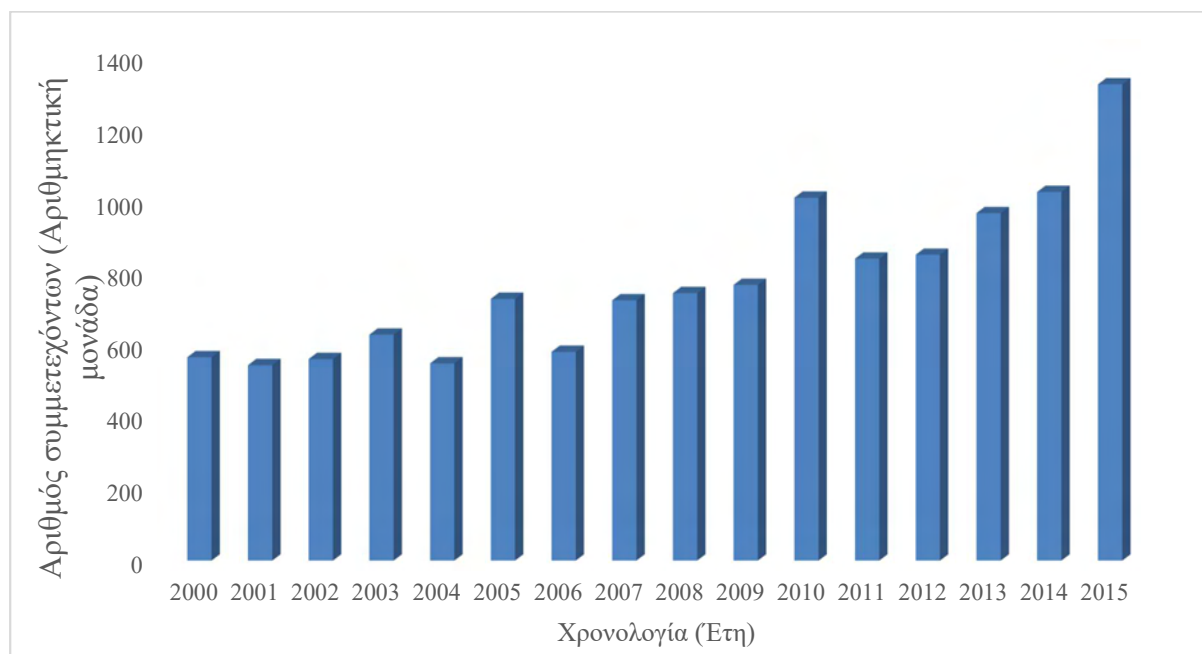
Αναλύσεις ιστορικών δεδομένων	
1	Γενική εικόνα του Αγώνα
2	Επιπτώσεις της $\Delta\theta$ στην MdS-pace
3	Επιπτώσεις του φύλου στην MdS-pace
4	Επιπτώσεις της ηλικίας στην MdS-pace
5	Επιπτώσεις της εθνικότητας στην MdS-pace
6	Επιπτώσεις της εμπειρίας στην MdS-pace
Αναλύσεις πεδίου	
1	Επίδραση της χιλιομετρικής απόστασης σε παράγοντες υγείας και απόδοσης
2	Επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στον MdS
3	Επίδραση της θερμοκρασίας σώματος στον MdS
4	Επίδραση της θερμικής άνεσης και της θερμικής αίσθησης στον MdS
5	Επίδραση της υψομετρικής διακύμανσης στον MdS
6	Επίδραση της γλυκόζης αίματος στον MdS
7	Επίδραση του γαλακτικού οξέος στον MdS
8	Επίδραση της περιμέτρου των κάτω άκρων στο MdS
9	Επίδραση της διατροφής στον MdS

## Αποτελέσματα στατιστικών αναλύσεων σε ιστορικά δεδομένα για τον MdS

### Γενική εικόνα του MdS

Από τις αναλύσεις που έγιναν στα ιστορικά δεδομένα των τελευταίων 16 ετών, διαπιστώσαμε ότι ο αριθμός των συμμετεχόντων φαίνεται να υπερδιπλασιάστηκε από το έτος 2000 μέχρι και την διοργάνωση του 2015 (Εικόνα 9). Παρά την αυξητική τάση που χαρακτηρίζει τον αριθμό των συμμετεχόντων στον αγώνα, ένα ποσοστό της τάξεως του 6.92% δεν κατάφερε να περάσει το νήμα του τερματισμού στον τελευταίο αγώνα (2015).

**Εικόνα 9.** Αριθμός συμμετεχόντων στο MdS κατά τα έτη 2000-2015.

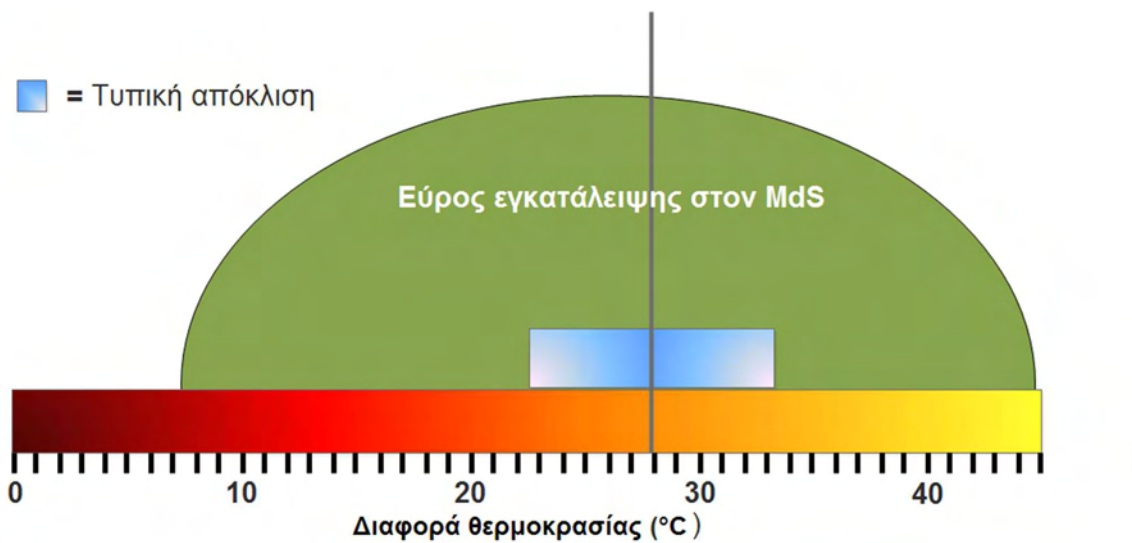


Όσον αφορά τη χιλιομετρική απόσταση που κλήθηκαν οι αθλητές να διανύσουν τα τελευταία 16 έτη ( $238.7 \pm 14.4$  Km), παρουσιάστηκαν μεγάλες διακυμάνσεις. Η μικρότερη απόσταση σημειώθηκε την χρονολογία 2009 και ήταν 202 Km, ενώ η μεγαλύτερη απόσταση σημειώθηκε τις χρονολογίες 2011-2013 και ήταν 250.7 Km. Προκειμένου να ελεγχθεί αν αυτή η διαφορά στην χιλιομετρική απόσταση κάθε έτους, σχετιζόταν με τη μείωσή της MdS-pace, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης, από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει μία πολύ μικρή αρνητική συσχέτιση,  $r = -0.04$ ,  $p < 0.001$ , μεταξύ της χιλιομετρικής απόστασης και του αγώνα και της MdS-pace που είχαν οι αθλητές.

### Επιπτώσεις της $\Delta\theta$ στην MdS-pace

Από τις αναλύσεις συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μεγάλο εύρος στη  $\Delta\theta$  των συμμετεχόντων στον αγώνα, με μέσο όρο στη  $\Delta\theta$  των αθλητών που εγκατέλειψαν τον αγώνα  $27.8 \pm 5.1^\circ\text{C}$  και εύρος  $\Delta\theta$   $7.1^\circ\text{C}$  έως και  $44.8^\circ\text{C}$  (Εικόνα 10).

**Εικόνα 10.** Εύρος διαφοράς θερμοκρασίας για τους αθλητές οι οποίοι εγκατέλειψαν τον MdS.



Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της MdS-pace και της  $\Delta\theta$  σε όλους τους αθλητές οι οποίοι προέρχονταν από χώρες με συνολικό δείγμα πάνω των 200 αθλητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ  $\Delta\theta$  και MdS-pace,  $r = 0.22$ ,  $p = <0.001$ . Η συσχέτιση αυτή προκύπτει γιατί η  $\Delta\theta$  είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που λειτουργεί ως εγκλιματισμός για τον αθλητή. Κατ' επέκταση, όσο πιο εγκλιματισμένος είναι ο αθλητής στο εξωτερικό περιβάλλον του αγώνα, τόσο καλύτερα θα τρέξει.

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης προκειμένου να εξεταστεί η σχέση μεταξύ MdS-pace και  $\Delta\theta$  χρησιμοποιήθηκε και για το κάθε φύλο ξεχωριστά με τους άνδρες να παρουσιάζουν υψηλότερη συσχέτιση μεταξύ  $\Delta\theta$  και MdS-pace από ότι οι γυναίκες (Πίνακας

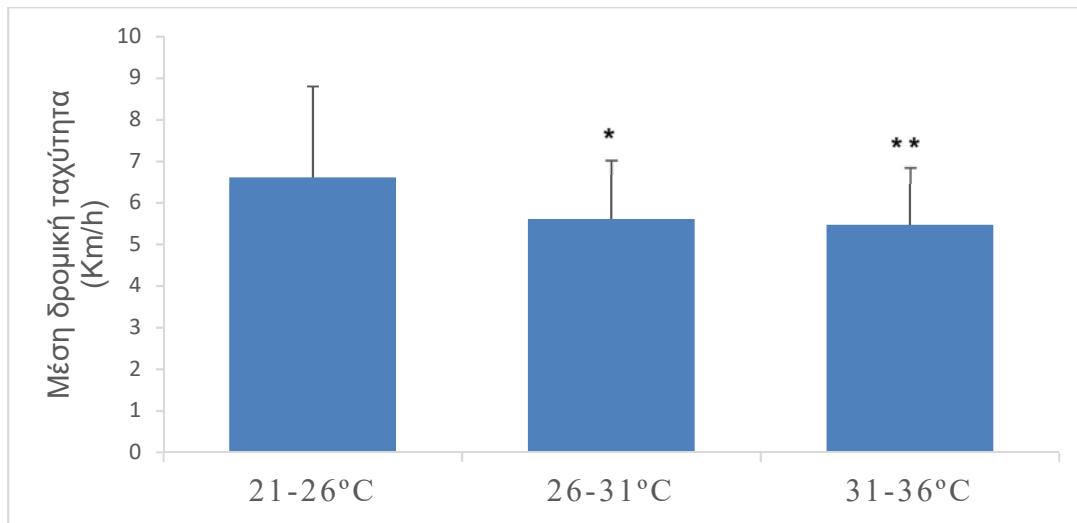
5). Η διαφορά αυτή ανάμεσα στα δύο φύλα πιθανόν να οφείλεται στο μικρό δείγμα γυναικών που έχουν συμμετάσχει στον MdS.

**Πίνακας 5.** Σχέση μεταξύ της MdS-pace και την  $\Delta_{\theta}$  σε αθλητές και αθλήτριες προερχόμενους από χώρες με δείγμα >200 αθλητών.

	N	p	r
Αντρες	9238	< 0.001	- 0.23
Γυναίκες	1306	< 0.001	- 0.10

Η  $\Delta_{\theta}$  μελετήθηκε ως συνεχής μεταβλητή (σε απόλυτες τιμές) αλλά και ως μεταβλητή κατηγορίας (ομαδοποίηση  $\Delta_{\theta}$  ως εξής: 21-26°C, 26°-31°C, 31-37°C). Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλες τιμές  $\Delta_{\theta}$  ( $28 \pm 2.1$ ), η οποία κυμάνθηκε από 21.2°C έως 33.6°C. Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης για να εξετασθεί εάν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ομάδων  $\Delta_{\theta}$  (21-26°C, 26°-31°C, 31-36°C). Από τα αποτελέσματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων  $F_{(2, 10540)}=177.4$ ,  $p<0.001$ . Επιπλέον από τα αποτελέσματα διακρίνεται ξεκάθαρα ότι όσο μικρότερη είναι η  $\Delta_{\theta}$  τόσο μεγαλύτερη είναι η MdS-pace που χαρακτηρίζει τους αθλητές (Εικόνα 11). Οι αθλητές που ανήκουν στην ομάδα  $\Delta_{\theta}$  21-26°C ( $M = 6.61$ ,  $SD = 2.19$ ) έχουν μεγαλύτερη MdS-pace από τους υπόλοιπους αθλητές και οι αθλητές που ανήκουν στην ομάδα  $\Delta_{\theta}$  26°-31°C ( $M = 5.61$ ,  $SD = 1.42$ ) είχαν υψηλότερη MdS-pace από τους αθλητές που ανήκαν στην ομάδα  $\Delta_{\theta}$  31-36°C ( $M = 5.47$ ,  $SD = 1.4$ ).

**Εικόνα 11.** Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ομάδων διαφοράς θερμοκρασίας από την χώρα προέλευσης των αθλητών στο χώρο διεξαγωγής του αγώνα.



\*  $P < 0.001$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας θερμοκρασίας και της προηγούμενης ομάδας θερμοκρασίας στην MdS-pace

\*\*  $P < 0.05$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας θερμοκρασίας και της προηγούμενης ομάδας θερμοκρασίας στην MdS-pace

Επίσης, η παραπάνω ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης που έλεγξε αν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ομάδων  $\Delta\theta$ , ακολουθήθηκε από t τεστ για ανεξάρτητα δείγματα, το οποίο έδειξε ότι η MdS-pace είναι στατιστικά σημαντικά μειωμένη για κάθε ομάδα  $\Delta\theta$  η οποία απομακρύνεται από την Θερμοκρασία περιβάλλοντος τους αγώνα (Πίνακας 6).

**Πίνακας 6.** Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ομάδων διαφοράς θερμοκρασίας από την χώρα προέλευσης του αθλητή στο χώρο διεξαγωγής του αγώνα.

Ομάδες $\Delta\theta$	N	M	SD	T	df	p
	832	6.61	2.19			
	9040	5.61	1.42			
	9040	5.61	1.42			
	671	5.47	1.40			

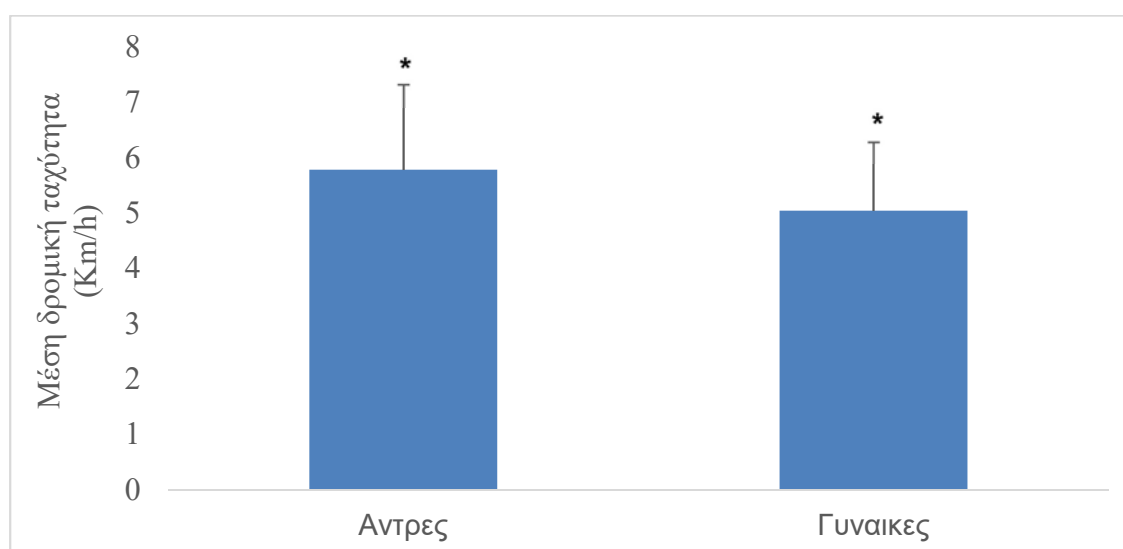
Τέλος, μέσω ανάλυσης γραμμικής παλινδρόμησης ( $R^2=0.88$ ,  $p<0.001$ ) προβλέφθηκε η MdS-pace (εξαρτημένη μεταβλητή) μέσω της  $\Delta\theta$ , του αριθμού προηγούμενων συμμετοχών στο MdS ( $\Delta\Sigma_{\text{MdS}}$ ), και της απόδοσης [ως ποσοστιαία κατάταξη, ( $\text{ΠΚ}_{\text{MdS}}$ )] (ανεξάρτητες μεταβλητές) με την εξίσωση.

$$\text{MdS-pace} = (8.207 - (\text{ΠΚ}_{\text{MdS}} * 0.0049)) + (\Delta\Sigma_{\text{MdS}} * 0.138) - (\Delta\theta * 0.009)$$

### Επιπτώσεις του φύλου στην MdS-pace

Όσον αφορά το φύλο φαίνεται ότι οι άντρες ( $n=10628$ ) έχουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων στον MdS από ότι οι γυναίκες ( $n=1639$ ). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε t τεστ για ανεξάρτητα δείγματα για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα όσον αφορά την MdS-pace. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές  $t(2345) = 21.36$ ,  $p<0.001$ . Οι άντρες είχαν μεγαλύτερη MdS-pace ( $M=5.78\pm 1.55$ ) από ότι οι γυναίκες [ $(M=5.04\pm 1.25)$ , (Εικόνα 12)].

**Εικόνα 12.** Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ ανδρών και γυναικών.

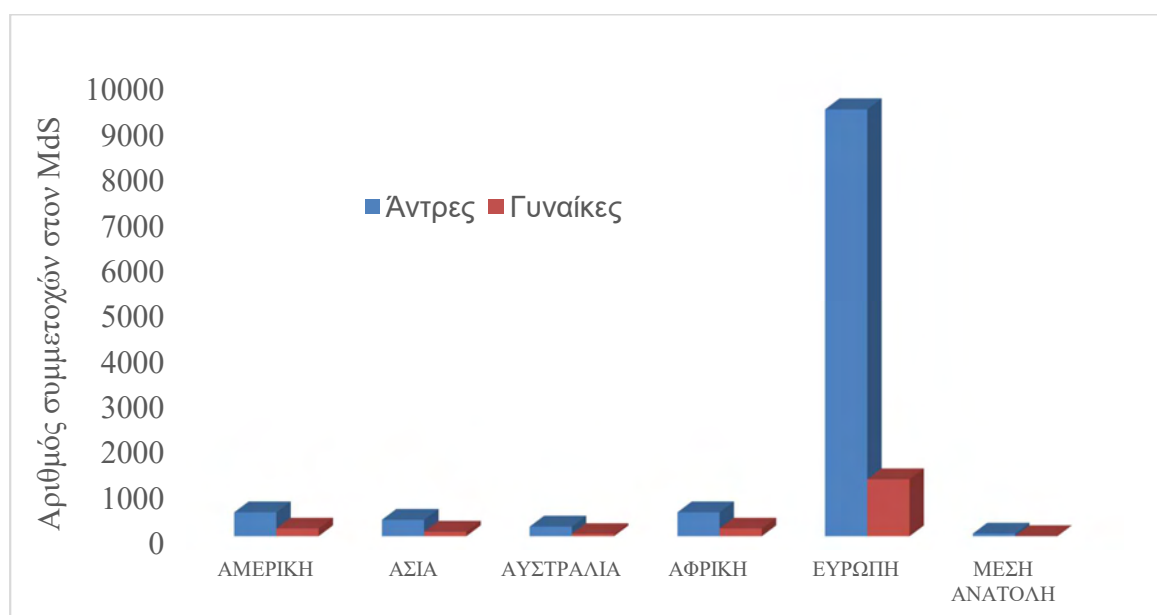


\*  $P<0.001$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στην MdS-pace



Όπως προαναφέρθηκε, ο απόλυτος αριθμός των ανδρών που συμμετείχε στον MdS ήταν υψηλότερος από αυτό των γυναικών. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκε το  $\chi^2$  για βρεθούν τα ποσοστά συμμετοχής στον MdS ανά ήπειρο. Αναλυτικά, τα ποσοστά συμμετοχής ανά ήπειρο ήταν τα ακόλουθα, Αμερική (άντρες: 75.6%, γυναίκες: 24.4%), Ασία (άντρες: 78.2%, γυναίκες: 21.8%), Αυστραλία (άντρες: 81.4%, γυναίκες: 18.6%), Αφρική (άντρες: 84.9%, γυναίκες: 15.1%), Ευρώπη (άντρες: 88.1%, γυναίκες: 11.9%), Μέση Ανατολή (άντρες: 98.3%, γυναίκες: 1.7%). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε κριτήριο  $\chi^2$  για να εξετασθούν αν υπάρχουν διαφορές στη συμμετοχή των δύο φύλων στον MdS όσον αφορά την θρησκεία τους. Το ποσοστό των γυναικών που προέρχονται από ηπείρους με αμιγώς Ισλαμικό πληθυσμό (1.7%) που συμμετείχαν στον MdS ήταν σημαντικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό των υπολοίπων γυναικών (13.2%) που συμμετείχαν στον αγώνα, [ $\chi^2= 6.8$ ,  $p = 0.009$ ], (Εικόνα 13)].

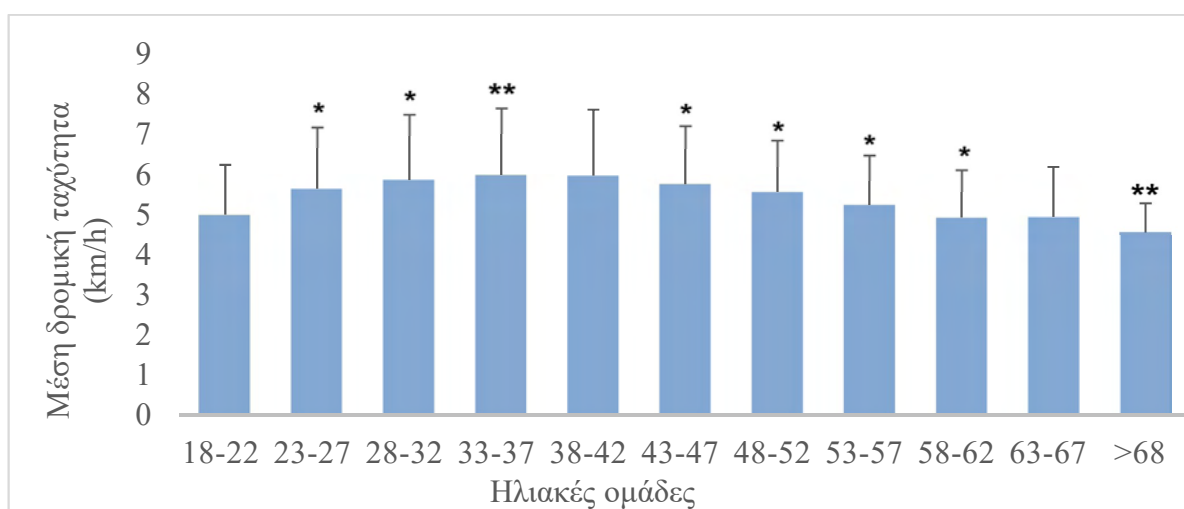
**Εικόνα 13.** Αριθμός συμμετοχών στον MdS ανά ήπειρο κατά τα έτη 2000-2015.



### Επιπτώσεις της ηλικίας στην MdS-pace

Η ηλικία των αθλητών κυμάνθηκε από 18 έως και 80 έτη ( $41.8 \pm 9.7$ ). Για αυτό τον λόγο, η ηλικία μελετήθηκε σε απόλυτες τιμές και ως μεταβλητή κατηγορίας [ομαδοποίηση: 18-22 έτη ( $n=110$ ), 23-27 έτη ( $n=583$ ), 28-32 έτη ( $n=1410$ ), 33-37 έτη ( $n=1808$ ), 38-42 έτη ( $n=2313$ ), 43-47 έτη ( $n=2096$ ), 48-52 έτη ( $n=1590$ ), 53-57 έτη ( $n=922$ ), 58-62 έτη ( $n=413$ ), 63-67 έτη ( $n=170$ ), 68-80 έτη ( $n=70$ )]. Ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης [ $F(10, 11474)=47$ ,  $p<0.001$ ] η οποία ακολουθήθηκε από διαδοχικά t τεστ για ανεξάρτητα δείγματα μεταξύ ηλικιακών ομάδων έδειξε μια στατιστικά σημαντική σταδιακή αύξηση της MdS-pace με κορύφωση στα έτη 33-42. Συγκεκριμένα, η MdS-pace παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση σε κάθε ηλικιακή ομάδα από τα 18 έτη μέχρι και τα 37 έτη, διατήρηση της κορύφωσης από 38 έως τα 42 έτη και σταδιακή μείωση μετά την ηλικία αυτή [(Εικόνα 14), (Πίνακας 7)].

**Εικόνα 14.** Διαφορές στην MdS-pace σε κάθε ηλικιακή ομάδα.



\*  $P<0.001$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ηλικιακής ομάδας και της προηγούμενης ηλικιακής ομάδας στην MdS-pace.

\*\*  $P<0.05$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ηλικιακής ομάδας και της προηγούμενης ηλικιακής ομάδας στην MdS-pace.

**Πίνακας 7.** Διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ηλικιακών ομάδων των αθλητών που συμμετείχαν στον MdS.

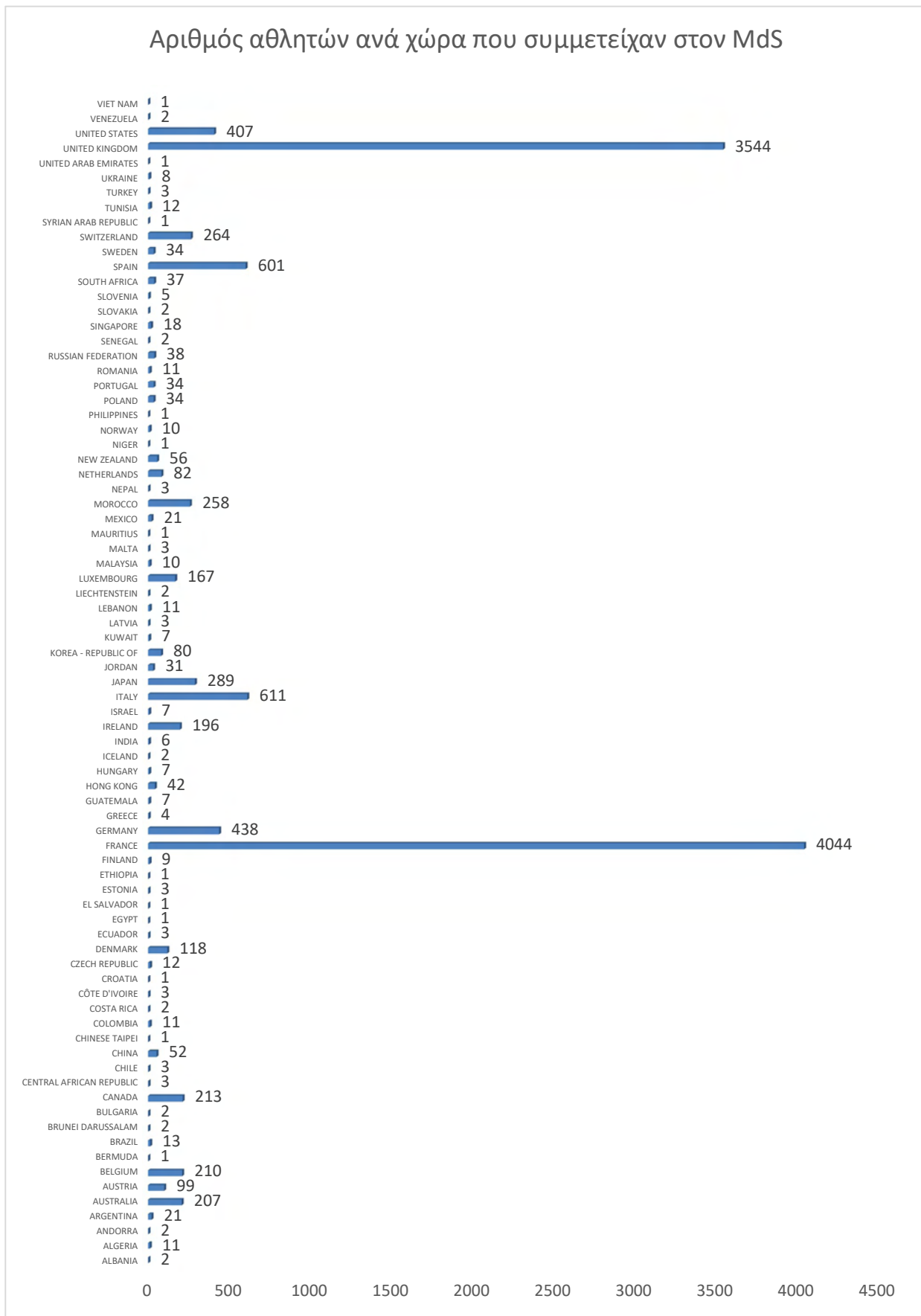
Ηλικιακές ομάδες	N	M	SD	t	Df	p
18-22	110	4.99	1.24			
23-27	583	5.63	1.54			
23-27	583	5.63	1.54			
28-32	1410	5.85	1.63			
28-32	1410	5.85	1.63			
33-37	1808	5.97	1.68			
33-37	1808	5.97	1.68			
38-42	2313	5.96	1.64			
38-42	2313	5.96	1.64			
43-47	2096	5.75	1.46			
43-47	2096	5.75	1.46			
48-52	1590	5,55	1.30			
48-52	1590	5,55	1.30			
53-57	922	5.23	1.25			
53-57	922	5.23	1.25			
58-62	413	4.92	1.20			
58-62	413	4.92	1.20			
63-67	170	4.93	1.25			
63-67	170	4.93	1.25			
>68	70	4.56	0.72			

### **Επιπτώσεις της εθνικότητας στην MdS-pace**

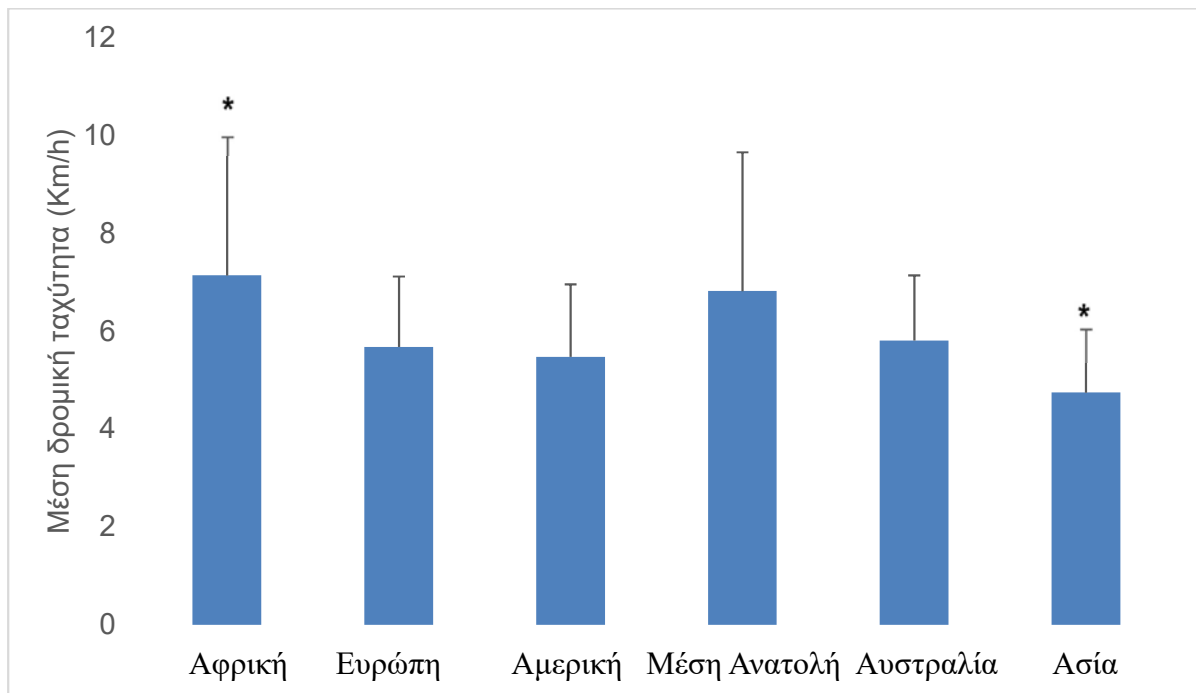
Όπως επανειλημμένα προαναφέρεται ο MdS φαίνεται ότι έχει πολύ μεγάλη απήχηση στο δρομικό κοινό, ως εκ τούτου, σε χρονικό διάστημα 16 ετών που μελετήθηκε έλαβαν μέρος στον αγώνα αθλητές προερχόμενοι από 79 διαφορετικές χώρες (Εικόνα 15). Οι χώρες με το μεγαλύτερο αριθμό συμμετοχών ήταν η Γαλλία (n = 4044) και η Αγγλία (n = 3522). Για να μελετηθεί αν υπάρχουν τυχών διαφορές ανάμεσα στις εθνικότητες, οι χώρες ομαδοποιήθηκαν

και ταξινομήθηκαν σε έξι υποομάδες (Αφρική: n = 337, Ευρώπη: n = 10639, Αμερική: n = 702, Μέση Ανατολή: n = 59, Αυστραλία: n = 263, Ασία: n = 467) σύμφωνα με τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες. Εν συνεχεία, για να ελεγχθούν τυχόν διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των έξι εθνικοτήτων που προέκυψαν, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των εθνικοτήτων [ $F_{(5, 12070)} = 105.10, p < 0.001$ ]. Οι αθλητές οι οποίοι προέρχονταν από την Αφρικανική ήπειρο έτρεχαν πιο γρήγορα από όλους τους υπόλοιπους αθλητές ( $M = 7.15 \pm 2.85$ ), οι επόμενοι πιο γρήγοροι αθλητές ήταν οι αθλητές οι οποίοι προέρχονταν από την Μέση Ανατολή ( $M = 6.83 \pm 2.84$ ), στην συνέχεια ακολουθούν οι αθλητές οι οποίοι προέρχονται από την Αυστραλία ( $M = 5.82 \pm 1.33$ ), ακολουθούσαν οι αθλητές που προέρχονταν από την Ευρώπη ( $M = 5.69 \pm 1.44$ ), οι αθλητές από την Αμερικανική ήπειρο ( $M = 5.48 \pm 1.49$ ) και τέλος οι αθλητές από την Ασιατική ήπειρο ( $M = 4.75 \pm 1.31$ ), όπως αυτό διακρίνεται στην Εικόνα 16.

**Εικόνα 15.** Αριθμός συμμετεχόντων στον MdS ανά χώρα.



**Εικόνα 16.** Μέση δρομική ταχύτητα στον MdS ανά ήπειρο.



\*  $p < 0.001$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της φυλετικής ομάδας και των Ευρωπαίων στην MdS-pace

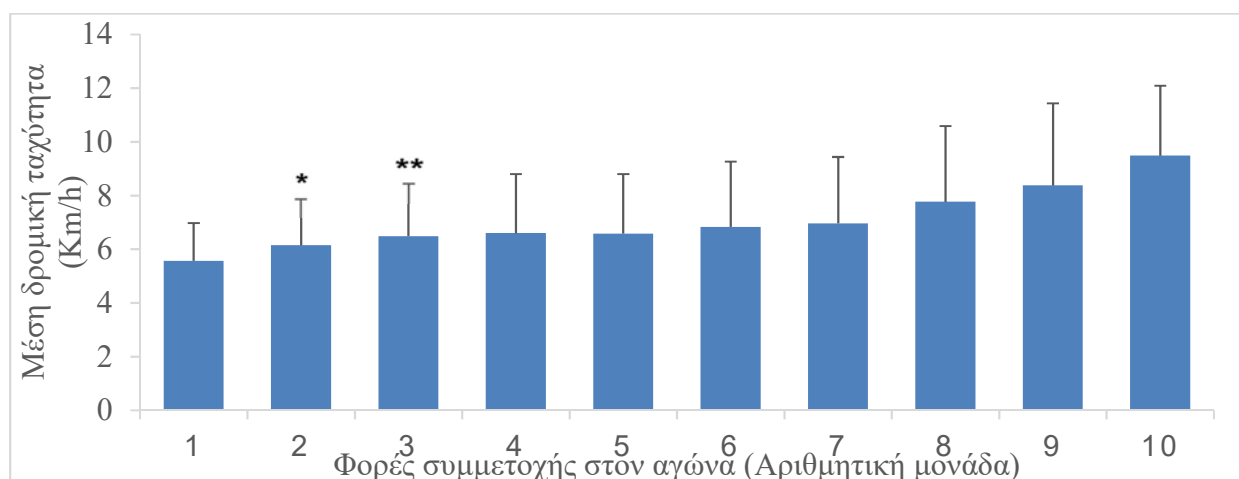
Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση t-test για να ελεγχθεί αν υπήρχαν διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των Ευρωπαίων με τους υπόλοιπους αθλητές. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Ευρωπαίων και των Αφρικανών αθλητών  $t(328) = 9.21, p < 0.001$ , καθώς επίσης και μεταξύ των Ευρωπαίων και των Ασιατών  $t(489) = 14.63, p < 0.001$ .

### **Επιπτώσεις της προηγούμενης εμπειρίας στην MdS-pace**

Κατά την διάρκεια των αναλύσεων διαπιστώθηκε ότι 1932 αθλητές (15.02%) είχαν ολοκληρώσει τον MdS τουλάχιστον άλλη μία φορά, 1195 αθλητές είχαν τρέξει τον MdS για δεύτερη φορά, ενώ υπήρξαν 4 αθλητές που ολοκλήρωσαν τον MdS για δέκατη φορά. Ως εκ

τούτου, προκειμένου να ερευνηθεί η σχέση της προηγούμενης αγωνιστικής εμπειρίας στην MdS-race χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε μία χαμηλή θετική συσχέτιση μεταξύ της προηγούμενης εμπειρίας και της MdS-race,  $r = 0.19$ ,  $p < 0.001$ . Εν συνεχεία, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης για να εξεταστεί αν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φορών συμμετοχής στον αγώνα (1-10) και της MdS-race. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων  $F_{(9, 12066)}=56.71$ ,  $p<0.001$ . Επιπλέον, οι αναλύσεις ακολουθήθηκαν από διαδοχικά t-test για ανεξάρτητα δείγματα προκειμένου να ελεγχθούν οι διαφορές μεταξύ της MdS-race και των φορών συμμετοχής στον αγώνα (Πίνακας 8). Αν και σε απόλυτους αριθμούς φαίνεται ότι η MdS-race βελτιώνεται από φορά σε φορά (Εικόνα 17), δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από την τρίτη μέχρι και την δέκατη φορά συμμετοχής στον MdS.

**Εικόνα 17.** διαφορές μεταξύ μέσης δρομικής ταχύτητας και προηγούμενης συμμετοχής στον MdS.



\*  $p<0.001$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας φορών συμμετοχής στον MdS και της προηγούμενης ομάδας φορών συμμετοχής στον MdS στην MdS-race

\*\*  $p<0.01$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας φορών συμμετοχής στον MdS και της προηγούμενης ομάδας φορών συμμετοχής στον MdS στην MdS-race

**Πίνακας 8.** Διαφορές ανάμεσα στις φορές συμμετοχής στον MdS και την MdS-pace

Εμπειρία MdS	N	M	SD	T	Df	p
1 φορά	10144	5.56	1.41			
2 φορές	1195	6.14	1.76			
2 φορές	1195	6.14	1.54			
3 φορές	367	6.48	1.99			
3 φορές	367	6.48	1.99			
4 φορές	177	6.60	2.20			
4 φορές	177	6.60	2.20			
5 φορές	86	6.58	2.22			
5 φορές	86	6.58	2.22			
6 φορές	50	6.83	2.44			
6 φορές	50	6.83	2.44			
7 φορές	26	6.96	2.48			
7 φορές	26	6.96	2.48			
8 φορές	19	7.77	2.82			
8 φορές	19	7.77	2.82			
9 φορές	8	8.37	3.06			
9 φορές	8	8.37	3.06			
10 φορές	4	9.48	2.60			

### **Αποτελέσματα στατιστικών αναλύσεων πεδίου**

Χρησιμοποιήθηκε τεστ κανονικότητας για πολύ μικρά δείγματα (Shapiro-Wilk) για να ελεγχθεί η κανονικότητα του δείγματος στις μεταβλητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι καμία μεταβλητή δεν έχει κανονική κατανομή. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά τεστ για τις αναλύσεις στα δεδομένα πεδίου από τον MdS.

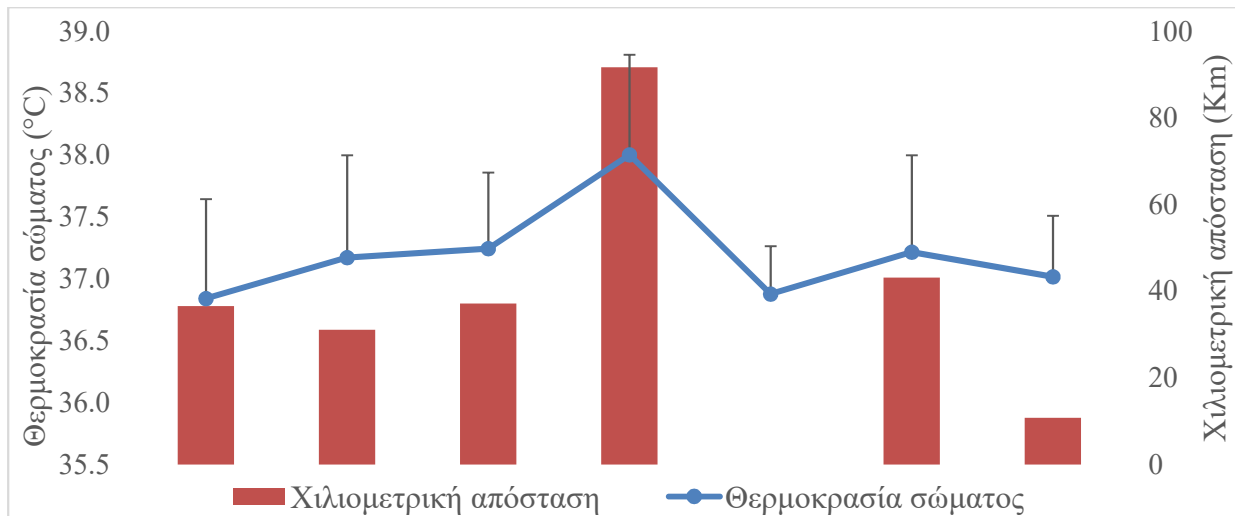


## **Επίδραση της MdS-distance σε παράγοντες υγείας και απόδοσης**

### Επίδραση της MdS-distance στην $\Theta_{ΠΣ}$ του αθλητή

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της ημερήσιας καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης και της  $\Theta_{ΠΣ}$  του αθλητή. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέτρια προς υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ της στιγμιαίας καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης και της  $\Theta_{ΠΣ}$  του αθλητή,  $r = 0.62$ ,  $p < 0.001$ . Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης για μη παραμετρικά δείγματα (Kruskal-Wallis H) για να εξετασθεί αν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη  $\Theta_{ΠΣ}$  μεταξύ των καλυπτόμενων αποστάσεων κάθε μέρας. Από τα αποτελέσματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη  $\Theta_{ΠΣ}$  μεταξύ των καλυπτόμενων χιλιομετρικών αποστάσεων κάθε μέρας  $\chi^2(6) = 357.806$ ,  $p < 0.001$ . Ως εκ τούτου, οι αναλύσεις ακολουθήθηκαν από μη παραμετρικό t-test για ανεξάρτητα δείγματα, για να ερευνηθεί αν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πρώτης και της τέταρτης μέρας που ο αθλητής διένυσε τα περισσότερα χιλιόμετρα, καθώς επίσης και μεταξύ της τέταρτης και της πέμπτης μέρας στην οποία ο αθλητής ξεκουράστηκε. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πρώτης και της τέταρτης μέρας  $U = 16976(-12.24)$ ,  $p < 0.001$ . Καθώς επίσης, προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της τέταρτης και της πέμπτης ημέρας  $U = 5772(-17.88)$ ,  $p < 0.001$ . Σε απόλυτους αριθμούς, ο αθλητής την πρώτη μέρα είχε χαμηλότερη  $\Theta_{ΠΣ}$  ( $37.17 \pm 0.80$ ) από ότι την 4<sup>η</sup> ημέρα ( $38.00 \pm 0.80$ ). Ενώ, τη τέταρτη μέρα είχε υψηλότερη  $\Theta_{ΠΣ}$  από ότι την πέμπτη ημέρα ( $36.88 \pm 0.39$ ). Συμπερασματικά, η αυξομείωση της καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης είναι άμεσα συναρτώμενη με την  $\Theta_{ΠΣ}$  του αθλητή, όπως αυτό διακρίνεται ξεκάθαρα στην Εικόνα 18.

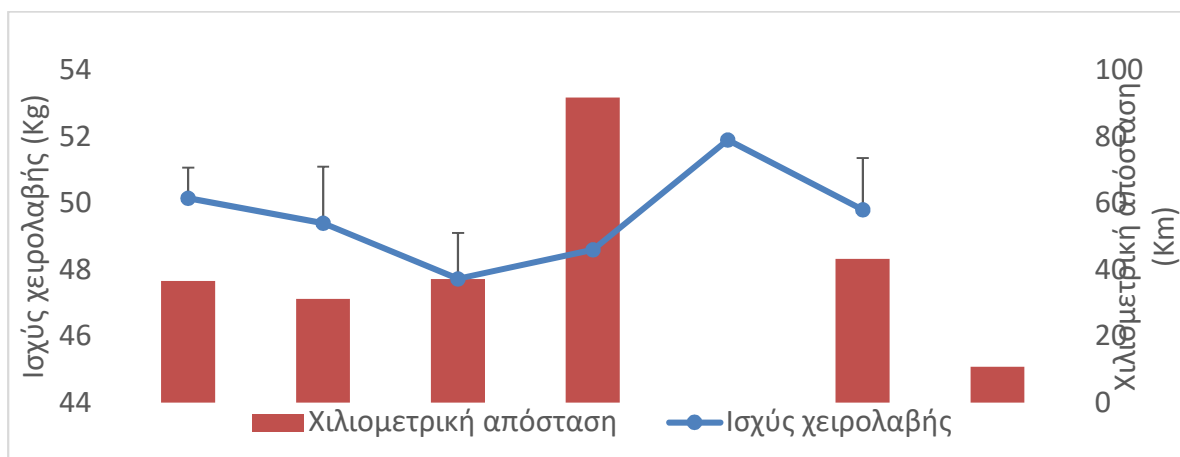
**Εικόνα 18.** Σχέση θερμοκρασίας σώματος και καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης. Κάθε μπάρα αποτελεί διαδοχικές ημέρες του αγώνα.



#### Επίδραση της MdS-distance στην δύναμη χειρολαβής

Παρατηρήθηκε ότι η διακύμανση του απόλυτου αριθμού της ισχύς χειρολαβής διακυμάνθηκε αντιστρόφως ανάλογα με την αυξομείωση της χιλιομετρικής απόστασης που κλήθηκε ο αθλητής να διανύσει (Εικόνα 19). Προκειμένου να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της δύναμης χειρολαβής και της καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για μη παραμετρικά τεστ, χωρίς όμως να παρουσιάζεται σχέση μεταξύ της δύναμης χειρολαβής και της καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης. Εικάζεται, ότι δεν προέκυψε συσχέτιση λόγω του πολύ μικρού δείγματος που χαρακτηρίζει την μελέτη.

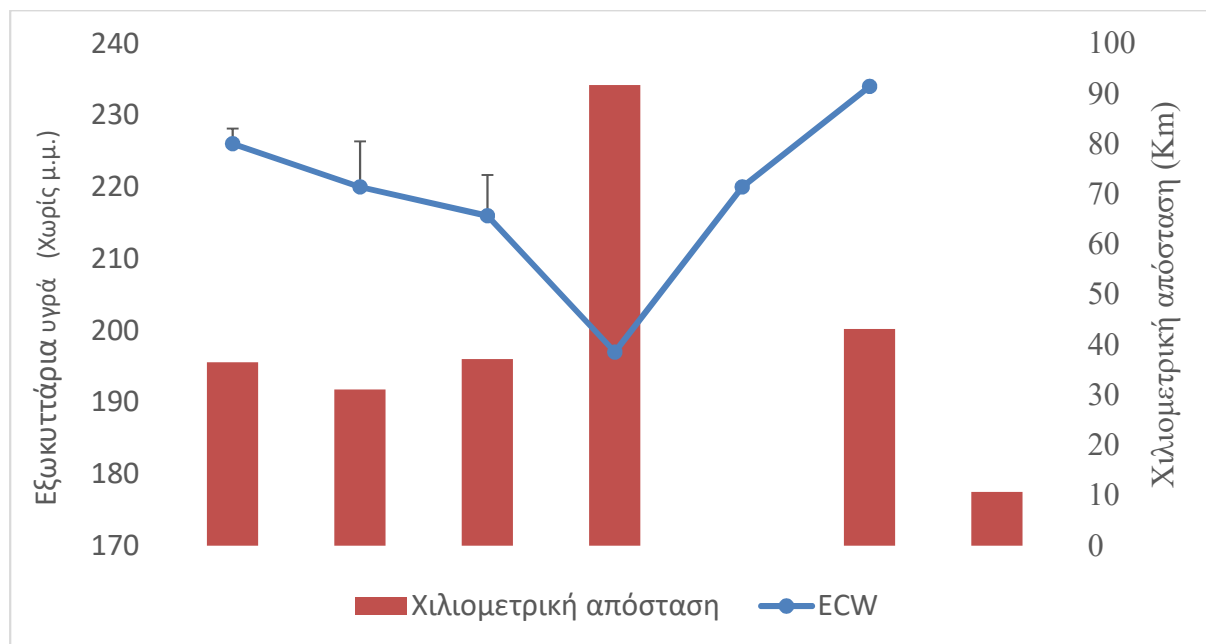
**Εικόνα 19.** Σχέση μεταξύ ισχύς χειρολαβής και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.



### Επίδραση της MdS-distance στα εξωκυττάρια υγρά

Αντιστρόφως ανάλογα προς την καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση φαίνεται να κυμάνθηκε και το ποσό των εξωκυττάρων υγρών (Εικόνα 20). Αξιοσημείωτο και σε αυτή την ανάλυση είναι το γεγονός, ότι ακόμη και μια μέρα ξεκούρασης φαίνεται να επηρεάζει το ποσό των εξωκυττάρων υγρών. Προκειμένου να εξεταστεί η σχέση μεταξύ του ποσού εξωκυττάρων υγρών και της καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για μη παραμετρικά τεστ, χωρίς όμως να παρουσιάζεται σχέση. Εικάζεται, ότι και σε αυτή την ανάλυση δεν προέκυψε σχέση λόγω του πολύ μικρού δείγματος που χαρακτηρίζει την μελέτη.

**Εικόνα 20.** Σχέση μεταξύ εξωκυττάρων υγρών και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.

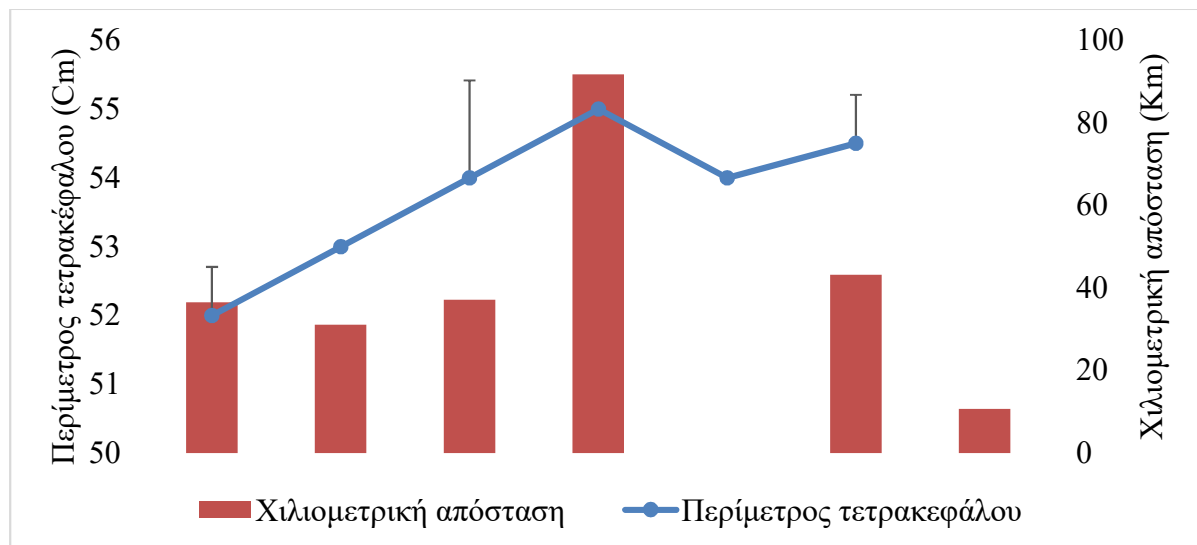


### Επίδραση της MdS-distance στην περίμετρο τετρακέφαλων

Αντίστοιχος ανάλογα προς την καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση φαίνεται να κυμάνθηκε και το μέγεθος της περιμέτρου του τετρακέφαλου μυός (Εικόνα 21). Προκειμένου να εξεταστεί η σχέση μεταξύ του μεγέθους των τετρακέφαλων και της καλυπτόμενης χιλιομετρικής

απόστασης, χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης, χωρίς όμως να παρουσιάζεται σχέση. Φαίνεται, ότι και σε αυτή την ανάλυση δεν προέκυψε σχέση λόγω του πολύ μικρού δείγματος που χαρακτηρίζει την μελέτη.

**Εικόνα 21.** Σχέση μεταξύ περιμέτρου του τετρακέφαλου μύος και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.

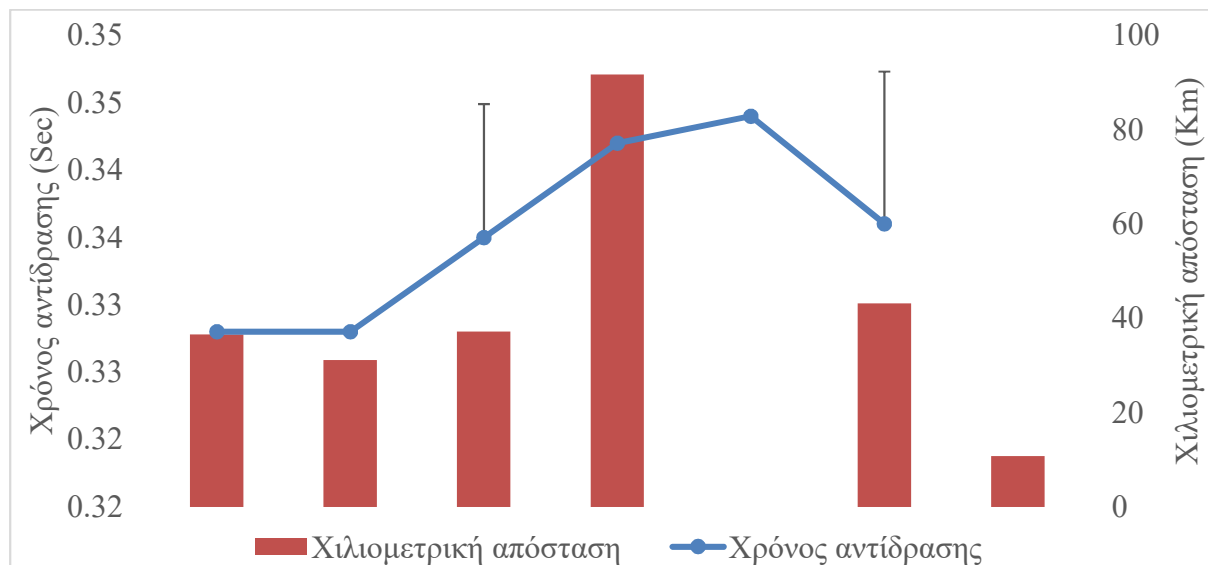


### Επίδραση της MdS-distance στον χρόνο αντίδρασης

Σε πρώτη φάση χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης για να ελεγχθεί η σχέση μεταξύ οπτικού και ακουστικού ερεθίσματος. Από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ οπτικού και ακουστικού ερεθίσματος. Εν συνεχεία, χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης για να εξεταστεί τόσο η σχέση μεταξύ οπτικού ερεθίσματος και καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης, όσο και η σχέση μεταξύ ακουστικού ερεθίσματος και της καλυπτόμενης χιλιομετρικής απόστασης. Από τις αναλύσεις προέκυψε ότι δεν υπήρχαν σχέσεις μεταξύ των δύο ερεθισμάτων χρόνου αντίδρασης και της χιλιομετρικής απόστασης. Από γραφήματα που έγιναν για να διαπιστωθεί η διακύμανση του χρόνου αντίδρασης σε ακουστικό ερέθισμα σε σχέση με την καλυπτόμενη χιλιομετρική

απόσταση, παρουσιάζεται μία αντιστοίχως ανάλογη διακύμανση (Εικόνα 22). Εικάζεται, ότι και σε αυτή την ανάλυση δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον χρόνο αντίδραση και την καλυπτόμενη χιλιομετρική απόσταση λόγω του μικρού δείγματος που χαρακτηρίζει την μελέτη.

**Εικόνα 22.** Σχέση μεταξύ χρόνου αντίδρασης και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.



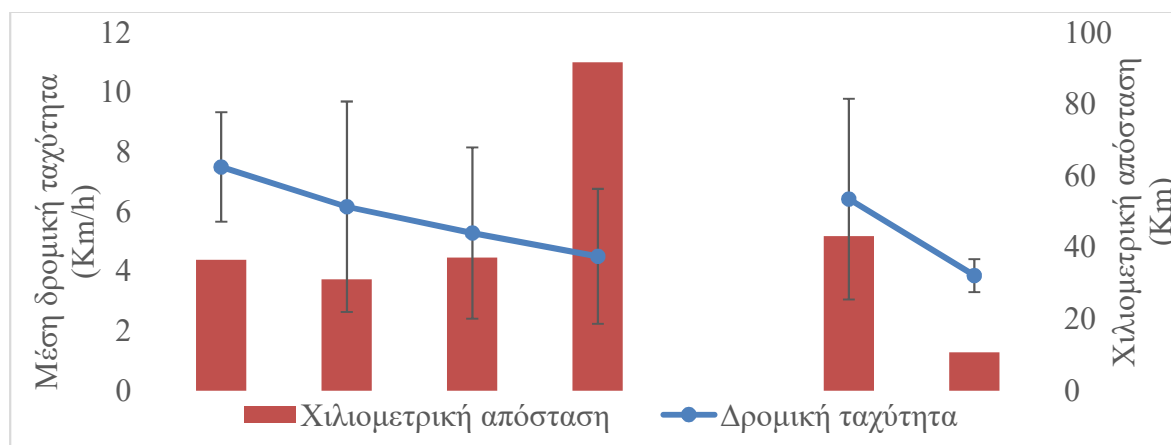
### Επίδραση της MdS-distance στην δρομική ταχύτητα

Η δρομική ταχύτητα του αθλητή ( $5.53 \pm 2.88$ ) παρουσίασε μεγάλες αυξομειώσεις, με την μικρότερη δρομική ταχύτητα να είναι  $< 0.01$  Km/h, ενώ η μεγαλύτερη δρομική ταχύτητα ανήρθε στα 10.57 Km/h. Προκειμένου να ελεγχθεί η επίδραση του MdS στην μέση δρομική ταχύτητα χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης για να ερευνηθεί τόσο την σχέση μεταξύ της μέσης ημερήσια δρομικής ταχύτητας και της συνολική ημερήσιας καλυπτόμενης απόστασης, όσο και την σχέση μεταξύ της στιγμιαίας δρομικής ταχύτητας και της στιγμιαίας χιλιομετρικής απόστασης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι υπάρχει υψηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μέσης ημερήσιας δρομική ταχύτητας και της συνολικής

ημερήσιας καλυπτόμενης απόστασης,  $r = -0.71$ ,  $p < 0.001$ , όπως επίσης ότι υπάρχει χαμηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της στιγμιαίας δρομικής ταχύτητας και της στιγμιαίας χιλιομετρικής απόστασης,  $r = -0.28$ ,  $p < 0.001$ .

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης για να εξετασθούν τυχόν διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ημερών συμμετοχής στον αγώνα. Από τα αποτελέσματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην MdS-pace μεταξύ των ημερών  $\chi^2(5) = 99.71$ ,  $p < 0.001$ . Η ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης, ακολουθήθηκε από μη παραμετρικό t-test για ανεξάρτητα δείγματα, για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στην μέση δρομική ταχύτητα μεταξύ της πρώτης και την τέταρτης ημέρας, καθώς επίσης και μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας ημέρας. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ της πρώτης και της τέταρτης ημέρας  $U = 758(-9.15)$ ,  $p < 0.001$ , όσο και μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας ημέρας  $U = 102(-7.19)$ ,  $p < 0.001$ . Με τον αθλητή να τρέχει την πρώτη ημέρα γρηγορότερα από όλες τις υπόλοιπες ημέρες ( $M = 7.50$ ,  $SD = 1.84$ ), καθώς επίσης και την τέταρτη ημέρα ( $M = 4.51$ ,  $SD = 2.26$ ) να τρέχει γρηγορότερα από την τελευταία ημέρα ( $M = 3.86$ ,  $SD = 0.55$ ). Αξιοσημείωτο είναι ότι παρόλο που η χιλιομετρική απόσταση που κλήθηκε ο αθλητής να διανύσει την τελευταία ημέρα ήταν περισσότερο από τρεις φορές μικρότερη από την απόσταση της πρώτης ημέρας, η MdS-pace που χρησιμοποίησε ήταν μικρότερη από την μισή της πρώτης ημέρας, όπως αυτό διακρίνεται στην Εικόνα 23.

**Εικόνα 23.** Σχέση μεταξύ μέσης δρομικής ταχύτητας και χιλιομετρικής απόστασης στον MdS.



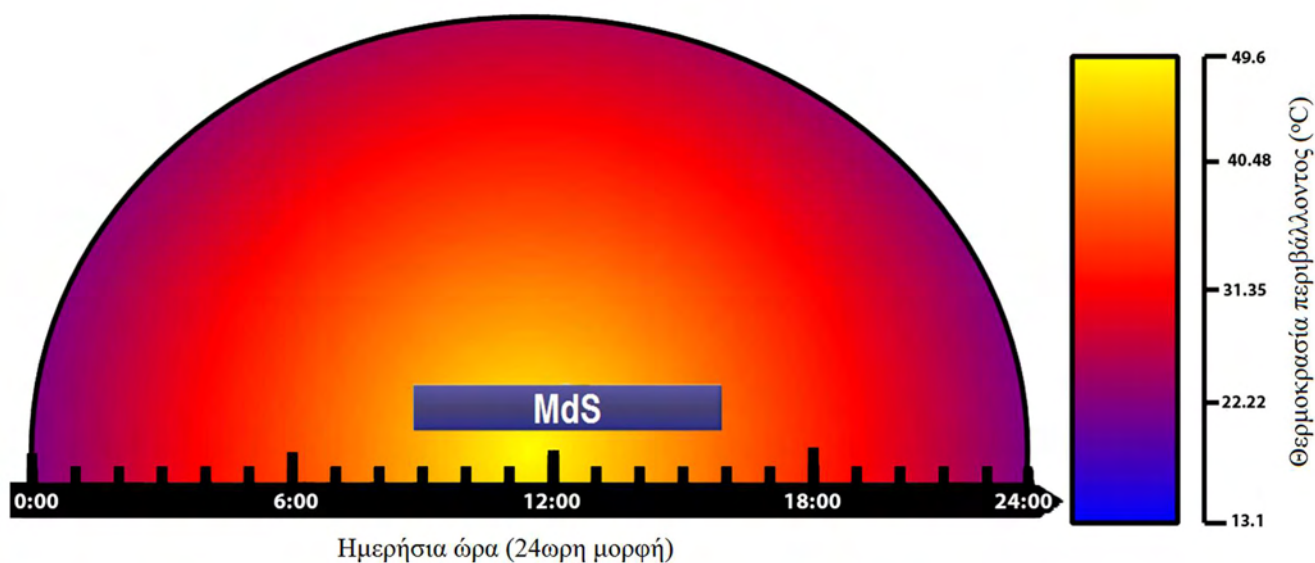
### Επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στον MdS

Μεγάλη διακύμανση παρατηρήθηκε στην θερμοκρασία περιβάλλοντος  $[(\Theta_{\Pi}), (26.52 \pm 6.20)]$  κατά τον MdS, με την χαμηλότερη  $\Theta_{\Pi}$  να είναι  $13.62^{\circ}\text{C}$ , ενώ η υψηλότερη ανήρθε  $49.56^{\circ}\text{C}$  όπως αυτό διακρίνεται στην Εικόνα 24. Ενώ όπως διακρίνεται στην Εικόνα 25, κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής επιβάρυνσης, η  $\Theta_{\Pi}$  ήταν η υψηλότερη που σημειωνόταν στην διάρκεια όλης της μέρας.

**Εικόνα 24.** Διακύμανση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της ημέρας στον MdS.



**Εικόνα 25.** Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C) κατά την ώρα του αγώνα κατά τις περισσότερες δρομικές επιβαρύνσεις του MdS.



Προκειμένου να ελεγχθεί η σχέση μεταξύ  $\Theta_{\Pi}$  και παραγόντων απόδοσης στον MdS χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπάρχουν σχέσεις μεταξύ της  $\Theta_{\Pi}$  και της  $\Theta_{\Pi\Sigma}$ , της δρομικής ταχύτητας, του γαλακτικού οξέος και της θερμικής αίσθησης τους περιβάλλοντος [(TS), (Πίνακας 9)].

**Πίνακας 9.** Σχέση μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά τον MdS και παραγόντων απόδοσης στον MdS.

	N	p	r
$\Theta_{\Pi\Sigma}$	2012	< 0.001	0.47
Δρομική ταχύτητα	457	< 0.001	- 0.21
Γαλακτικό οξύ	10	0.036	0.51
TS		0.004	0.67



### **Επίδραση της θερμοκρασίας πυρήνα σώματος στον MdS**

Η  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  ( $37.24 \pm 0.77$ ) χαρακτηρίστηκε από μεγάλες αυξομειώσεις, με την χαμηλότερη  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  να είναι  $36.40^{\circ}\text{C}$ , ενώ η υψηλότερη  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  να ανέρχεται στους  $39.56^{\circ}\text{C}$ . Προκειμένου να εξετασθεί η σχέση μεταξύ της  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  και μεταβλητών όπως η δρομική ταχύτητα η καρδιακή συχνότητα και ενυδάτωσης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπάρχει χαμηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  και των μεταβλητών της δρομικής ταχύτητας και της καρδιακή συχνότητας, ενώ φαίνεται να υπάρχει υψηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ  $\Theta_{\text{ΠΣ}}$  και ενυδάτωσης (Πίνακας 10).

**Πίνακας 10.** Σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας πυρήνα σώματος του εθελοντή και μεταβλητών απόδοσης κατά τον MdS.

	N	p	R
Δρομική ταχύτητα	457	<0.001	-0.32
Καρδιακή συχνότητα	496	<0.001	-0.20
Ενυδάτωση	10	0.036	-0.664

### **Επίδραση της θερμικής άνεσης και της θερμικής αίσθησης στον MdS**

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης προκειμένου να ελεγχθεί η σχέση μεταξύ της θερμικής άνεσης (TC) και της θερμικής αίσθησης (TS) του περιβάλλοντος με παράγοντες απόδοσης στον MdS. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τόσο η TC, όσο και η TS είναι πολύ σημαντικές μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν άμεσα παράγοντες απόδοσης στον MdS, (Πίνακας 11).

**Πίνακας 11 α.** Σχέση μεταξύ της TC και της TS με μεταβλητές υγείας και απόδοσης.

	N	p	r
TC	17	0.027	0.53
TS	17	0.006	0.64

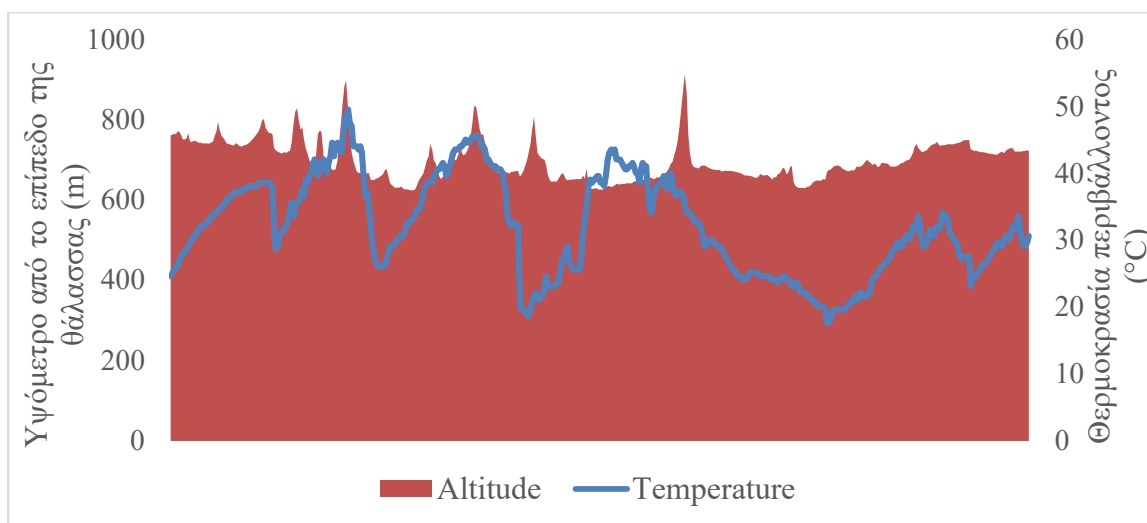
**Πίνακας 11 β.** Σχέση μεταξύ της TC και της TS με μεταβλητές υγείας και απόδοσης.

	<b>N</b>	<b>p</b>	<b>r</b>
TC	17	0.011	0.60
TS	17	0.057	0.47
TC	17	0.026	0.54
TS	17	0.030	0.53
TC	17	0.003	0.67
TS	17	0.031	0.52

### Επίδραση της υψομετρικής διακύμανσης στον MdS

Αναλύσεις συσχέτισης έγιναν για να εξετασθεί η σχέση μεταξύ της υψομετρικής διακύμανσης και παραγόντων απόδοσης του MdS. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπάρχει χαμηλή θετική συσχέτιση μεταξύ του υψομέτρου και της  $\Theta_{\Pi}$ ,  $r = 0.20$ ,  $p < 0.001$  (Εικόνα 26), όπως επίσης ότι υπάρχει χαμηλή θετική συσχέτιση μεταξύ υψομέτρου και καρδιακής συχνότητας,  $r = 0.30$ ,  $p < 0.001$ .

**Εικόνα 26.** Διακύμανση θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την εναλλαγή του υψομέτρου στον MdS καθ' όλη τη διάρκεια της αγωνιστικής επιβάρυνσης του εθελοντή.



### **Επίδραση της γλυκόζης αίματος στον MdS**

Η γλυκόζη αίματος ( $118.33 \pm 19.20$ ) παρουσίασε μεγάλη διακύμανση, με το χαμηλότερο ποσό να είναι 81 mg/dL, ενώ το υψηλότερο να ανέρχεται στα 148 mg/dL. Προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της γλυκόζης αίματος σε παράγοντες απόδοσης στον MdS χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η γλυκόζη αίματος έχει σχέση με πολλές από τις μεταβλητές που επηρεάζουν την απόδοση στον MdS, όπως αυτό διακρίνεται στον Πίνακα 12. Συγκεκριμένα, προέκυψε ότι υπάρχει μέτρια θετική σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και της ενέργειας που αισθανόταν ο αθλητής ότι έχει,  $r = 0.57$ ,  $p = 0.027$ . Επιπλέον, προέκυψε ότι υπάρχει μέτρια προς υψηλή αρνητική συσχέτιση με την ερώτηση «Ήμωνα ζαλισμένος»,  $r = -0.65$ ,  $p = 0.043$ , με τις απαντήσεις σε αυτή την ερώτηση να δίνονται σε μία 5-βαθμιαία κλίμακα (0 = καθόλου, 4 = Σχεδόν πάντα). Επίσης προέκυψε ότι η γλυκόζη αίματος είχε πολύ υψηλή θετική σχέση με την συχνότητα που σκεφτόταν ότι δεν μπορεί να συγκεντρωθεί,  $r = 0.88$ ,  $p = 0.021$ , καθώς και πολύ υψηλή αρνητική συσχέτιση με την συχνότητα που σκεφτόταν να συγκεντρωθεί στο τρέξιμο,  $r = -0.93$ ,  $p = 0.008$ , οι απαντήσεις σε αυτές τις ερωτήσεις δίνονταν μέσω μιας 5βαθμιαίας κλίμακας (0 = Ποτέ, 4 = Πολύ συχνά).

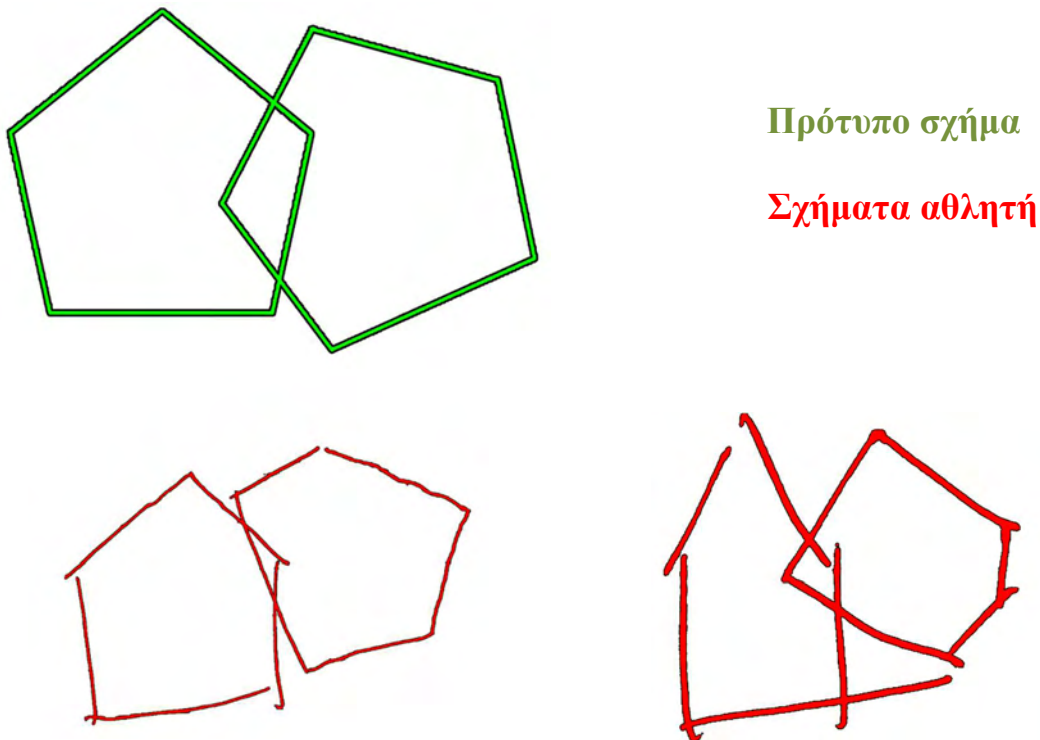
**Πίνακας 12.** Σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και παραγόντων απόδοσης στον MdS.

Ερώτηση	p	r
Ενεργειακή διαθεσιμότητα	0.027	0.57
Ήμωνα ζαλισμένος	0.043	- 0.65
Δεν μπορώ να συγκεντρωθώ	0.021	0.88
Συγκεντρώσου στο τρέξιμο	0.008	- 0.93

Επιπλέον, από τις ίδιες αναλύσεις προέκυψε ότι υπάρχει μέτρια προς υψηλή σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και των λαθών που προέκυψαν από στην ερώτηση 11 του

ερωτηματολογίου SMMSE. Η ερώτηση 11 του ερωτηματολογίου SMMSE, ζητά από τον εξεταζόμενο να αντιγράψει δύο πεντάγωνα σχήματα που τέμνονται στο κέντρο (Εικόνα 27).

**Εικόνα 27.** Ερώτηση 11 («Παρακαλώ αντίγραψε το σχήμα») του ερωτηματολογίου SMMSE με χρονικό περιθώριο ενός λεπτού. Με πράσινο χρώμα φαίνεται το σχήμα που κλήθηκε ο αθλητής να αντιγράψει, ενώ με το κόκκινο χρώμα φαίνονται μερικές από τις προσπάθειες του αθλητή.



Επιπλέον προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχουν τυχόν διαφορές μεταξύ της γλυκόζης αίματος και στη διαφορά που προέκυψε από την εξίσωση [(πρότυπο σχήμα - σχήμα αθλητή), (Πίνακας 13)], χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για να ελέγξει μεταβλητές όπως το

εμβαδόν και η περίμετρος αριστερού και δεξιού πενταγώνου, αλλά και το εμβαδόν και η περίμετρος ολόκληρου του σχήματος σε σχέση με τα επίπεδα γλυκόζης αίματος.

**Πίνακας 13.** Διαφορές ανάμεσα στο πρωτότυπο σχήμα και τα σχήματα που σχεδίασε ο εθελοντής.

	Εμβαδόν αριστερού πενταγώνου	Περίμετρος αριστερού πενταγώνου	Εμβαδόν Δεξιού πενταγώνου	Περίμετρος δεξιού πενταγώνου	Εμβαδόν συνολικού σχήματος	Περίμετρος συνολικού σχήματος
Μέσος όρος	-3.82	-3.84	-3.23	-3.23	-6.93	-6.46
Τ.Α.	3.08	2.42	2.64	2.22	5.67	4.11
Μικρότερο	-8.42	-7.37	-7.81	-6.90	-16.60	-13.35
Μεγαλύτερο	.17	-.37	.52	.56	.47	-1.11

Από τις αναλύσεις προέκυψε μεγάλη θετική συσχέτιση μεταξύ όλων των χαρακτηριστικών του σχήματος και των επιπέδων γλυκόζης αίματος του αθλητή (Πίνακας 14). Συμπερασματικά, όσο μικρότερη γλυκόζη αίματος είχε ο αθλητής τόσο περισσότερα λάθη έκανε στο σχήμα που κλήθηκε να σχεδιάσει.

**Πίνακας 14.** Σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και του σχήματος που εμπίπτει στο ερωτηματολόγιο SMMSE.

	N	p	r
Συνολική περίμετρος	9	0.045	0.68
Συνολικό εμβαδόν	9	0.010	0.80
Περ. αριστερού σχήματος	9	0.026	0.73
Εμβ. αριστερού σχήματος	9	0.010	0.80
Περ. δεξιού σχήματος	9	0.006	0.83
Εμβ. δεξιού σχήματος	9	0.003	.85

### **Επίδραση του γαλακτικού οξέος στον MdS**

Το γαλακτικό οξύ στο αίμα ( $6.02 \pm 5.55$ ) παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις, με την χαμηλότερη τιμή να είναι 1.30 mmol/L, ενώ η υψηλότερη τιμή που μετρήθηκε ήταν 21.2 mmol/L. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι όσο αυξανόταν το γαλακτικό οξύ στο αίμα του αθλητή, τόσο ο αθλητής καθυστερούσε να απάντησε στην ερώτηση «Ποια εποχή είναι αυτή;». Ο χρόνος που χρειαζόταν ο αθλητής να απαντήσει στην ερώτηση ( $1.04 \pm 0.54$ ), αυξομειωνόταν ανάλογα με τον απόλυτο αριθμό γαλακτικού οξέος στο αίμα, με το γρηγορότερο χρόνο να είναι 0.75", ενώ ο πιο αργός 2.53". Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για μη παραμετρικά δείγματα προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει σχέση μεταξύ του γαλακτικού οξέος στο αίμα και της προαναφερθείσας ερώτησης. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των δύο. Εικάζεται, ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ του γαλακτικού οξέος στο αίμα και της ερωτήσεως αυτής, λόγω του μικρού δείγματος που χαρακτηρίζει την μελέτη αυτή.

### **Επίδραση της περιμέτρου των κάτω άκρων στο MdS**

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της περιμέτρου των τετρακέφαλων και των διαφορών στο σχήμα του εξεταζόμενου με το πρωτότυπο σχήμα της ερωτήσεως 11 του ερωτηματολογίου SMMSE (Αντέγραψε το σχήμα). Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ της περιμέτρου του τετρακέφαλου και των σχημάτων που σχεδιάστηκαν από τον αθλητή (Πίνακας 15). Από την συσχέτιση αυτή προκύπτει ότι όσο αυξάνεται η περίμετρος των τετρακέφαλων του εξεταζόμενου κατά την άσκηση τόσο η διαφορά ανάμεσα στο πρωτότυπο σχήμα και το σχήμα του εξεταζόμενου μεγάλωνε.

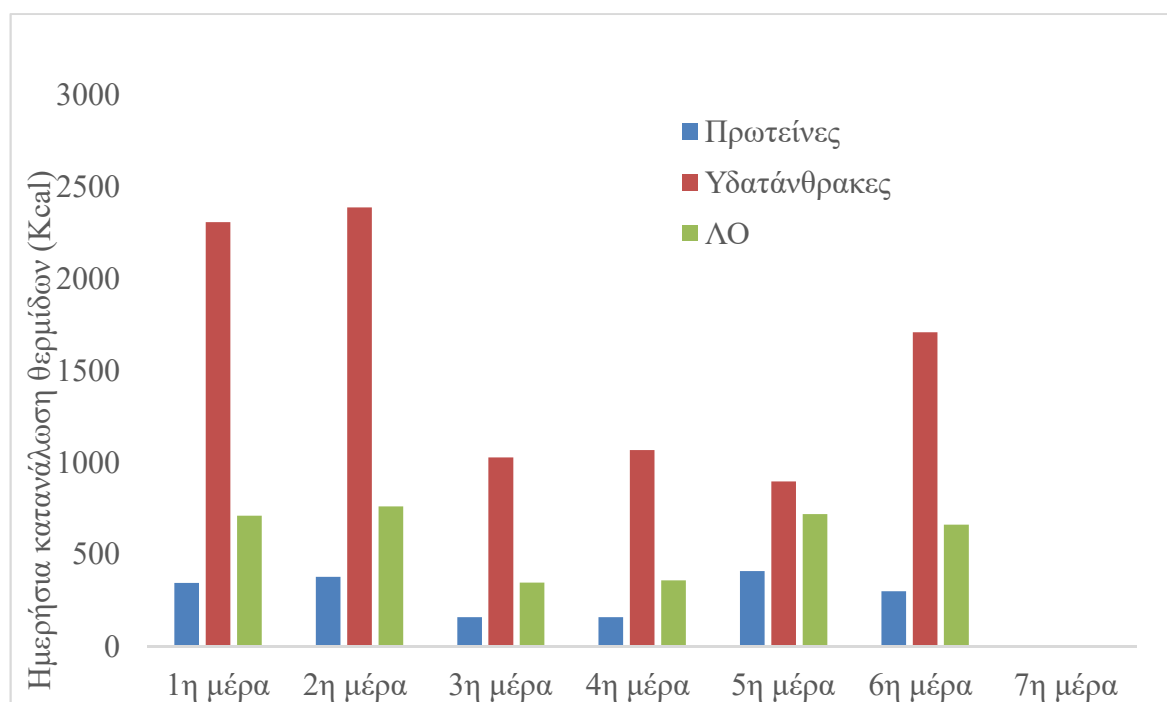
**Πίνακας 15.** Σχέση μεταξύ του σχήματος του ερωτηματολογίου SMMSE και της περιμέτρου τετρακέφαλων.

	N	p	r
Συνολική περίμετρος	9	0.038	-0.069
Συνολικό εμβαδόν	9	0.059	-0.65
Συνολική περίμετρος	9	0.011	-0.79
Συνολικό εμβαδόν	9	0.028	-0.72

### **Επίδραση της διατροφής στον MdS**

Η ημερήσια κατανάλωση θερμίδων του αθλητή παρουσίασε μεγάλες αυξομειώσεις. Η χαμηλότερη πρόσληψη θερμίδων υπήρξε την τρίτη ημέρα του αγώνα (1535 Kcal), ενώ η υψηλότερη πρόσληψη θερμίδων την δεύτερη ημέρα (3527 Kcal), όπως αυτό διακρίνεται στην Εικόνα 28.

**Εικόνα 28.** Ημερήσια κατανάλωση θερμίδων του συμμετέχοντα κατά τον MdS.



Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης για να ελεγχθεί αν υπάρχει σχέση μεταξύ γλυκόζης αίματος και των προσλαμβανόμενων θρεπτικών συστατικών. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπάρχει πολύ υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ του μυϊκού γλυκογόνου και των προσλαμβανόμενων σακχάρων,  $r = 0.93$ ,  $p = 0.001$ .

Επιπλέον, προκειμένου να ελεγχθεί η σχέση μεταξύ των αντιοξειδωτικών βιταμινών (A, E, C) και παραγόντων υγείας και απόδοσης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των προσλαμβανόμενων αντιοξειδωτικών βιταμινών και παραγόντων απόδοσης στον MdS (Πίνακας 16). Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η βιταμίνη C, όπως και οι βιταμίνες A και E, βοήθησαν τον αθλητή να ανταπεξέλθει στις δυσκολίες του αγώνα.

**Πίνακας 16.** Σχέση μεταξύ βιταμινών (A, E, C) και παραγόντων απόδοσης στον MdS.

	p	r
Βιταμίνες A και E	0.001	- 0.88
Βιταμίνη C	0.104	- 0.54
Βιταμίνες A και E	0.005	- 0.80
Βιταμίνη C	0.082	- 0.58
Βιταμίνες A και E	0.010	- 0.76
Βιταμίνη C	0.015	- 0.74
Βιταμίνες A και E	0.003	- 0.83
Βιταμίνη C	0.067	- 0.60

Προκειμένου να αποκλειστεί η πιθανότητα, οι παραπάνω σχέσεις των αντιοξειδωτικών βιταμινών με τους παράγοντες απόδοσης στον MdS να οφείλονται στην πρόσληψη των



υδατανθράκων, έγινε ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των προσλαμβανόμενων υδατανθράκων και των παραπάνω παραγόντων απόδοσης στον MdS. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η πρόσληψη υδατανθράκων έχει μέτρια αρνητική σχέση μόνο με την δυσκολία στην αναπνοή,  $r = -0.67$ ,  $p = 0.033$ , ενώ δεν παρουσίασε καμία σχέση με όλους του υπόλοιπους παράγοντες που αξιολογήθηκαν.

### **Επίδραση την ενυδάτωσης σε παράγοντες απόδοσης και υγείας στον MdS**

Από τις αναλύσεις που έγιναν στα δεδομένα, προέκυψε ότι τα επίπεδα ενυδάτωσης ( $1.62 \pm 0.72$  L) του αθλητή καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα ήταν σε υψηλά επίπεδα. Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων ενυδάτωσης και παραγόντων υγείας και απόδοσης στον MdS. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπάρχει συσχέτιση των επιπέδων υδάτωσης του αθλητή με παράγοντες υγείας και απόδοσης στον MdS (Πίνακας 17).

**Πίνακας 17.** Σχέση μεταξύ επιπέδων ενυδάτωσης και παραγόντων απόδοσης και υγείας.

	N	p	r
Νιώθω νευρικός ή ανήσυχος	7	0.012	-0.87
Χρόνος αντίδρασης σε ακουστικό ερέθισμα	7	0.034	-0.79

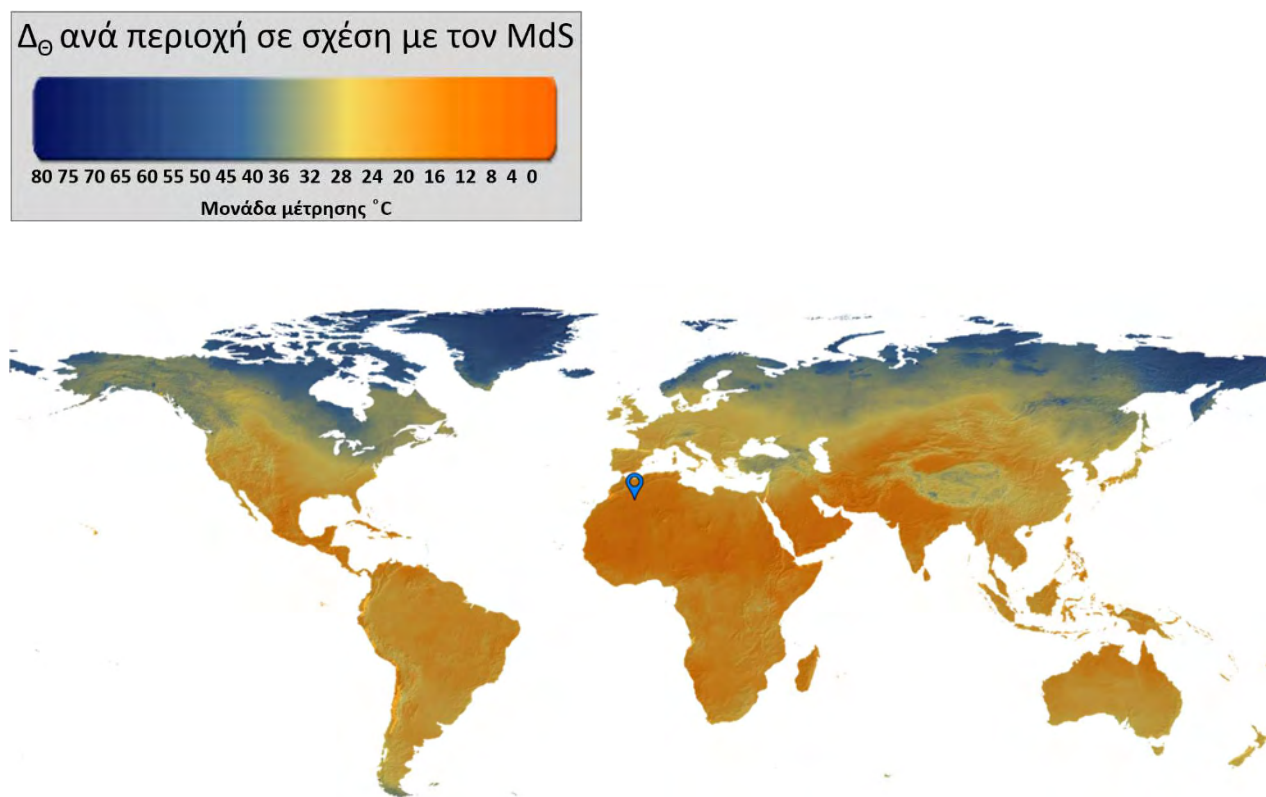
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως τα δύο προηγούμενα κεφάλαια, της μεθοδολογίας και των αποτελεσμάτων και αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται στα δεδομένα ως δύο διαφορετικές αλλά αλληλένδετες μελέτες για τον MdS. Το πρώτο κεφάλαιο, αναφέρεται στη συζήτηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις αναλύσεις στα ιστορικά δεδομένα για τον MdS. Ενώ, το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη συζήτηση για τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις των δεδομένων πεδίου από τον MdS.

### Συζήτηση ιστορικών δεδομένων για τον MdS

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, διαπιστώνεται ότι το αγώνισμα του ΥΑΔ και ειδικά ο MdS, χαρακτηρίζεται από μία σταθερή αύξηση στον αριθμό των συμμετεχόντων, κάτι το οποίο έχει πολλαπλώς αναφερθεί σε προηγούμενες μελέτες (Hoffman et al., 2010; Hoffman & Wegelin, 2009). Παρ' όλες τις δυσκολίες που φαίνεται να αντιμετωπίζουν οι αθλητές, κατά την διάρκεια της αγωνιστικής επιβάρυνσης, περισσότεροι από τρεις στους είκοσι αθλητές θα επιστρέψουν για να συμμετάσχουν πάλι σε αυτό τον αγώνα. Ωστόσο, για κάθε εκατό αθλητές που συμμετέχουν στον αγώνα περίπου οι επτά δεν θα καταφέρουν να τερματίσουν. Οι λόγοι μπορεί να είναι πολλαπλοί, ίσως ένας από τους σημαντικότερους, να είναι η υψηλή Θ<sub>Π</sub> η οποία χαρακτηρίζει τον αγώνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η Δ<sub>Θ</sub> να έχει ένα αρκετά μεγάλο εύρος, όπως αυτό διακρίνεται στην Εικόνα 29.

**Εικόνα 29.** Διαφορά Θερμοκρασίας μεταξύ του MdS και γεωγραφικών περιοχών.



Γνωρίζοντας ότι η βέλτιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος για μαραθώνιους αγώνες δρόμου βρίσκεται μεταξύ 10-12 °C (Buoncrisiani JF, 1983), καθώς επίσης και ότι ο θερμικός εγκλιματισμός μπορεί να βοηθήσει την απόδοση-επίδοση σε αγώνες με υψηλή θερμική επιβάρυνση (Flouris, Poirier, et al., 2014; Periard et al., 2015), υποθέσαμε ότι ο θερμικός εγκλιματισμός που επιτυγχάνεται μέσα από το χώρο διαβίωσης του αθλητή είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει άμεσα την απόδοση. Η υπόθεση αυτή φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα, καθώς διακρίνουμε ότι για κάθε 5°C που αυξάνεται η Δ<sub>θ</sub>, επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά η δρομική ταχύτητα και εντέλει η τελική επίδοση του αθλητή.

Πέρα από τη Δ<sub>θ</sub>, από τις αναλύσεις των δεδομένων καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η επίδοση του αγώνα επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες. Ο επόμενος παράγοντας που

φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την επίδοση στον MdS είναι το φύλο. Στην βιβλιογραφία συναντήσαμε μία έρευνα που στηρίχθηκε σε αναλύσεις που έγιναν σε ιστορικά δεδομένα από αγώνες υπέρ-αποστάσεων, η οποία υποστηρίζει ότι παρόλο που φαίνεται οι άντρες να τρέχουν γρηγορότερα μέχρι και την απόσταση των 100Km, δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο σε μεγαλύτερες αποστάσεις, όπως αυτές των 200Km και των 1000Km (Zingg et al., 2014). Τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας συμφωνούν με την προαναφερθείσα, εφόσον γνωρίζουμε ότι η μεγαλύτερη συνεχόμενη διαδρομή που κλήθηκαν οι αθλητές να καλύψουν στον MdS, έλαβε χώρο το έτος 2009 και η απόσταση της ήταν 91Km. Ως εκ τούτου, από τα αποτελέσματα διακρίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην MdS-pace μεταξύ των δύο φύλων, η οποία μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες όπως η χαμηλότερη αερόβια ικανότητα που χαρακτηρίζει τις γυναίκες σε σχέση με τους άντρες (Kelley, Lowing, & Kelley, 1999). Επίσης, ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να επηρέασε την MdS-pace των γυναικών, είναι το γεγονός ότι οι γυναίκες έχουν μικρότερη απώλεια θερμότητας από το σώμα τους σε σχέση με τους άντρες. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι δεν έχουν τόσο καλή σχέση επιφάνειας σώματος – μάζας σώματος, όσο οι άντρες, αλλά και στο γεγονός ότι οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερο ποσοστό λιπώδους ιστού στο σώμα τους από ότι οι άντρες (Kaciuba-Uscilko & Grucza, 2001).

Όσον αφορά τη συμμετοχή των γυναικών στην διοργάνωση φαίνεται να περιορίζεται σε ένα ποσοστό της τάξεως του 13.2%, ενώ οι γυναίκες οι οποίες προέρχονται από αμιγώς Ισλαμικές χώρες ανέρχονται στο 1.7% της συνολικής συμμετοχής αθλητών από αυτές τις χώρες. Η εξήγηση για αυτό το μικρό ποσοστό συμμετοχής αθλητριών από Ισλαμικές χώρες έγκειται στο γεγονός ότι οι γυναίκες που κατάγονται από αυτές τις χώρες και εκδηλώνουν φεμινιστικά ιδανικά συμμετέχοντας σε αθλητικές δραστηριότητες, υπόκεινται σε κυρώσεις και βασανιστήρια (Walseth, 2005).

Ένας άλλος παράγοντας που φαίνεται ότι επηρεάζει σημαντικά την επίδοση στον MdS είναι η ηλικία. Από τις αναλύσεις που κάναμε, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι από τα 18 μέχρι τα 32 έτη, παρουσιάζεται αύξηση της δρομικής ταχύτητας των συμμετεχόντων, στη συνέχεια από τα 33 μέχρι και τα 42 έτη εμφανίζεται κορύφωση στη δρομική ταχύτητα των συμμετεχόντων, και τέλος μετά τα 42 έτη υπάρχει σταδιακή μείωση στη δρομική ταχύτητα. Η σχέση αυτή που φαίνεται να υπάρχει ανάμεσα στην ηλικία και την δρομική ταχύτητα, υποστηρίζεται και από τα αποτελέσματα προηγούμενη μελέτης, καθώς γνωρίζουμε ότι ο χρόνος τερματισμού σε μαραθώνιους αγώνες δρόμου επηρεάζεται άμεσα από την ηλικία (Connick, Beckman, & Tweedy, 2015). Επιπλέον, η επίδραση της ηλικίας των συμμετεχόντων στην δρομική τους ταχύτητα, ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι νεότεροι σε ηλικία αθλητές (18-33 ετών), ίσως να μην έχουν την δρομική εμπειρία που χρειάζεται ένας αγώνας με τόσο μεγάλη επιβάρυνση, καθώς από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η εμπειρία παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίδοση των αθλητών. Εν συνεχεία, οι αθλητές 33-42 ετών βρίσκονται στην κατάλληλη ηλικιακή περίοδο για να συμμετάσχουν στον MdS, γιατί ίσως να έχουν αποκομίσει την δρομική εμπειρία που χρειάζεται ένας ΥΑΔ και δεν επηρεάζονται από τη βιολογικής φθορά του ανθρώπου που έγκειται στο παράγοντα ηλικία. Όσον αφορά τους αθλητές >42 ετών, γνωρίζουμε ότι μετά τα 40 περίπου έτη αρχίζει η σταδιακή φθορά και μείωση σε βιολογικούς παράγοντες απόδοσης (Wiswell et al., 2001), αλλά και σταδιακή μείωση της μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Fleg & Lakatta, 1988). Πέραν τούτου, από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι η αύξηση της ηλικίας επηρεάζει σημαντικά το θερμορυθμιστικό μηχανισμό απώλειας θερμότητας μέσω της εξάτμισης (Stapleton et al., 2015), έτσι προσθέτετε ένας ακόμη αποτρεπτικός και συνάμα περιοριστικός παράγοντας στη τελική επίδοση του αθλητή.

Η εθνικότητα των αθλητών φαίνεται να έπαιξε μεγάλο ρόλο στην τελική επίδοση τους, καθώς φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη δρομική ταχύτητα και εντέλει στη συνολική επίδοση του αθλητή μεταξύ των διαφόρων εθνικοτήτων. Το γεγονός αυτό έχει

πολλαπλές ερμηνείες. Η πρώτη εξήγηση, η οποία αναφέρεται και σε προηγούμενη έρευνα για τον MdS (Knoth et al., 2012), είναι ότι ο αγώνας δεν φαίνεται να κινεί το ενδιαφέρον σε αθλητές μαζικού αθλητισμού από τριτοκοσμικές χώρες (UNDP: human development reports, 2015), λόγω του μεγάλου χρηματικού αντιτίμου (£3.650) το οποίο χρειάζεται προκειμένου ο αθλητής να συμμετάσχει στον αγώνα. Άμεσο επακόλουθο αυτού είναι, αυτές οι χώρες να συμμετέχουν με μεγάλο ποσοστό ελίτ αθλητών, οι οποίοι διεκδικούν το χρηματικό έπαθλο του νικητή. Ένας άλλος λόγος ο οποίος μπορεί να εξηγήσει τα αποτελέσματα αυτά, είναι ότι οι Αφρικανοί δρομείς χαρακτηρίζονται από καλύτερη δρομική οικονομία συγκριτικά με τους Καυκάσιους δρομείς (Weston, Mbambo, & Myburgh, 2000). Τέλος, η καταγωγή των αθλητών, είναι άμεσα συνδεδεμένη με την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της χώρα τους και της θερμοκρασίας του αγώνα. Ως εκ τούτου, όπως έχει προαναφερθεί η  $\Delta\theta$  φαίνεται να παίζει μεγάλο ρόλο στην δρομική ταχύτητα των αθλητών.

Τελευταίος παράγοντας που φαίνεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη δρομική ταχύτητα κατά τον MdS, είναι η προηγούμενη εμπειρία στον αγώνα. Εξ αυτού, συμπεραίνουμε ότι ο αθλητής από φορά σε φορά που συμμετέχει στον MdS, διορθώνει τυχόν λάθη και ατέλειες που είχε κάνει σε προηγούμενη συμμετοχή του στην διοργάνωση, με αποτέλεσμα να βελτιώνει την αγωνιστική του επίδοση. Μερικά από τα λάθη που θεωρούμε ότι μπορεί να χρήζουν βελτίωσης, είναι ο έλεγχος του βάρους του εξοπλισμού που κουβαλάει ο αθλητής καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα, καθώς επίσης και παράγοντες όπως η ενδυμασία, η διατροφή, η τακτική ενυδάτωσης, η επιλογή υποδημάτων, η γενική τακτική καθ' όλη την διάρκεια του αγώνα, και τέλος η προετοιμασία πριν από τον αγώνα.

Συμπερασματικά, η δρομική ταχύτητα και τέλος η επίδοση κατά τον MdS, φαίνεται να επηρεάζεται από παράγοντες όπως, η  $\Delta\theta$ , το φύλο, η ηλικία, η εθνικότητα, και η προηγούμενη εμπειρία στον αγώνα.

## Συζήτηση για τα δεδομένα πεδίου από τον MdS

Όσον αφορά τις αναλύσεις στα δεδομένα πεδίου, διαπιστώθηκε ότι ο MdS επηρεάζει ποικιλοτρόπως την ευρύτερη ψυχοσωματική κατάσταση του αθλητή. Η καλή τακτική, καθώς επίσης και η σωστή αυτό-ανατροφοδότηση φαίνεται να είναι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν κατά κόρον την τελική επίδοση ή ακόμα και τον τερματισμό του αθλητή στον αγώνα. Παρά ταύτα, μέσα από το πρωτόκολλο θερμικού εγκλιματισμού που ακολουθήθηκε, επιδιώχθηκε η μείωση της επικείμενης ψυχοσωματικής καταπόνησης που θα δεχόταν ο αθλητής. Αν και δεν υπάρχουν δεδομένα από ομάδα ελέγχου στην μελέτη, στηριζόμενοι σε προηγούμενη βιβλιογραφία (Periard et al., 2015), πιστεύουμε ότι ο εγκλιματισμός σε θερμό περιβάλλον που επιτεύχθηκε πριν από τον αγώνα, βοήθησε τα μέγιστα στην αγωνιστική προσπάθεια του εθελοντή μας.

Παρ' όλα αυτά, ο παράγοντας της διατροφής κατά τον MdS φαίνεται να είναι υπεύθυνος για την απώλεια αρκετών θέσεων στον πίνακα βαθμολογικής κατάταξης του MdS. Καθώς όπως διακρίνεται στα αποτελέσματα, ο αθλητής τις πρώτες ημέρες του αγώνα έκανε υπερκατανάλωση των τροφίμων του με αποτέλεσμα οι επόμενες ημέρες να χαρακτηρίζονται από μειωμένη θερμιδική πρόσληψη. Άμεσο επακόλουθο αυτού, ήταν η μείωση των προσλαμβανόμενων υδατανθράκων άρα και η μείωση του οξαλοξικού οξέος που προέρχεται από την διάσπαση τους. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της διάσπασης των λιπαρών οξέων μέσω του κύκλου του Kreb's και την εμφάνιση συμπτωμάτων του γνωστού από την βιβλιογραφία "hitting the wall" (Buman, Omlil, Jr., & Brewer, 2008). Το γεγονός αυτό φαίνεται να επηρέασε συμπεριφορικούς, αντιληπτικούς και φυσιολογικούς παράγοντες κατά την διάρκεια του αγώνα.

Επιπλέον, ο πήχης στο βαθμός δυσκολίας του αγώνα ανεβαίνει κατακόρυφα λόγω της μεγάλης χιλιομετρικής απόστασης που καλείτε να διανύσει ο αθλητής, αλλά και της πολύ

υψηλής θερμικής επιβάρυνσης που δέχεται κατά τον αγώνα. Και οι δύο παράγοντες φαίνεται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ψυχοσωματική υγεία και εντέλει την απόδοση του αθλητή, καθώς από τις αναλύσεις διαπιστώνεται ότι είναι υπεύθυνοι για την αύξηση της Θ<sub>ΠΣ</sub>. Ο παράγοντας της χιλιομετρικής απόστασης αυξάνει την Θ<sub>ΠΣ</sub> καθώς γνωρίζουμε ότι οι μεταβολικές διεργασίες του οργανισμού, και ιδιαίτερα η παρατεταμένη άσκηση μεγάλης διάρκειας, συνοδεύονται από αύξηση στη Θ<sub>ΠΣ</sub>. Ενώ, η περιβαλλοντική θερμική επιβάρυνση, επηρεάζει την θερμοκρασία σώματος με τους φυσικούς νόμους της αγωγής, της μεταφοράς, και της ακτινοβολίας. Αυτή η μεγάλη αύξηση στην Θ<sub>ΠΣ</sub>, που παρατηρήθηκε στην ανάλυση των δεδομένων, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι κατά την διάρκεια του MdS, είναι πάντοτε υπαρκτός ο κίνδυνος για ασκησιογενή θερμοπληξία. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι, από ασκησιογενή θερμοπληξία κινδυνεύει ο δρομέας με θερμοκρασία πυρήνα 38.9-40.0°C (Rohe, 2012; Sloan et al., 2015). Ενώ είναι γνωστό, ότι ακόμη και οι έμπειροι αθλητές κινδυνεύουν από ασκησιογενή θερμοπληξία, τρανταχτό είναι το παράδειγμα ενός 28χρόνου έμπειρου Αυστραλού δρομέα που στις αρχές του 1990 οδηγήθηκε σε ασκησιογενή θερμοπληξία μετά την συμμετοχή του σε αγώνα δρόμου σε υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος (Lee, Bishop, & Ashton, 1990).

Πέρα από τον κίνδυνο θερμοπληξίας, οι παράγοντες της μεγάλης χιλιομετρικής απόστασης και της υψηλής θερμικής επιβάρυνσης, φαίνεται να ευθύνονται για την αύξηση της περιμέτρου των τετρακέφαλων μυών του αθλητή. Η αύξηση αυτή, εικάζεται ότι προήλθε τόσο από τον θερμορυθμιστικό μηχανισμό της αγγειοδιαστολής, όσο και από παράγοντες όπως η φλεγμονή. Η φλεγμονή μπορεί να οφείλεται σε δύο κύριες αιτίες, η πρώτη αιτία είναι ότι παρουσιάστηκε στον συμβαλλόμενο κατά την άσκηση μυ, μετά από τις μυϊκές μικροθλάσεις που επήλθαν λόγω της επιβάρυνσης. Ενώ η δεύτερη αιτία είναι, ότι προήλθε από την υψηλή ηλιακή ακτινοβολία η οποία χαρακτήρισε τον αγώνα. Όσον αφορά την φλεγμονή αυτή, από τις αναλύσεις των δεδομένων διαπιστώνουμε ότι επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη γνωστική



ικανότητα του αθλητή, κάτι το οποίο βρίσκει σύμφωνη τη βιβλιογραφία, καθώς από μία έρευνα του 2012 γνωρίζουμε ότι η φλεγμονή επηρεάζει την γνωστική ικανότητα (Kamer et al., 2012).

Επιπλέον, ένας άλλος παράγοντας ο οποίος κατά κύριο λόγο ευθύνεται στη μεγάλη χιλιομετρική απόσταση του αγώνα και επηρεάζει την απόδοση του αθλητή, είναι η πιθανότητα ανάπτυξης φουσκάλων στα κάτω άκρα. Από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε, ότι οι φουσκάλες αυτές είναι αρκετά επώδυνες και αυξάνουν τον βαθμό δυσκολίας στο εγχείρημα του αθλητή (Scheer, Reljic, Murray, & Costa, 2014). Το γεγονός αυτό, παρουσιάζεται στην Εικόνα 30, στην οποία φαίνεται ξεκάθαρα το μέγεθος της καταπόνησης που υφίσταται ο αθλητής.

**Εικόνα 30.** Εικόνα των κάτω άκρων του συμμετέχοντα μετά το πέρας της 3<sup>ης</sup> διαδρομής.



Ένας άλλος παράγοντας, ο οποίος επηρέασε την ψυχοσωματική κατάσταση του αθλητή, είναι η θερμική άνεση και αίσθηση του σώματος, καθώς από τις αναλύσεις των δεδομένων συμπεράναμε ότι οι προαναφερθέντες παράγοντες, επηρεάζονται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και τη χιλιομετρική απόσταση, αντίστοιχα. Παρόλο που

γνωρίζουμε, ότι ο θερμικός εγκλιματισμός βελτιώνει αυτούς τους παράγοντες (Gonzalez & Gagge, 1976). Στη προκείμενη περίπτωση, ο θερμικός εγκλιματισμός πριν από έναν αγώνα σε τόσο ακραίες αγωνιστικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, δεν φαίνεται να απέτρεψε τον παράγοντα της θερμικής δυσφορίας. Σε μία προηγούμενη έρευνα, για τον ίδιο αγώνα δρόμου, διαπιστώνεται ότι χρειάζονται περισσότερες από 15 ημέρες άσκησης με θερμική επιβάρυνση ούτως ώστε να αποτραπεί η αύξηση του επιπέδου των πρωτεϊνών θερμικού σοκ [(HSP70), (Sandstrom et al., 2008)]. Ως εκ τούτου, διαπιστώνουμε ότι η υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην θερμική δυσφορία του αθλητή. Καθώς, από μία έρευνα του 2007, η οποία προσομοίωνε τεχνητά διάφορες βαθμίδες ηλικιακής ακτινοβολίας (Hodder & Parsons, 2007), γνωρίζουμε ότι για κάθε περίπου  $200 \text{ Wm}^{-2}$  που αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία, αυξάνεται κατά μία βαθμίδα η θερμική δυσφορία του εξεταζόμενου. Επιπλέον, η θερμική δυσφορία του αθλητή φαίνεται να επηρέασε παράγοντες, όπως η υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης, η γενική κόπωση και η δυσκολία στην αναπνοή. Αυτό φαίνεται να δικαιολογείται από τη βιβλιογραφία, καθώς γνωρίζουμε ότι η θερμική δυσφορία έχει σχετιστεί με την μειωμένη αθλητική απόδοση σε θερμό περιβάλλον (Vanos, Warland, Gillespie, & Kenny, 2010).

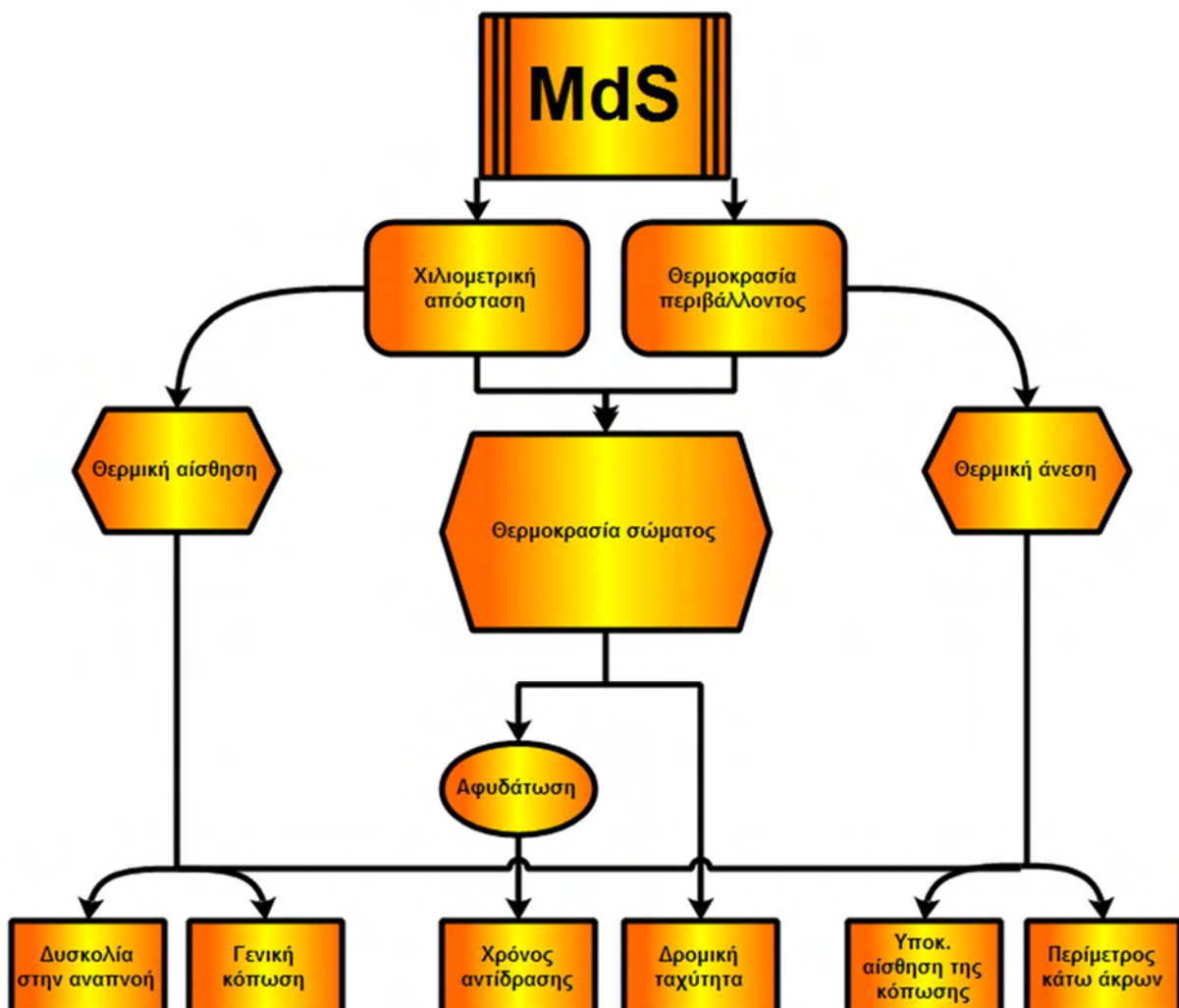
Πέραν των προαναφερθέντων παραγόντων, οι οποίοι επηρέασαν την απόδοση και την ψυχοσωματική υγεία του αθλητή κατά τον MdS. Η γλυκόζη αίματος διαδραμάτισε ένα πολύ σημαντικό ρόλο, καθώς η αυξομείωση της, φαίνεται ότι καθόριζε το επίπεδο γνωστικής εξασθένησης του εθελοντή. Από τις αναλύσεις των δεδομένων διαπιστώνουμε ότι η μείωση της γλυκόζης αίματος έχει συσχετιστεί με αυξημένη αναφορά σε παράγοντες όπως η ζαλάδα, ανικανότητα για συγκέντρωση, καθώς επίσης και μειωμένη ενεργειακή διαθεσιμότητα. Επιπλέον, σχετίστηκε με την επίδραση της γνωστικής ικανότητας, καθώς από τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι η μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα επηρέασε την αντιγραφή ενός σχήματος, το οποίο εμπίπτει στο ερωτηματολόγιο SMME. Η συσχέτιση αυτή

προέκυψε γιατί η γλυκόζη αίματος είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την γνωστική εξασθένηση του εξεταζόμενου (Westenhoefer et al., 2004).

Πέρα από τις ορατές επιπτώσεις του MdS στην ψυχοσωματική κατάσταση του αθλητή, στο παρασκήνιο υπάρχει η αυξημένη οξειδωτική δράση του σώματος. Καθώς γνωρίζουμε τα αποτελέσματα μίας έρευνας, η οποία υποστηρίζει ότι ένας τόσο ακραίος αγώνας, όσο ο MdS, επάγει την ανισορροπία μεταξύ της οξειδωτικής και της αντιοξειδωτικής δράσης του σώματος (Machefer et al., 2004). Ως εκ τούτου, η αυξημένη παραγωγή των ελευθέρων ριζών, καθώς επίσης και η αστάθεια που τις χαρακτηρίζει λόγω του αζευγάρωτου ηλεκτρονίου στην εξωτερική τους στιβάδα, επηρεάζουν την ψυχοσωματική κατάσταση του αθλητή. Έτσι, υποθέσαμε ότι η πρόσληψη αντιοξειδωτικών θα βελτιώνει παράγοντες όπως η κόπωση και η θερμική δυσφορία. Από τα αποτελέσματα, προέκυψε ότι όντως η πρόσληψη αντιοξειδωτικών βελτίωσε τόσο την υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης, όσο και την θερμική δυσφορία που αισθανόταν ο αθλητής. Προκειμένου να ερμηνευτεί το αποτέλεσμα αυτό, στη βιβλιογραφία συναντήσαμε μία μελέτη η οποία έγινε σε διαγωνιδιακά ποντίκια με ανθρώπινα γονίδια υπεύθυνα για την αντιοξειδωτική δράση (Mirochnitchenko, Palnitkar, Philbert, & Inouye, 1995). Η μελέτη αυτή έδειξε ότι τα διαγωνιδιακά ποντίκια είχαν μειωμένη επαγωγή πρωτεϊνών θερμικού σοκ (HSP70), κάτω από θερμική επιβάρυνση, σε σχέση με τα μη διαγωνιδιακά ποντίκια. Επιπλέον, μία πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση υποστηρίζει ότι η οξεία πρόσληψη αντιοξειδωτικών, βελτιώνει την αθλητική απόδοση (Braakhuis & Hopkins, 2015).

Συμπερασματικά, όπως αυτό διακρίνεται στην Εικόνα 31, ο MdS χαρακτηρίζεται από υψηλή Θ<sub>Π</sub> και μεγάλη χιλιομετρική απόσταση. Τόσο η μεγάλη χιλιομετρική απόσταση, όσο και η υψηλή Θ<sub>Π</sub>, είναι οι κύριες αιτίες για της οποίες αυξανόταν η Θ<sub>ΠΣ</sub>. Επιπλέον, η μεγάλη χιλιομετρική απόσταση ευθύνεται για την αυξημένη δυσχέρια της θερμικής αίσθησης του περιβάλλοντος, ενώ η υψηλή Θ<sub>Π</sub> ευθύνεται για τη θερμικής δυσφορίας που είχε ο αθλητής. Εν συνεχεία, η Θ<sub>ΠΣ</sub> ήταν άμεσα συναρτώμενη με τα επίπεδα υδάτωσης του αθλητή, ενώ όλες οι προαναφερθέντες μεταβλητές, φαίνεται να επηρέασαν δείκτες υγείας και απόδοσης κατά τον MdS.

**Εικόνα 31.** Συνωπτική ανάλυση του MdS.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ο MdS φαίνεται να έχει αυξητική τάση στον αριθμό των συμμετεχόντων κάθε έτος, παρά τη μεγάλη ψυχοσωματική επιβάρυνση που τον χαρακτηρίζει. Επομένως, οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν στο πως μία τόσο ακραία αγωνιστική επιβάρυνση, επηρεάζει την μετά τον αγώνα ζωή του αθλητή, σε βιολογικούς, βιοχημικούς αλλά και φυσιολογικούς παράγοντες υγείας και αποκατάστασης. Ίσως μία μελέτη με μεγαλύτερο δείγμα αθλητών, να μπορούσε να εμβαθύνει και να αναλύσει περισσότερους παράγοντες υγείας και απόδοσης κατά τον MdS. Επιπλέον, να δώσει κατευθυντήριες γραμμές στο δρομικό κοινό για την προετοιμασία, την τακτική και τέλος την περίοδο αποκατάστασης που χρειάζεται ο αθλητής μετά την συμμετοχή του σε αυτόν τον αγώνα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmed, A. A. (2010). Hypoglycemia and safe driving. *Ann Saudi Med*, 30(6), 464-467. doi: 10.4103/0256-4947.72268
- Altimeter, W. (2015). from <https://en.wikipedia.org/wiki/Altimeter>
- American Diabetes Association. (2015).
- American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2015). from [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
- Archer, T. (2010). *Curved by god, cursed by the devil: a true story of running the Sahara Desert* (Vol. A true story of running the Sahara Desert). Redwood City CA: University of Dreams Foundation
- Armstrong, L. E. (2007). Assessing hydration status: the elusive gold standard. *J Am Coll Nutr*, 26(5 Suppl), 575S-584S.
- Atletasdelsol: MDS results. (2015). from <http://www.atletasdelsol.com/>
- Bagchi, K., & S., P. (1998). Free radicals and antioxidants in health and disease *Eastern Mediterranean health journal*, 4(2), 350-360.
- Ball, G. F. M. (2004). *Vitamins: Their Role in the Human Body*. London, UK: Blackwell.
- Bergh, U., Danielsson, U., Wennberg, L., & Sjodin, B. (1986). Blood lactate and perceived exertion during heat stress. *Acta Physiol Scand*, 126(4), 617-618. doi: 10.1111/j.1748-1716.1986.tb07864.x
- Bleichert, A., Behling, K., Scarperi, M., & Scarperi, S. (1973). Thermoregulatory behavior of man during rest and exercise. *Pflugers Arch*, 338(4), 303-312.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381.
- Braakhuis, A. J., & Hopkins, W. G. (2015). Impact of Dietary Antioxidants on Sport Performance: A Review. *Sports Med*, 45(7), 939-955. doi: 10.1007/s40279-015-0323-x
- Brown, J. S., & Connolly, D. A. (2015). Selected human physiological responses during extreme heat: the Badwater Ultramarathon. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1729-1736. doi: 10.1519/JSC.0000000000000787
- Buettner, G. R. (1993). The pecking order of free radicals and antioxidants: lipid peroxidation, alpha-tocopherol, and ascorbate. *Arch Biochem Biophys*, 300(2), 535-543. doi: 10.1006/abbi.1993.1074
- Buman, M. P., Omli, J. W., Jr., P. R. G., & Brewer, B. W. (2008). Experiences and Coping Responses of "Hitting the Wall" for Recreational Marathon Runners. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20(3), 282-300. doi: 10.1080/10413200802078267
- Buoncrisiani JF, M. D. (1983). Factors affecting runners' marathon performance. *Chance*, 6(4), 24-30.
- Burton, G. W., & Traber, M. G. (1990). Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability. *Annu Rev Nutr*, 10, 357-382. doi: 10.1146/annurev.nu.10.070190.002041
- Cairns, S. P. (2006). Lactic acid and exercise performance : culprit or friend? *Sports Med*, 36(4), 279-291.
- Callow, M., Morton, A., & Guppy, M. (1986). Marathon fatigue: the role of plasma fatty acids, muscle glycogen and blood glucose. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(6), 654-661.
- Castro, R. R., Mendes, F. S., & Nobrega, A. C. (2009). Risk of hypothermia in a new Olympic event: the 10-km marathon swim. *Clinics (Sao Paulo)*, 64(4), 351-356.
- Chamney, P. W., Kramer, M., Rode, C., Kleinekofort, W., & Wizemann, V. (2002). A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. *Kidney Int*, 61(6), 2250-2258. doi: 10.1046/j.1523-1755.2002.00377.x
- Chamney, P. W., Wabel, P., Moissl, U. M., Muller, M. J., Bosy-Westphal, A., Korth, O., & Fuller, N. J. (2007). A whole-body model to distinguish excess fluid from the hydration of major body tissues. *Am J Clin Nutr*, 85(1), 80-89.
- Close, G. L., Kayani, A., Vasilaki, A., & McArdle, A. (2005). Skeletal muscle damage with exercise and aging. *Sports Med*, 35(5), 413-427.

- Connick, M. J., Beckman, E. M., & Tweedy, S. M. (2015). Relative Age Affects Marathon Performance in Male and Female Athletes. *J Sports Sci Med*, *14*(3), 669-674.
- Cracknell, J. (2011). Toughest Race On Earth Interview: Marathon Des Sables from <http://www.discoveryuk.com/web/toughest-race-on-earth-with-james-cracknell/videos/>
- Darack, E. (2013). *The 10 Worst Weather Places in the World* (Vol. 6): Weatherwise.
- Davidson, A. J., Aujard, F., London, B., Menaker, M., & Block, G. D. (2003). Thermochron ibuttons: an inexpensive method for long-term recording of core body temperature in untethered animals. *J Biol Rhythms*, *18*(5), 430-432.
- Dear, R. J. d. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *American society of heating*, *104*(1), 145-167.
- Defranza, D. (2011). The 6 Hardest Races in the World. from <http://news.discovery.com/adventure/the-six-hardest-races-in-the-world.htm>
- Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals Vitamins. (2015). from [http://iom.nationalacademies.org/Home/Global/News%20Announcements/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/DRI\\_Summary\\_Listing.pdf](http://iom.nationalacademies.org/Home/Global/News%20Announcements/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/DRI_Summary_Listing.pdf)
- Draeos, M. T., Jacobson, A. M., Weinger, K., Widom, B., Ryan, C. M., Finkelstein, D. M., & Simonson, D. C. (1995). Cognitive function in patients with insulin-dependent diabetes mellitus during hyperglycemia and hypoglycemia. *Am J Med*, *98*(2), 135-144. doi: 10.1016/S0002-9343(99)80397-0
- Epstein, Y., & Moran, D. S. (2006). Thermal comfort and the heat stress indices. *Ind Health*, *44*(3), 388-398.
- Esterbauer, H., Dieber-Rotheneder, M., Striegl, G., & Waeg, G. (1991). Role of vitamin E in preventing the oxidation of low-density lipoprotein. *Am J Clin Nutr*, *53*(1 Suppl), 314S-321S.
- FAME Laboratory. (2015). from <http://www.famelab.gr/>
- Fleg, J. L., & Lakatta, E. G. (1988). Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO<sub>2</sub> max. *J Appl Physiol* (1985), *65*(3), 1147-1151.
- Flouris, A. D., Bravi, A., Wright-Beatty, H. E., Green, G., Seely, A. J., & Kenny, G. P. (2014). Heart rate variability during exertional heat stress: effects of heat production and treatment. *Eur J Appl Physiol*, *114*(4), 785-792. doi: 10.1007/s00421-013-2804-7
- Flouris, A. D., & Cheung, S. S. (2009). Influence of thermal balance on cold-induced vasodilation. *J Appl Physiol* (1985), *106*(4), 1264-1271. doi: 10.1152/jappphysiol.91426.2008
- Flouris, A. D., & Cheung, S. S. (2010). The validity of tympanic and exhaled breath temperatures for core temperature measurement. *Physiol Meas*, *31*(5), N35-42. doi: 10.1088/0967-3334/31/5/N01
- Flouris, A. D., Poirier, M. P., Bravi, A., Wright-Beatty, H. E., Herry, C., Seely, A. J., & Kenny, G. P. (2014). Changes in heart rate variability during the induction and decay of heat acclimation. *Eur J Appl Physiol*, *114*(10), 2119-2128. doi: 10.1007/s00421-014-2935-5
- Flouris, A. D., & Schlader, Z. J. (2015). Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat. *Scand J Med Sci Sports*, *25 Suppl 1*, 52-64. doi: 10.1111/sms.12349
- Flouris, A. D., Wright-Beatty, H. E., Friesen, B. J., Casa, D. J., & Kenny, G. P. (2014). Treatment of exertional heat stress developed during low or moderate physical work. *Eur J Appl Physiol*, *114*(12), 2551-2560. doi: 10.1007/s00421-014-2971-1
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, *12*(3), 189-198.
- Gagge, A. P., Stolwijk, J. A., & Hardy, J. D. (1967). Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environ Res*, *1*(1), 1-20.
- Gold Book: Compendium of Chemical Terminology. (2014). (2.3.3 ed.): International Union of Pure and Applied Chemistry.
- Gonzalez-Alonso, J. (2007). Hyperthermia impairs brain, heart and muscle function in exercising humans. *Sports Med*, *37*(4-5), 371-373.

- Gonzalez, R. R., & Gagge, A. P. (1976). Warm discomfort and associated thermoregulatory changes during dry, and humid-heat acclimatization. *Isr J Med Sci*, 12(8), 804-807.
- Hodder, S. G., & Parsons, K. (2007). The effects of solar radiation on thermal comfort. *Int J Biometeorol*, 51(3), 233-250. doi: 10.1007/s00484-006-0050-y
- Hoffman, M. D., Ong, J. C., & Wang, G. (2010). Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America. *Int J Hist Sport*, 27(11), 1877-1891. doi: 10.1080/09523367.2010.494385
- Hoffman, M. D., & Wegelin, J. A. (2009). The Western States 100-Mile Endurance Run: participation and performance trends. *Med Sci Sports Exerc*, 41(12), 2191-2198. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a8d553
- Hopkins, F. G. (1912). Feeding experiments illustrating the importance of accessory factors in normal diets. *J Physiol*, 44(5-6), 425-460.
- Hori, S. (1995). Adaptation to heat. *Jpn J Physiol*, 45(6), 921-946.
- International Association of Athletics Federations: Competition Rules 2009: Road Races. (2015).
- Jampen, S. C., Knechtle, B., Rust, C. A., Lepers, R., & Rosemann, T. (2013). Increase in finishers and improvement of performance of masters runners in the Marathon des Sables. *Int J Gen Med*, 6, 427-438. doi: 10.2147/IJGM.S45265
- Kaciuba-Uscilko, H., & Grucza, R. (2001). Gender differences in thermoregulation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 4(6), 533-536.
- Kalden, J. R. (1987). What is inflammation? *Eur Heart J*, 8(suppl J), 1-5. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/8.suppl.J.1>
- Kamer, A. R., Morse, D. E., Holm-Pedersen, P., Mortensen, E. L., & Avlund, K. (2012). Periodontal inflammation in relation to cognitive function in an older adult Danish population. *J Alzheimers Dis*, 28(3), 613-624. doi: 10.3233/JAD-2011-102004
- Keim, S. M., Guisto, J. A., & Sullivan, J. B., Jr. (2002). Environmental thermal stress. *Ann Agric Environ Med*, 9(1), 1-15.
- Kelley, G. A., Lowing, L., & Kelley, K. (1999). Gender differences in the aerobic fitness levels of young African-American adults. *J Natl Med Assoc*, 91(7), 384-388.
- Kenefick, R. W., Chevront, S. N., & Sawka, M. N. (2007). Thermoregulatory function during the marathon. *Sports Med*, 37(4-5), 312-315.
- Knechtle, B. (2012). Ultramarathon runners: nature or nurture? *Int J Sports Physiol Perform*, 7(4), 310-312.
- Knechtle, B., Rust, C. A., Rosemann, T., & Lepers, R. (2012). Age-related changes in 100-km ultramarathon running performance. *Age (Dordr)*, 34(4), 1033-1045. doi: 10.1007/s11357-011-9290-9
- Knoth, C., Knechtle, B., Rust, C. A., Rosemann, T., & Lepers, R. (2012). Participation and performance trends in multistage ultramarathons-the 'Marathon des Sables' 2003-2012. *Extrem Physiol Med*, 1(1), 13. doi: 10.1186/2046-7648-1-13
- Kouros, Y. (2012). What is ultra-running. from <http://www.yianniskouros.gr/index.php/en/kouros-articles/2-whatisultrarunning?ckattempt=1>
- Lagerspetz, K. Y. H. (2006). What is thermal acclimation? *J Therm Biol*, 31(4), 332-336. doi: 10.1016/j.jtherbio.2006.01.003
- Laursen, P. B., Suriano, R., Quod, M. J., Lee, H., Abbiss, C. R., Nosaka, K., . . . Bishop, D. (2006). Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon. *Br J Sports Med*, 40(4), 320-325; discussion 325. doi: 10.1136/bjism.2005.022426
- Lebus, D. K., Casazza, G. A., Hoffman, M. D., & Van Loan, M. D. (2010). Can changes in body mass and total body water accurately predict hyponatremia after a 161-km running race? *Clin J Sport Med*, 20(3), 193-199. doi: 10.1097/JSM.0b013e3181da53ea
- Lee, R. P., Bishop, G. F., & Ashton, C. M. (1990). Severe heat stroke in an experienced athlete. *Med J Aust*, 153(2), 100-104.



- Machefer, G., Groussard, C., Rannou-Bekono, F., Zouhal, H., Faure, H., Vincent, S., . . . Gratas-Delamarche, A. (2004). Extreme running competition decreases blood antioxidant defense capacity. *J Am Coll Nutr*, 23(4), 358-364.
- Machefer, G., Groussard, C., Vincent, S., Zouhal, H., Faure, H., Cillard, J., . . . Gratas-Delamarche, A. (2007). Multivitamin-mineral supplementation prevents lipid peroxidation during "the Marathon des Sables". *J Am Coll Nutr*, 26(2), 111-120.
- Machefer, G., Groussard, C., Zouhal, H., Vincent, S., Youssef, H., Faure, H., . . . Gratas-Delamarche, A. (2007). Nutritional and plasmatic antioxidant vitamins status of ultra endurance athletes. *J Am Coll Nutr*, 26(4), 311-316.
- Maciejewski, H., Messonnier, L., Moyen, B., & Bourdin, M. (2007). Blood lactate and heat stress during training in rowers. *Int J Sports Med*, 28(11), 945-951. doi: 10.1055/s-2007-965067
- Mangels, A. R., Block, G., Frey, C. M., Patterson, B. H., Taylor, P. R., Norkus, E. P., & Levander, O. A. (1993). The bioavailability to humans of ascorbic acid from oranges, orange juice and cooked broccoli is similar to that of synthetic ascorbic acid. *J Nutr*, 123(6), 1054-1061.
- Manz, F. (2007). Hydration and disease. *J Am Coll Nutr*, 26(5 Suppl), 535S-541S.
- Marathon des Sables: results. (2015). <http://www.marathondessables.com/resultats/resultats.php>
- Marathon des Sables: The toughest footrace on earth. (2015).
- Mastaloudis, A., Leonard, S. W., & Traber, M. G. (2001). Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. *Free Radic Biol Med*, 31(7), 911-922.
- Mastaloudis, A., Morrow, J. D., Hopkins, D. W., Devaraj, S., & Traber, M. G. (2004). Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radic Biol Med*, 36(10), 1329-1341. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2004.02.069
- Mastaloudis, A., Traber, M. G., Carstensen, K., & Widrick, J. J. (2006). Antioxidants did not prevent muscle damage in response to an ultramarathon run. *Med Sci Sports Exerc*, 38(1), 72-80.
- McIntyre, D. (1973). A guide to thermal comfort. *Appl Ergon*, 4(2), 66-72.
- McIntyre, D. A. (1976). Thermal sensation. A comparison of rating scales and cross modality matching. *Int J Biometeorol*, 20(4), 295-303.
- Mirochnitchenko, O., Palnitkar, U., Philbert, M., & Inouye, M. (1995). Thermosensitive phenotype of transgenic mice overproducing human glutathione peroxidases. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 92(18), 8120-8124.
- Muller, D. P., & Goss-Sampson, M. A. (1990). Neurochemical, neurophysiological, and neuropathological studies in vitamin E deficiency. *Crit Rev Neurobiol*, 5(3), 239-263.
- Nelson, David L., & Cox, M. M. (2005). *Lehninger Principles of Biochemistry* (4th ed.). New York: W.H. Freeman and Company.
- Nutrition, C. f. R. (2011). Retrieved 30/03/2011, from <http://www.crnusa.org/>
- Oppliger, R. A., & Bartok, C. (2002). Hydration testing of athletes. *Sports Med*, 32(15), 959-971.
- Patlar, S., Boyali, E., Baltaci, A. K., & Mogulkoc, R. (2011). The effect of vitamin A supplementation on various elements in elite taekwondo players. *Biol Trace Elem Res*, 139(3), 296-300. doi: 10.1007/s12011-010-8668-3
- Periard, J. D., Racinais, S., & Sawka, M. N. (2015). Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports. *Scand J Med Sci Sports*, 25 Suppl 1, 20-38. doi: 10.1111/sms.12408
- Peter, L., Rust, C. A., Knechtle, B., Rosemann, T., & Lepers, R. (2014). Sex differences in 24-hour ultramarathon performance--a retrospective data analysis from 1977 to 2012. *Clinics (Sao Paulo)*, 69(1), 38-46. doi: 10.6061/clinics/2014(01)06
- Riegel, P. S. (1981). Athletic records and human endurance. *Am Sci*, 69(3), 285-290.
- Roberts, W. O. (2006). Exertional heat stroke during a cool weather marathon: a case study. *Med Sci Sports Exerc*, 38(7), 1197-1203. doi: 10.1249/01.mss.0000227302.80783.0f
- Rohe, S. T. (2012). Exertional heat illness in a Marine training on the endurance course. *JAAPA*, 25(6), 34, 36-38.

- Romanovsky, A. A. (2007). Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 292(1), R37-46. doi: 10.1152/ajpregu.00668.2006
- Runraid: MDS results. (2015). from [http://runraid.free.fr/mds/class\\_mds\\_2006.php](http://runraid.free.fr/mds/class_mds_2006.php)
- Sandstrom, M. E., Siegler, J. C., Lovell, R. J., Madden, L. A., & McNaughton, L. (2008). The effect of 15 consecutive days of heat-exercise acclimation on heat shock protein 70. *Cell Stress Chaperones*, 13(2), 169-175. doi: 10.1007/s12192-008-0022-8
- Sawka, M. N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc*, 24(6), 657-670.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2), 377-390. doi: 10.1249/mss.0b013e31802ca597
- Sawka, M. N., Leon, L. R., Montain, S. J., & Sanna, L. A. (2011). Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. *Compr Physiol*, 1(4), 1883-1928. doi: 10.1002/cphy.c100082
- Sawka, M. N., & Young, A. J. (2000). *Physical Exercise in Hot and Cold Climates* (Garrett WE & K. DT Eds. Exercise and sport science ed.). Philadelphia: Williams and Wilkins.
- Scheer, B. V., Reljic, D., Murray, A., & Costa, R. J. (2014). The enemy of the feet: blisters in ultraendurance runners. *J Am Podiatr Med Assoc*, 104(5), 473-478. doi: 10.7547/0003-0538-104.5.473
- Semba, R. D. (2012). On the 'discovery' of vitamin A. *Ann Nutr Metab*, 61(3), 192-198. doi: 10.1159/000343124
- Sengoku, Y., Nakamura, K., Ogata, H., Nabekura, Y., Nagasaka, S., & Tokuyama, K. (2015). Continuous glucose monitoring during a 100-km race: a case study in an elite ultramarathon runner. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(1), 124-127. doi: 10.1123/ijsp.2013-0493
- Sies, H. (1991). Oxidative stress: from basic research to clinical application. *Am J Med*, 91(3C), 31S-38S.
- Sloan, B. K., Kraft, E. M., Clark, D., Schmeissing, S. W., Byrne, B. C., & Rusyniak, D. E. (2015). On-site treatment of exertional heat stroke. *Am J Sports Med*, 43(4), 823-829. doi: 10.1177/0363546514566194
- Soter, N. A. (1990). Acute effects of ultraviolet radiation on the skin. *Semin Dermatol*, 9(1), 11-15.
- Staab, J. S., Agnew, J. W., & Siconolfi, S. F. (1992). Metabolic and performance responses to uphill and downhill running in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 24(1), 124-127.
- Stapleton, J. M., Poirier, M. P., Flouris, A. D., Boulay, P., Sigal, R. J., Malcolm, J., & Kenny, G. P. (2015). Aging impairs heat loss, but when does it matter? *J Appl Physiol* (1985), 118(3), 299-309. doi: 10.1152/jappphysiol.00722.2014
- Statistik: MDS results. (2015).
- Strahler, A. N. S., Alan H. (1987). *Modern Physical Geography* (Third ed.). New York: John Wiley & Sons.
- The World's Largest Deserts. (2015). from <http://geology.com/records/largest-desert.shtml>
- Ultramarathon running resource. (2015).
- UNDP: human development reports. (2015). from <http://hdr.undp.org/en/data>
- Utter, A. C., Nieman, D. C., Kang, J., Dumke, C. L., Quindry, J. C., McAnulty, S. R., & McAnulty, L. S. (2009). Quercetin does not affect rating of perceived exertion in athletes during the Western States endurance run. *Res Sports Med*, 17(2), 71-83. doi: 10.1080/15438620902901474
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*, 39(1), 44-84. doi: 10.1016/j.biocel.2006.07.001
- van Marken Lichtenbelt, W. D., Daanen, H. A., Wouters, L., Fronczek, R., Raymann, R. J., Severens, N. M., & Van Someren, E. J. (2006). Evaluation of wireless determination of skin temperature using iButtons. *Physiol Behav*, 88(4-5), 489-497. doi: 10.1016/j.physbeh.2006.04.026

- Vanos, J. K., Warland, J. S., Gillespie, T. J., & Kenny, N. A. (2010). Review of the physiology of human thermal comfort while exercising in urban landscapes and implications for bioclimatic design. *Int J Biometeorol*, 54(4), 319-334. doi: 10.1007/s00484-010-0301-9
- Walseth, K. (2005). Young Muslim Women and Sport: the Impact of Identity Work. *Norwegian School of Sport Sciences, Ullevål Stadion, Oslo, Norway*.
- Westenhoefer, J., Bellisle, F., Blundell, J. E., de Vries, J., Edwards, D., Kallus, W., . . . Tuorila, H. (2004). PASSCLAIM--mental state and performance. *Eur J Nutr*, 43 Suppl 2, II85-II117. doi: 10.1007/s00394-004-1204-5
- Weston, A. R., Mbambo, Z., & Myburgh, K. H. (2000). Running economy of African and Caucasian distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 32(6), 1130-1134.
- Wikipedia: Glocal Positioning System (GPS). (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)
- Wikipedia: Reference Daily Intake. (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Reference\\_Daily\\_Intake](https://en.wikipedia.org/wiki/Reference_Daily_Intake)
- Wikipedia: tablet. (2015). from [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82\\_%CF%84%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82_%CF%84%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B1)
- Wikipedia: Thermal neutral zone. (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal\\_neutral\\_zone](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_neutral_zone)
- Wikipedia: Visual Basic. (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic](https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic)
- Wikipedia: Vitamin A. (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin\\_A](https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_A)
- Wikipedia: Vitamin C. (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin\\_C#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C#History)
- Wikipedia: Vitamin E. (2015). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin\\_E](https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_E)
- Wiswell, R. A., Hawkins, S. A., Jaque, S. V., Hyslop, D., Constantino, N., Tarpenning, K., . . . Schroeder, E. T. (2001). Relationship between physiological loss, performance decrement, and age in master athletes. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(10), M618-626.
- Wolbach, S. B., & Howe, P. R. (1925). Tissue Changes Following Deprivation of Fat-Soluble a Vitamin. *J Exp Med*, 42(6), 753-777.
- Zingg, M. A., Karner-Rezek, K., Rosemann, T., Knechtle, B., Lepers, R., & Rust, C. A. (2014). Will women outrun men in ultra-marathon road races from 50 km to 1,000 km? *Springerplus*, 3, 97. doi: 10.1186/2193-1801-3-97
- Zouhal, H., Groussard, C., Vincent, S., Jacob, C., Abderrahman, A. B., Delamarche, P., & Gratas-Delamarche, A. (2009). Athletic performance and weight changes during the "Marathon of Sands" in athletes well-trained in endurance. *Int J Sports Med*, 30(7), 516-521. doi: 10.1055/s-0029-1202350
- Zourbanos, N., Hatzigeorgiadis, A., Chroni, S., Theodorakis, Y., & Papaioannou, A. (2009). Automatic ST Questionnaire for Sports (ASTQS): Development and preliminary validation of a measure identifying the structure of athletes' self-talk. *The Sport Psychologist*, 23, 233-251.
- Ηρόδοτος. (5ος αιώνας π.Χ.). *Ιστορίαι*.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Έγκριση από την επιτροπή βιοηθικής



Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 23/4/2015  
Αριθμ. Πρωτ.: 997

Έγκριση της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Ψυχοσωματική καταπόνηση κατά τον υπερ-μαραθώνιο Marathon des Sables.

Επιστημονικός υπεύθυνος – επιβλέπων: Δρ. Ανδρέας Φλουρής

Κύριος/α ερευνητής/τρια - φοιτητής/τρια: Λεωνίδας Ιωάννου

Ίδρυμα & Τμήμα: Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού ΠΘ

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι:

Ερευνητικό πρόγραμμα Μεταπτυχιακή διατριβή **X** Διπλωματική εργασία Ανεξάρτητη έρευνα

Τηλ. επικοινωνίας: 6949963364

Email επικοινωνίας: leonidas.ioannou@hotmail.gr

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. 2-7/23-4-2015 συνεδρίασή της εγκρίνει τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της  
Εσωτερικής Επιτροπής  
Δεοντολογίας – ΤΕΦΑΑ

Τσιόκανος Αθανάσιος  
Αναπληρωτής Καθηγητής