ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑ – ΔΙΑΤΡΟΦΗ»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης νεαρών αθλητών Ξιφασκίας

Νίκος Ψύχας

ΑΘΗΝΑ 2016

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος εργασίας

Εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης νεαρών αθλητών Ξιφασκίας

Νίκος Ψύχας
ΑΜ: 4521314

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Λάμπρος Συντώσης (επιβλέπων)

Καθηγητής Διατροφής - Διαιτολογίας

Τζώρτζης Νομικός

Επίκουρος Καθηγητής Βιοχημείας

Ελισάβετ Φραγκοπούλου

Επίκουρη Καθηγήτρια Βιολογικής Χημείας Φυσικών Προϊόντων

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Διατροφή και Άσκηση» του τμήματος Επιστήμης Διαιτολόγιας και Διατροφής.

Αρχικά, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους από τους ανθρώπους που συνεργάστηκα μαζί τους και έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίηση της.

Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, καθηγητή κ. **Συντώση Λάμπρο** για την πολύτιμη καθοδήγησή του, την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε αλλά κυρίως για την υπομονή του.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον **κ. Αρναούτη Ιωάννη** για την καθοριστική του βοήθεια, ο οποίος στάθηκε σημαντικός αρωγός στην προσπάθεια μου και με υποστήριξε σε κάθε φάση της πορείας μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να απευθύνω στον **κ. Τσολάκη Χαρίλαο** ο οποίος με την μεγάλη ερευνητική του εμπειρία στο άθλημα της Ξιφασκίας βοήθησε στο σχεδιασμό, την υλοποίηση αλλά και την ερμήνευση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Τέλος, θερμές ευχαριστίες, σε όλους τους εθελοντές-αθλητές Ξιφασκίας που συμμετείχαν στην έρευνα αυτή αλλά και σε όσους με βοήθησαν στην υλοποίηση του ερευνητικού πρωτόκολλου.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 6

ABSTRACT 8

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 10

Νερό και ανθρώπινος οργανισμός 10

Υδατική ισορροπία 13
Δέρμα 13
Πνεύμονες 15
Γαστρεντερικό σύστημα 15
Νεφροί 16

Αφυδάτωση 18

Θερμορύθμιση και αθλητική απόδοση 22

Κατευθυντήριες οδηγίες πρόσληψης υγρών 24
Πριν την άσκηση 24
Κατά τη διάρκεια της άσκησης 25
Μετά την άσκηση 26

Αξιολόγηση επίπεδων υδάτωσης 27
Καρδιαγγειακή λειτουργία 27
Μεταβολή σωματικού βάρους πριν και μετά την άσκηση 27
Βιοηλεκτρική εμπέδηση 29
Ανάλυση αίματος 29
Αξιολόγηση των ούρων 30
Αξιολόγηση της σιέλου 31
Ραδιενεργά ισότοπα 31
Απεικονιστικές μέθοδοι 32

Μυϊκός ιστός 33
Φυσιολογία μυϊκής συστολής 33
Μέθοδοι αξιολόγησης μυϊκής ισχύος 35

Αναφορά στο άθλημα της ξιφασκίας 39

ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 41

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 42
Σχεδιασμός 42
Δείγμα 42
Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά 42
Αξιολόγηση επιπέδων υδάτωσης 43
Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος κάτω άκρων 43
Πειραματικό πρωτόκολλο 44
Στατιστική ανάλυση 45
Βιοηθική 45

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ **47**

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **52**
Περιορισμοί της έρευνας 59

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **59**

Παράρτημα 1: **65**

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΟΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ARMSTRONG **65**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ ΕΘΕΛΟΝΤΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ **66**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η Ξιφασκία είναι ένα άθλημα κλειστού χώρου το οποίο χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενες διαλειμματικές προσπάθειες υψηλής έντασης και μικρής διάρκειας καθώς και μεγαλύτερης διάρκειας αλλά χαμηλότερης έντασης κινήσεις των άνω και κάτω άκρων των αθλητών οι οποίοι επιδιώκουν να αγγίξουν με το ξίφος τον αντίπαλο σε συγκεκριμένα σημεία με ακρίβεια, ταχύτητα και εκρηκτικότητα. Οι ξιφομάχοι σε ένα τυπικό αγώνα, αναγκάζονται να ακολουθήσουν επαναλαμβανόμενα ακριβή αμυντικά και επιθετικά κινητικά πρότυπα που συχνά απαιτούν υψηλή μυϊκή δύναμη και ισχύ. Πρόσφατα έχει ερευνηθεί η σχέση της δύναμης και της ισχύος με τη λειτουργική απόδοση στη ξιφασκία, δείχνοντας ότι η ομόκεντρη εκρηκτική δύναμη και η γρήγορη εναλλαγή, διάτασης - σύσπασης των μυών των ποδιών, είναι σημαντικές παράμετροι στη μεγιστοποίηση των χαρακτηριστικών της λειτουργικής δύναμης των ποδιών σε κορυφαίους αθλητές ξιφασκίας. Τελευταία ερευνητικά δεδομένα σε αθλητές διαφόρων αθλημάτων υπογραμμίζουν τον σημαντικό ρόλο της ενυδάτωσης στην αθλητική απόδοση. Η φάση χωρίς υδάτωση φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά τις επιδόσεις των αθλητών. Ωστόσο δεν έχουν γίνει μελέτες σχετικές με την υδάτωση κατά βούληση ή φάση χωρίς υδάτωση και την ισχύ των κάτω άκρων.

ΣΚΟΠΟΣ: Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να μελετηθεί η επίδραση των επιπέδων υδάτωσης, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένου πρωτοκόλλου στο άθλημα της ξιφασκίας, στην ισχύ των κάτω άκρων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: 22 υγιείς αθλητές υψηλού επιπέδου και διαφορετικών εθνικοτήτων εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο με διαφορετικές όμως συνθήκες υδάτωσης (με ενυδάτωση κατά βούληση και χωρίς ενυδάτωση), κατά τη διάρκεια αθλητικού κάμπ προετοιμασίας σε θερινή περίοδο. Το επίπεδο υδάτωσης αξιολογήθηκε μέσω του χρώματος και του ειδικού βάρους των ούρων καθώς και με μέτρηση του βάρους. Η ισχύς των κάτω άκρων αξιολογήθηκε με βάση τα: άλμα από ημικάθισμα (Squat Jump - SJ), άλμα από αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση (Counter Movement Jump - CMJ) και άλμα βάθους (Drop Jump - DJ) επί του δαπέδου καταγραφής.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Κατά την φάση της ενυδάτωσης κατά βούληση και μετά από λήψη 1.57 ± 0.48 Lt ύδατος παρατηρήθηκε αύξηση βάρους 220 g (p = 0.015) ενώ κατά την φάση της αφυδάτωσης παρατηρήθηκε απώλεια βάρους 877 g (p = 0.001), αντίστοιχα. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς το χρώμα και το ειδικό βάρος των ούρων. Σημαντικά αποτελέσματα προκύψανε όταν συγκρίθηκαν οι διαφορές pre-post και στις δύο συνθήκες. Στη φάση ενυδάτωσης κατά βούληση καταγράφηκε βελτίωση της αλτικής ικανότητας (DJ: +30%, CMJ: +11.5%, CMJP: +5.1%), ενώ στη φάση της αφυδάτωσης μείωση (DJ: -2.4 p= 0.005, CMJ: -5.2%, p= 0.01 CMJP: -2.2%, p= 0.0015 αντίστοιχα). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν επίσης όσον αφορά τις διαφορές pre-post μεταξύ των συνθηκών για το CMJ, DJ, DJpower αναδεικνύοντας τη σπουδαιότητα της συνθήκης ενυδάτωσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η υδάτωση κατά βούληση βοηθάει την απόδοση ενώ η φάση χωρίς υδάτωση δεν την επηρεάζει αφού δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ταυτόχρονα οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών ενισχύουν τον ρόλο της ενυδάτωσης. Είναι επομένως σημαντική η συνεχής ενημέρωση και εκπαίδευση των αθλητών όσον αφορά στη σημασία της ενυδάτωσης.

Λέξεις κλειδιά: κατάσταση υδάτωσης, μυϊκή ισχύς, ξιφασκία, αθλητές

ABSTRACT

INTRODUCTION: Fencing is an indoor sport with the aim to touch the opponent with the blade or tip of the sword before he touches you. It is played by both men and women of all ages and there are divisions according to age and weapon. It is characterized by frequent, short bouts of high intensity and short intermissions of low intensity and rehabilitation. Fencers in a typical competition have to follow repetitive, precise, defensive and offensive patterns which frequently require high muscular endurance and strength. The importance of strength and power and their possible correlation with functional efficiency in fencing has been recently studied. It has been shown that concentric explosive power and rapid alternations of stretching and shortening of leg muscles is of prime importance for maximizing functional power in high level fencers. Recent studies highlight the important role of hydration status on athletic performance whereas dehydration seems to negatively impact it. However, there are no studies regarding hydration or dehydration and lower limb strength in fencing.

PURPOSE: To determine to which degree voluntary hydration or dehydration during a certain protocol affects lower limb strength in fencing.

METHODOLOGY: The study included twenty-two (n=22) healthy high level male athletes of varying ethnicities (age) who followed the same protocol under different conditions (with hydration at will and voluntary dehydration) during the course of a preparatory summer fencing camp. The hydration status was assessed using weight measurements, a urine color chart and urine specific gravity (USG). The lower limb strength was assessed by measuring 3 different jumps such us SJ, CMJ and DJ with the use of an ergojump floor

RESULTS: During the voluntary hydration phase and after the intake of 1.57± 0.48 lt water, a 220 gr (p= 0.015) weight gain was observed. On the contrary, during the dehydration phase a 877 gr weight loss (p=0.001) was reported. There were no differences between the color of the urine and the USG. When pre-workout and post-workout differences for both states were compared, an increase in jumping performance during the hydrated status was observed (DJ: +30%, CMJ: +11.5%,

CMJP: +5.1%), while there was a decrease during the dehydrated state (DJ: -2.4%, CMJ: -5.2%, CMJP: -2.2%, p= 0.005, p= 0.01 and p= 0.0015 respectively).

CONCLUSIONS: The results of the current study indicate that hydration affects jumping ability positively although dehydration doesn't affect it at all. Therefore the significant differences between the conditions, strengthen the role of hydration. Consequently the continuous education of athletes on hydration is of paramount importance.

Key words: hydration status, muscle power, fencing, athletes

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Νερό και ανθρώπινος οργανισμός

Το νερό είναι η σημαντικότερη χημική ένωση αφού αποτελεί τη βάση ύπαρξης όλων των έμβιων όντων, ζωικών και φυτικών, στον πλανήτη μας. Το 97,2% βρίσκεται στις θάλασσες και τους ωκεανούς και είναι αλμυρό. Ένα ποσοστό μόλις 2% βρίσκεται υπό τη μορφή πάγου στον Βόρειο και Νότιο πόλο καθώς και στους παγετώνες των βουνών και συμβάλει στη θερμορυθμιστική ικανότητα του πλανήτη. Το υπόλοιπο 0,6% βρίσκεται σε λίμνες, ποτάμια και τον υδροφόρο ορίζοντα και είναι γλυκό κι ως εκ τούτου και πόσιμο (Robert, 2001).

Το νερό είναι άγευστο, άοσμο και άχρωμο και διατηρεί πολλές φυσικοχημικές ιδιότητες. Αυτές οι ιδιότητες είναι εκείνες που το καθιστούν μοναδικό για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας, καθώς όλες οι βιοχημικές δραστηριότητες των ζώντων οργανισμών πραγματοποιούνται σε υδάτινο περιβάλλον (Gyuton AC, 2006).

Χωρίς την πρόσληψη νερού και ειδικά σε θερμό περιβάλλον, ο άνθρωπος μπορεί να ζήσει μόνο 3 – 4 ημέρες. Αντίθετα χωρίς την πρόσληψη τροφής, αλλά πλήρως ενυδατωμένος, μπορεί να ζήσει 45-60 ημέρες (Kavouras, 2002). Αν και το νερό δεν περιέχει θρεπτικά συστατικά η σημασία του είναι εξαιρετική και αυτό γιατί η ελλιπής ύπαρξή του στο ανθρώπινο σώμα δυσχεραίνει την πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων. Η περιεκτικότητα του νερού στο ανθρώπινο σώμα διαφέρει και εξαρτάται από τη σχέση λιπώδους και άλιπης μάζας. Όσο μεγαλύτερη η λιπώδης μάζα τόσο μικρότερο και το ποσοστό νερού που περιέχει το σώμα και αντίστροφα. Έτσι ένας υγιής ενήλικας μπορεί να έχει ποσοστό νερού που κυμαίνεται στο 50%-70% του βάρους του (Sawka et al., 2005), ενώ ένας ηλικιωμένος άνθρωπος έχει περίπου 55% (Popkin et al., 2010). Το ποσοστό νερού σε γυναίκες και ηλικιωμένους είναι μικρότερο γιατί έχουν μεγαλύτερο ποσοστό λίπους και μικρότερο ποσοστό μυϊκής μάζας (Fomon and Nelson, 2002), σε αντίθεση με τους αθλητές, που λόγω μεγαλύτερης άλιπης μάζας έχουν και μεγαλύτερο ποσοστό νερού (Millard-Stafford et al., 2012). Το μεγαλύτερο ποσοστό νερού σε αθλητές οφείλεται στην μεγαλύτερη ποσότητα γλυκογόνου που είναι αποθηκευμένο στις μυϊκές ίνες, καθώς συγκρατεί

νερό. Στα νεογέννητα το 75% του συνολικού τους βάρους είναι νερό (Fomon and Nelson, 2002).

Όπως προαναφέρθηκε η ύπαρξη νερού στον άνθρωπο είναι απαραίτητη για πολλούς λόγους. Κάποιες από τις σημαντικότερες λειτουργίες είναι οι παρακάτω:

α) Το κυτταρόπλασμα αποτελείται κυρίως από νερό.

β) Ασκεί θερμορυθμιστική δράση μέσω του ιδρώτα και της εξάτμισης αυτού, αποβάλλοντας έτσι την περίσσεια θερμότητα.

γ) Υγραίνει τους βλεννογόνους των αεροφόρων οδών και τον επιπεφυκότα των οφθαλμών.

δ) Είναι το βασικό συστατικό του αίματος (πλάσμα) και μεταφέρει τροφή, οξυγόνο καθώς και άλλα χημικά μόρια στα κύτταρα.

ε) Απομακρύνει τα μεταβολικά υποπροϊόντα των κυττάρων προς τις απεκκριτικές οδούς, όπως πνεύμονες, νεφρούς και δέρμα.

ζ) Λιπαίνει τις αρθρώσεις ώστε να διατηρούν τη λειτουργικότητά τους. Έλλειψη νερού, οδηγεί σε πρόωρη εκφύλιση αυτών.

η) Ελέγχει την ωσμωτική πίεση και την ηλεκτρολυτική ισορροπία στο σώμα.

θ) Είναι απαραίτητο συστατικό σε ερασιτέχνες και επαγγελματίες αθλητές, ώστε να διατηρείται η υδατική ισορροπία και να βελτιώνονται οι αποδόσεις τους.

ι) Προφυλάσσει όργανα ζωτικής σημασίας για τον άνθρωπο, όπως ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός (Popkin et al., 2010).

Το νερό που βρίσκεται στο ανθρώπινο σώμα διακρίνεται σε ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο, δηλαδή αυτό που βρίσκεται εντός των κυττάρων και αυτό που βρίσκεται εκτός. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο διαμερίσματα υπάρχει η δυνατότητα ανταλλαγής ύδατος, ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Από το σύνολο του νερού που υπάρχει στον οργανισμό περίπου τα 2/3 αποτελούν το ενδοκυττάριο νερό, ενώ το 1/3 το εξωκυττάριο. Το εξωκυττάριο με τη σειρά του μπορεί επιπλέον να

διακριθεί σε πλάσμα και διάμεσο υγρό. Έτσι για παράδειγμα ένας άνδρας με σωματικό βάρος 70 kg, το νερό του σώματός του είναι περίπου 42 Lt (Fomon and Nelson, 2002). Από αυτά τα 28 Lt είναι ενδοκυττάρια και τα 14 Lt εξωκυττάρια, εκ των οποίων τα 10,5 Lt ανήκουν στο διάμεσο υγρό και τα 3,5 Lt στο πλάσμα.

Υδατική ισορροπία

Η συνολική πρόσληψη νερού συνίσταται από το πόσιμο νερό και τα αφεψήματα καθώς το νερό που παράγεται από την οξείδωση των τροφών και τη διάσπαση των σωματικών ιστών (μεταβολικό νερό) (Grandjean, 2004). Αν και υπάρχουν ενδείξεις ότι διάφορες παθολογικές καταστάσεις δεν επηρεάζονται θετικά από την ανεπαρκή πρόσληψη υγρών, υπάρχουν μόνο συστάσεις επαρκούς πρόσληψης, που ορίζονται στα 2,7 – 3,7 Lt νερού για γυναίκες και άνδρες ηλικίας 19-30 ετών αντίστοιχα (MEDICINE, 2004). Η υδατική ισορροπία στον οργανισμό ρυθμίζεται από τη διαφορά της ημερήσιας πρόσληψης μείον τις ημερήσιες απώλειες νερού και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η σωματική δραστηριότητα, η ηλικία, το φύλο και η θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, οι απαιτήσεις των ανθρώπων για νερό διαφοροποιούνται. Για κάθε θερμίδα που προσλαμβάνεται μέσω της διατροφής, απαιτείται περίπου 1 ml νερού για να υπάρξει ισορροπία ύδατος (Jequier and Constant, 2010). Η πλειονότητα του νερού που προσλαμβάνεται καθημερινά γίνεται δια του στόματος και προκύπτει από την κατανάλωση υγρών και τροφών. Επίσης, ένα ποσοστό νερού μπορεί να παραχθεί στον οργανισμό, ως υποπροϊόν μεταβολικών διεργασιών. Για να υπάρξει υδατική ισορροπία στον οργανισμό, θα πρέπει να εξισορροπούνται οι απώλειες υγρών με την πρόσληψη νερού. Οι απώλειες πραγματοποιούνται μέσω τεσσάρων οδών και επηρεάζονται ιδιαίτερα από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και από το επίπεδο φυσικής κατάστασης. Οι τέσσερις αυτές οδοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ως προς το μερίδιο αποβολής ύδατος, και επηρεάζονται από καταστάσεις υπερυδάτωσης και αφυδάτωσης. Συγκεκριμένα, οι τέσσερις οδοί αποβολής ύδατος από το σώμα είναι το **δέρμα**, οι **πνεύμονες**, το **γαστρεντερικό σύστημα** και το **ουροποιητικό σύστημα**. Επίσης, οι γυναίκες παρουσιάζουν μικρή απώλεια υγρών υπό τη μορφή αίματος κατά τη διάρκεια της εμμήνου ρήσεως.

Δέρμα

Το δέρμα αποτελεί το μεγαλύτερο όργανο του σώματος και βασικός σκοπός του μεταξύ άλλων είναι η μόνωση του οργανισμού από το εξωτερικό περιβάλλον. Μια από τις άλλες λειτουργίες του είναι η απέκκριση νερού, η οποία επιτυγχάνεται με δυο τρόπους. Ο πρώτος είναι η άδηλη διάχυση και ο δεύτερος είναι η αποβολή ιδρώτα

μέσω των ιδρωτοποιών αδένων με σκοπό την αποβολή περίσσειας θερμότητας και ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος (Wenger, 1972).

Υπό συνθήκες θερμικού stress τόσο η αγγειοδιαστολή στα περιφερικά αγγεία, όσο και η έκκριση και εξάτμιση του ιδρώτα συντελούν στην αποβολή περίσσειας θερμότητας και συμβάλουν στην θερμική ισορροπία του οργανισμού. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, η πλεονάζουσα ποσότητα θερμότητας που παράγεται, λόγω αυξημένου μεταβολικού ρυθμού, μεταφέρεται μέσω του ιδρώτα στην επιφάνεια του δέρματος και στη συνέχεια εξατμίζεται, έτσι ώστε να παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του πυρήνα στα πλαίσια της ομοιόστασης. Έχει υπολογιστεί ότι για κάθε λίτρο ιδρώτα που εξατμίζεται αποβάλλονται περίπου 580 kcal θερμότητας. Ο ιδρώτας αποτελεί υπότονο υγρό και, εκτός από νερό που κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό, περιέχει και ανόργανα στοιχεία, όπως κάλιο, νάτριο, χλώριο και μαγνήσιο. Σε συνθήκες ηρεμίας και σε θερμικά αδιάφορο περιβάλλον οι απώλειες αντιστοιχούν περίπου στα 500 ml καθημερινά (Murray, 1996). Αν εξαιρέσουμε τους δύο προαναφερθέντες παράγοντες απώλειας νερού, η παραγωγή ιδρώτα εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως:

α) Θερμοκρασία περιβάλλοντος.

β) Υγρασία περιβάλλοντος.

γ) Έκθεση στον ήλιο.

δ) Ρουχισμός.

ε) Κίνηση αερίων μαζών.

ζ) Θερμικός εγκλιματισμός του αθλητή.

η) Επίπεδο φυσικής κατάστασης αθλητή.

Αξιοσημείωτο είναι πως η απώλεια ιδρώτα σε θερμό κλίμα προπονημένων και καλά προετοιμασμένων αθλητών μπορούν να φτάσουν τα 1500 ml με 2000 ml ημερησίως, ενώ σε μη καλά προπονημένους και ελλιπώς εγκλιματισμένους αθλητές στο κλίμα

της περιοχής, μπορεί να φτάσει ακόμη και τα 5000 ml ημερησίως (Wilk et al., 2007, Wilk et al., 2013).

Πνεύμονες

Οι πνεύμονες είναι άλλο ένα όργανο το οποίο αποβάλλει νερό. Οι απώλειες αυτές καλούνται άδηλες ή ανεπαίσθητες επειδή είναι πολύ μικρές και δεν μπορεί να τις αντιληφθεί το άτομο ενώ δεν ξεπερνούν τα 250 ml-350 ml ημερησίως υπό ήπιες, φυσιολογικές περιβαλλοντικές συνθήκες και με το άτομο να ασκεί φυσιολογική σωματική δραστηριότητα. Η απώλεια νερού πραγματοποιείται στις ανώτερες αεροφόρους οδούς (ρινικός βλεννογόνος, ρινοφάρυγγας, στοματοφάρυγγας και λαρυγγοφάρυγγας) και αυξάνεται σε καταστάσεις εμπύρετες, κατά τη διάρκεια της άσκησης, σε κατάσταση ταχύπνοιας και σε χαμηλή σχετική περιβαλλοντική εργασία (Gyuton AC, 2006). Ένας άνθρωπος με έντονη φυσική δραστηριότητα μπορεί να αυξήσει αυτές τις υδατικές απώλειες, λόγο του υπεραερισμού που προκαλείται από την έντονη άσκηση και οι απώλειες να φτάσουν τα 500 ml-600 ml ημερησίως (Maughan, 1991). Ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να αυξήσει τις απώλειες ύδατος από τους πνεύμονες είναι το υψόμετρο, το οποίο λόγω διαφοράς ατμοσφαιρικής πίεσης μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια περίπου 200 ml ημερησίως. Επίσης τόσο η υγρασία, όσο και η θερμοκρασία μπορούν να επηρεάσουν την απώλεια ύδατος. Έτσι συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας οδηγούν σε περαιτέρω απώλεια νερού μέσω των πνευμόνων (Jequier and Constant, 2010).

Γαστρεντερικό σύστημα

Το γαστρεντερικό σύστημα ευθύνεται σε μεγάλο ποσοστό για την ισορροπία ύδατος στο σώμα. Στο λεπτό έντερο πραγματοποιείται η μεγαλύτερη απορρόφηση νερού, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα από το παχύ έντερο. Περίπου 100 ml νερού αποβάλλονται μέσω των κοπράνων υπό φυσιολογικές συνθήκες (Gyuton AC, 2006). Υπάρχουν, όμως, περιπτώσεις παθολογικών καταστάσεων που η απώλεια ύδατος μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα μπορεί να αυξηθεί δραματικά, θέτοντας σε κίνδυνο τη ζωή του ανθρώπου. Μεγάλες ποσότητες ύδατος μπορούν να αποβληθούν μέσω του εμετού και της διάρροιας, οι οποίες αν δεν αναπληρωθούν οδηγούν σε αφυδάτωση και διαταραχή της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας. Επίσης η αιμορραγία του γαστρεντερικού σωλήνα οδηγεί σε απώλεια ύδατος, η οποία μπορεί να πραγματοποιείται αργά και

συνεχώς για μεγάλο χρονικό διάστημα, μπορεί όμως να εμφανιστεί και υπό τη μορφή αιφνίδιας κατακλυσμιαίας αιμορραγίας, με αμεσότερες συνέπειες στον πάσχοντα (Wilk et al., 2007).

Νεφροί

Οι νεφροί είναι το κύριο όργανο που ελέγχει την υδατική και ηλεκτρολυτική ισορροπία του σώματος σε φυσιολογικές συνθήκες. Ελέγχουν και ρυθμίζουν τον όγκο των εξωκυττάριων υγρών, καθώς και της σύστασης αυτών, μέσω ορμονικών και νευροδιαβιβαστικών μηνυμάτων. Το 23% της καρδιακής παροχής περνάει από τους νεφρούς. Το αίμα φτάνει στους νεφρούς και περνά μέσα από τα αρτηριόλια και τα νεφρικά σπειράματα, όπου και πραγματοποιείται η διήθηση του αίματος και η αποβολή της πλεονάζουσας ποσότητας νερού. Αν και καθημερινά οι νεφροί μπορούν να φιλτράρουν περισσότερα από 150 Lt αίματος, τελικά το ποσοστό που αποβάλλεται μέσω των ούρων είναι μικρότερο από 1% και αντιστοιχεί σε ποσότητα 1-2 Lt. Σε παθολογικές καταστάσεις όμως όπως η ψυχογενής πολυδιψία, κατάσταση κατά την οποία ο ασθενής καταναλώνει υπέρμετρες ποσότητες νερού, τα ούρα που μπορούν να παραχθούν αγγίζουν ακόμα και τα 20 Lt. Αντίθετα σε περιπτώσεις που οι νεφροί υπολειτουργούν, μπορεί να παρατηρηθεί ανουρία, δηλαδή παραγόμενος όγκος ούρων μικρότερος από 500 ml. Τα 500 ml είναι η ελάχιστη ποσότητα ούρων που παράγεται, ώστε να μπορέσουν να αποβληθούν μεταβολικά υποπροϊόντα όπως ουρία και κρεατινίνη. Σε περίπτωση ανουρίας τα υποπροϊόντα αυξάνονται σε βαθμό επικίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου (Gyuton AC, 2006).

Το νερό που αποβάλλεται από τους νεφρούς ελέγχεται από το σύστημα ρενίνης - αγγειοτενσίνης και από την αντιδιουρητική ορμόνη (ADH) ή βασοπρεσίνη. Η αντιδιουρητική ορμόνη παράγεται στον υποθάλαμο από εξειδικευμένους νευρώνες και αποθηκεύεται σε κυστίδια στον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης, από όπου τελικά και απελευθερώνεται στην κυκλοφορία του αίματος. Η αύξηση της οσμωτικότητας του αίματος ανιχνεύεται από τους υποθαλαμικούς νευρώνες μέσω οσμωαισθητήρων και τασεοαισθητήρων με αποτέλεσμα την έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης, η οποία με τη σειρά της δρα απευθείας στους νεφρούς και προκαλεί την επαναρρόφηση νερού από τα αθροιστικά σωληνάρια. Επίσης και η μεταβολή της αρτηριακής πίεσης ρυθμίζει την έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης. Λόγω της επαναρρόφησης νερού

από το πρόουρο, ο παραγόμενος όγκος ούρου είναι μικρότερος και πυκνότερος, ενώ τελικός στόχος της βασοπρεσίνης είναι η εξισορρόπηση των εξωκυττάριων υγρών και γενικότερα η συγκράτηση νερού στο σώμα. Οι οσμωαισθητήρες έχουν τον βασικό λόγο σε φυσιολογικές καταστάσεις σε σχέση με το τασεοαισθητηριακό αντανακλαστικό της βασοπρεσίνης, το οποίο έχει υψηλό ουδό διέγερσης και για να ενεργοποιηθεί πρέπει να πέσει αρκετά η αρτηριακή πίεση (Kobori et al., 2007).

Το νερό που αποβάλλεται από τους νεφρούς είναι διαφορετικό στους ανθρώπους και σχετίζεται με τη διαφορά μεταξύ πρόσληψης και απώλειας, την ποσότητα άλατος που περιέχουν και τα διάφορα μακροκυτταρικά συστατικά. Επίσης επηρεάζεται από την ηλικία, το φύλο, τα επίπεδα ενυδάτωσης, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και τις συνθήκες περιβάλλοντος (Grandjean, 2004). Για παράδειγμα η δυνατότητα παραγωγής ούρων σε ηλικιωμένους είναι μικρότερη από αυτή των νέων. Η μέγιστη οσμωτικότητα των ούρων των νέων, με μέσο όρο ηλικία τα 24 έτη είναι στα 1089 mOsm/kg, σε αντίθεση με ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες, με μέσο όρο ηλικίας τα 79 έτη, όπου η μέγιστη οσμωτικότητα ούρων που παρατηρείται είναι τα 808 mOsmol/kg και 843 mOsmol/kg ανά ημέρα αντίστοιχα. Αυτό δείχνει ότι η ελάχιστη αποβολή ούρων των ηλικιωμένων είναι μεγαλύτερη και φτάνει τα 700 ml και 1086 ml ανά ημέρα αντίστοιχα, σε σχέση με αυτή των νέων που αγγίζει 392 ml ανά ημέρα (Manz et al., 2012).

Τόσο η οσμωτικότητα, όσο και ο όγκος πλάσματος είναι οι δύο παράγοντες που ελέγχουν την ισορροπία ύδατος στον άνθρωπο. Ο μηχανισμός που σηματοδοτεί την αναπλήρωση υγρών είναι ο μηχανισμός της δίψας, ο οποίος ενεργοποιείται όταν προκύψει αύξηση της οσμωτικότητας του πλάσματος ή μείωση του όγκου αίματος. Αύξηση της οσμωτικότητας σε ποσοστό μόλις 2-3% διεγείρει το μηχανισμό της δίψας σε αντίθεση με τον όγκο πλάσματος, που θα πρέπει να μειωθεί σε ποσοστό περίπου 10%, ώστε να ενεργοποιηθεί ο ίδιος μηχανισμός. Αυτό οφείλεται στο ότι ο δεύτερος μηχανισμός είναι λιγότερο ευαίσθητος από τον πρώτο (Grandjean, 2004).

Αφυδάτωση

Ως αφυδάτωση ορίζεται η μείωση των επιπέδων ύδατος στο σώμα η οποία διαταράσσει την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού και είναι μία από τις βασικές αιτίες κόπωσης και αδυναμίας αθλητών. Αυτό είναι αποτέλεσμα της μείωσης του όγκου αίματος, του όγκου παλμού και ως εκ τούτου της αδυναμίας της καρδιάς να πετύχει μέγιστη παροχή αίματος και περιφερικής κυκλοφορίας. Ταυτόχρονα μειώνεται και η δυνατότητα του οργανισμού για θερμορύθμιση (Thomas et al., 2008). Η κόπωση που προκύπτει είναι παράγοντας μείωσης της αθλητικής απόδοσης τόσο σε αθλήματα αντοχής, όσο και σε αθλήματα υψηλής έντασης. Οι διαταραχές της απόδοσης εμφανίζονται ακόμα κι όταν μειωθεί το νερό του σώματος μόλις κατά 2% ενώ αν η απώλεια νερού φτάσει το 5% τότε η μείωση στην απόδοση έργου μπορεί να φτάσει το 30% (American College of Sports et al., 2007). Επειδή η καρδιακή παροχή ορίζεται ως το γινόμενο του όγκου παλμού επί την καρδιακή συχνότητα, είναι προφανές πως αν μειωθεί ο όγκος παλμού, θα πρέπει να αυξηθεί η καρδιακή συχνότητα ώστε να διατηρηθεί σταθερή η καρδιακή παροχή, κάτι το οποίο όμως δεν επιτυγχάνεται πάντα και εξαρτάται από τα επίπεδα αφυδάτωσης. Για να εξοικονομήσει νερό ο οργανισμός μειώνει την παραγωγή ιδρώτα και στη συνέχεια τη διακόπτει με αποτέλεσμα την αύξηση κατά πολύ της θερμοκρασία του σώματος, και την εμφάνιση μυϊκών κραμπών, δυσφορίας, εξάντλησης και ακόμα και θερμοπληξίας (Murray, 1996). Όλες αυτές οι καταστάσεις κλιμακωτά μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια αισθήσεων, ακόμα και σε θάνατο.

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί δείχνουν ότι αθλητές διαφόρων αθλημάτων και νέων ηλικιών είναι αφυδατωμένοι με αποτέλεσμα τη μείωση στην απόδοσή τους (Thornton, 2010). Όπως προαναφέρθηκε, κατά τη διάρκεια της άσκησης η αφυδάτωση αυξάνει την θερμοκρασία του πυρήνα του ασκούμενου. Μελέτες επίσης έχουν δείξει ότι για κάθε 1% του σωματικού βάρους που χάνεται μέσω της εφίδρωσης, αντιστοιχεί μια αύξηση στη θερμοκρασία πυρήνα κατά 0.15-0.20^{o}C. Αυτό σημαίνει πως οι λειτουργίες των κυττάρων διαταράσσονται και μεταβάλλεται το πλαίσιο άριστης λειτουργικότητας αυτών. Η αύξηση της καρδιακής συχνότητας έχει ως σκοπό να αντιρροπήσει τη μείωση του όγκου αίματος και να διατηρήσει σταθερή την αρτηριακή πίεση. Όμως σε προχωρημένο στάδιο αφυδάτωσης οι μηχανισμοί διατήρησης της ομοιόστασης είναι ανεπαρκείς. Ταυτόχρονα παρατηρείται

ότι η αφυδάτωση αυξάνει τα επίπεδα άγχους, αυξάνει το αίσθημα αντιλαμβανόμενης κόπωσης, μειώνει τα κίνητρα για άσκηση και μειώνει τις πνευματικές λειτουργίες. Ειδικά όταν πραγματοποιείται σε θερμό περιβάλλον μειώνεται η απόδοση σε σχέση αντιστρόφως ανάλογη. Δηλαδή όσο υψηλότερη η θερμοκρασία, τόσο μειώνεται η απόδοση. Αν τα επίπεδα απώλειας υγρών φτάσουν το 4% του σωματικού βάρους, εκτός από τη μείωση της απόδοσης παρατηρείται και αδυναμία συγκέντρωσης, υπνηλία και πονοκέφαλος. Αν δε τα επίπεδα απώλειας ξεπεράσουν το 8% του σωματικού βάρους, τότε μπορεί να προκληθεί και θάνατος από υποογκαιμικό σοκ (Meyer et al., Cheuvront and Kenefick, 2014).

Οι Da Silva και συνεργάτες το 2012 (Da Silva et al., 2012) διερεύνησαν τα επίπεδα ενυδάτωσης Βραζιλιάνων νέων ποδοσφαιριστών πριν από την έναρξη του αγώνα, καθώς και την ισορροπία υγρών κατά τη διάρκεια του αγώνα. Το συμπέρασμα ήταν πως το 90% των ποδοσφαιριστών ξεκίνησαν τον αγώνα αφυδατωμένοι. Οι απώλειές τους σε υγρά κατά τη διάρκεια του αγώνα ήταν κατά μέσο όρο 2.24 ± 0.63 Lt, ενώ η πρόσληψη υγρών δεν ξεπέρασε τα 1.12 ± 0.63 Lt κατά τη διάρκεια του αγώνα. Μετά από ενημέρωση των ποδοσφαιριστών για τη σημασία της ενυδάτωσης πριν, αλλά και κατά τη διάρκεια του αγώνα, τα παιδιά κατάφεραν να βελτιώσουν τους χρόνους τους σε ένα τεστ αντοχής, όμως πάραυτα το 60% των παιδιών συνέχισε να παραμένει αφυδατωμένο.

Οι Arnaoutis και συνεργάτες το 2013 (Arnaoutis et al., 2013) εξέτασαν τα επίπεδα ενυδάτωσης ποδοσφαιριστών πριν και μετά την προπόνηση, στα πλαίσια ενός θερινού camp. Το δείγμα περιελάβανε 107 αθλητές. Μέτρησαν το ειδικό βάρος των ούρων (Urine Specific Gravity - USG) και βρήκαν ότι οι 95 από το σύνολο των αθλητών ήταν αφυδατωμένοι. Στη συνέχεια στους 72 αθλητές μετρήθηκε το βάρος τους πριν από την προπόνηση, καθώς και το ειδικό βάρος ούρων, όπως και το χρώμα τους μετά το τέλος της προπόνησης. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης οι αθλητές είχαν απεριόριστη πρόσβαση σε υγρά. Πάραυτα τόσο σε εκείνη, όσο και στις επόμενες προπονήσεις τα επίπεδα αφυδάτωσης παρέμειναν υψηλά και παρέμειναν σχεδόν τα ίδια με εκείνα που μετρήθηκαν την ημέρα βάσης (baseline). Αυτό καταδεικνύει ότι οι προπονούμενοι αθλητές χρειάζονται συνεχή ενημέρωση από ειδικούς για τη σημασία των επαρκών επιπέδων υδάτωσης σε σχέση πάντα με την καλύτερη αθλητική απόδοση.

Οι Arnaoutis και συνεργάτες (Arnaoutis et al., 2015) δημοσίευσαν μια άλλη μελέτη σχετικά με τα επίπεδα ενυδάτωσης μικρής ηλικίας αθλητών σε διαφορετικά αθλήματα κατά τη διάρκεια μιας ημέρας προπόνησης. Οι αθλητές επίσης είχαν απεριόριστη πρόσβαση σε υγρά κατά τη διάρκεια όλης της προπονητικής ημέρας. Από τους 59 αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα το 89% ήταν αφυδατωμένο σύμφωνα με το πρωινό δείγμα ούρων (USG>1.020). Μέτρηση που πραγματοποιήθηκε ακριβώς πριν από την προπόνηση έδειξε επίσης αφυδατωμένο το 76,3% του πληθυσμού, ποσοστό το οποίο παρέμεινε υψηλό και στη μέτρηση που έγινε μετά το τέλος της προπόνησης (74,5%). Τελικά οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι παρά την ελεύθερη πρόσβαση των αθλητών σε υγρά, καθ' όλη την προπονητική ημέρα, η πλειονότητα του δείγματος παρέμεινε αφυδατωμένη.

Αμφίθυμα αποτελέσματα έχουν προκύψει από την επίδραση της αφυδάτωσης στην αναερόβια άσκηση. Συγκεκριμένα, υπάρχουν μελέτες που έχουν αναδείξει σημαντική μείωση της απόδοσης (Baker et al., 2007, Kraft et al., 2010) και άλλες που δεν έχουν παρατηρήσει κάποια επίδραση (Evetovich et al., 2002, Montain et al., 1998) αλλά ακόμα και δεδομένα όπου έχει παρατηρηθεί ελαφριά αύξηση της απόδοσης (Ahlman K, 1961) μετά από αφυδάτωση. Ο Kraft αναφέρει ότι τα ανάμικτα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στο διαφορετικό επίπεδο αφυδάτωσης, στις διάφορες τεχνικές μείωσης της σωματικής μάζας και στη μεγάλη ποικιλία δοκιμαστικών ελέγχων προπόνησης όπως sprints, κάθετα άλματα, άσκηση με αντιστάσεις (Kraft et al., 2010). Συνήθως, τα αποτελέσματα επηρεάζονται, επίσης, και από τη μεθοδολογία της προπόνησης. Για παράδειγμα, μια συνεδρία αναερόβιας άσκησης μετά από αφυδάτωση έχει συνήθως μικρή αρνητική επίδραση στην απόδοση (Hoffman et al., 1995, I, 1980). Ωστόσο, όταν εφαρμόζεται αφυδάτωση σε επαναλαμβανόμενες διαλειμματικές αναερόβιες ασκήσεις όπως καλαθοσφαίριση, επαναλαμβανόμενα sprints, παρατηρείται σημαντική μείωση της απόδοσης (Baker et al., 2007, Maxwell et al., 1999).

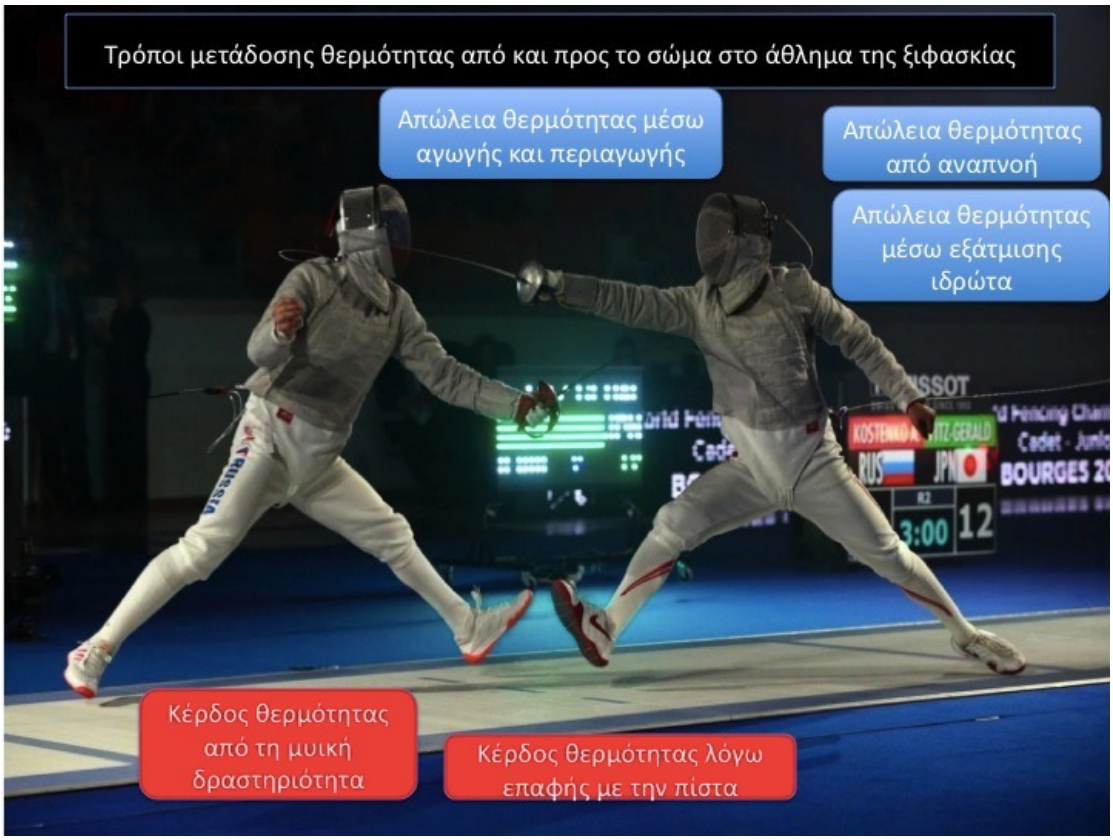
Μελέτες έχουν αναδείξει το φαινόμενο της ακούσιας αφυδάτωσης, που σημαίνει ότι οι αθλητές όταν ξεκινούν τον αγώνα είναι ήδη αφυδατωμένοι, με αποτέλεσμα να μειώνονται κατά πολύ οι πιθανότητες για να ενυδατωθούν κατά τη διάρκεια του αγώνα. Η καθυστέρηση ενυδάτωσης, ακόμα κι όταν υπάρχουν άφθονα υγρών προς πόση, είναι φαινόμενο που παρατηρείται σε αθλητικούς χώρους είτε μιλάμε για

ενήλικες είτε για παιδιά. Είναι φαινόμενο που παρατηρείται ακόμα και αθλητές υψηλού επιπέδου, παρόλο που πλαισιώνονται από επιστημονικές ομάδες (Arnaoutis et al., 2013).

Θερμορύθμιση και αθλητική απόδοση

Η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες στο εσωτερικό του σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες καλείται ομοιόσταση. Κάθε παράγοντας που μεταβάλει την ισορροπία κινητοποιεί μηχανισμούς ώστε να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Η θερμοκρασία που απαιτεί ο οργανισμός του ανθρώπου, ώστε να πραγματοποιούνται εύρυθμα οι φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες, είναι περίπου 37°C. Οι ομοιοστατικοί μηχανισμοί που ευθύνονται για τη διατήρηση αυτής της θερμοκρασίας αποτελούν τη θερμορύθμιση (Gyuton AC, 2006). Έτσι ο μηχανισμός της θερμορύθμισης είναι εκείνος που αντιδρά τόσο σε εξωγενείς, όσο και σε ενδογενείς παράγοντες που τείνουν να την μεταβάλλουν. Για παράδειγμα όταν το περιβάλλον έχει χαμηλές θερμοκρασίες ο μηχανισμός της θερμορύθμισης ευθύνεται για την ενδογενή παραγωγή θερμότητας, ώστε να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σώματος σε σταθερά επίπεδα, ενώ αντίθετα αν το περιβάλλον είναι θερμό, ο μηχανισμός φροντίζει να αποβάλλει την περίσσεια θερμότητα ώστε να μην υπερθερμανθεί. Στην τελευταία περίπτωση, η αποβολή θερμότητας πραγματοποιείται με την αγωγή, την περιαγωγή, την εξάτμιση μέσω του ιδρώτα και την ακτινοβολία (Wenger, 1972).

Κατά τη διάρκεια της άσκησης ο σημαντικότερος μηχανισμός αποβολής της θερμότητας είναι η εξάτμιση του ιδρώτα. Όσο υψηλότερη είναι η ένταση της άσκησης, τόσο αυξάνεται η θερμοκρασία σώματος και τόσο μεγαλύτερη είναι και η παραγωγή ιδρώτα, αν και αυτό διαφέρει ανάμεσα στα άτομα. Αν δε η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλότερη από την εσωτερική, τότε ο μόνος μηχανισμός αποβολής θερμότητας είναι η εξάτμιση του ιδρώτα. Ιδιαίτερη σημασία έχει και η υγρασία του περιβάλλοντος, επειδή όσο υψηλότερη είναι, τόσο πιο δύσκολη είναι η αποβολή μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα, σε αντίθεση με τις ξηρές συνθήκες όπου η εξάτμιση πραγματοποιείται εύκολα (Nadel et al., 1980).



Εικόνα 1: *Τρόποι μετάδοσης θερμότητας από και προς το σώμα κατά τη διάρκεια της άσκησης σε ξιφομάχο*

Όπως προαναφέρθηκε η υψηλή θερμοκρασία του σώματος μειώνει την αθλητική απόδοση. Το ACSM προτείνει τη μέθοδο του θερμοεγκλιματισμού για να αντέχουν στη ζέστη οι αθλητές, η οποία μέθοδος αφορά ένα πρωτόκολλο 14 ημερών και περιλαμβάνει προοδευτική αύξηση της έντασης (M, 2012). Με αυτό τον τρόπο ο αθλητής εγκλιματίζεται στις νέες συνθήκες και αυξάνει το χρόνο άσκησης μέχρι κόπωσης, διατηρεί χαμηλή τη θερμοκρασία πυρήνα, μειώνει τη ροή αίματος προς το δέρμα και τον κίνδυνο θερμοπληξίας (Gleeson, 1998).

Κατευθυντήριες οδηγίες πρόσληψης υγρών

Η διατήρηση υψηλών επιπέδων υδάτωσης για τους αθλητές αλλά και τους μη αθλητές είναι μείζονος σημασίας τόσο για τη διατήρηση της υγιούς κατάστασης των ατόμων, όσο και για τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης. Οι επιστήμονες του είδους έχουν ενδελεχώς διερευνήσει την ποσότητα πρόσληψης νερού πριν, κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά την άσκηση για να είναι μόνιμα υψηλά τα επίπεδα ενυδάτωσης των αθλητών και να αποφεύγονται η αύξηση θερμοκρασίας πυρήνα, η διαταραχή υδατικής και ηλεκτρολυτικής ισορροπίας, με απώτερο στόχο τη βέλτιστη απόδοση των αθλητών. Η ποσότητα και συχνότητα κατανάλωσης υγρών είναι διαφορετική για κάθε αθλητή και εξαρτάται από τη φυσική κατάστασή του, τη φυσιολογία του, την ένταση άσκησης, τη θερμοκρασία και την υγρασία περιβάλλοντος. Παρακάτω ακολουθούν οι επίσημες κατευθυντήριες οδηγίες πρόσληψης υγρών πριν, κατά τη διάρκεια και μετά αγώνισμα σύμφωνα με τα όργανα *Dietitians of Canada, Academy of Nutrition and Dietetics* και *American College of Sports Medicine* (Canada, 2016).

Πριν την άσκηση

Σε πολλές περιπτώσεις οι αθλητές ξεκινούν την άσκηση όντας ελλιπώς ενυδατωμένοι με αρνητικές επιπτώσεις στην αθλητική απόδοση (Garth and Burke, 2013). Συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, γίνεται λόγος τόσο για εκούσια αφυδάτωση με σκοπό τη μείωση του σωματικού βάρους, όσο και εξαιτίας συνεχόμενων προπονητικών συνεδριών σε θερμό περιβάλλον ή πολλαπλών αθλητικών γεγονότων την ίδια ημέρα (American College of Sports et al., 2007).

Η επαρκής υδάτωση πριν την άσκηση επιτυγχάνεται με την πρόσληψη υγρών ίση με 5 – 10 ml/kg σωματικού βάρους στις 2 – 4 ώρες πριν το αθλητικό γεγονός. Στόχος είναι η παρουσία διαυγών ούρων και ο επαρκής χρόνος για την απέκκριση της περίσσειας των ούρων (Canada, 2016).

Κατά τη διάρκεια της άσκησης

Σκοπός της πρόσληψης νερού κατά τη διάρκεια της άσκησης, είναι να μην ξεπεραστεί το ποσοστό απώλειας νερού 2%, που ευθύνεται για ηλεκτρολυτικές διαταραχές, κόπωση, αδυναμία συγκέντρωσης και εν γένει μείωση της αθλητικής απόδοσης (Koehle et al., 2014). Παρατηρείται ότι οι αθλητές καταναλώνουν μικρότερη ποσότητα νερού από εκείνη που αποβάλλουν κατά τη διάρκεια της άσκησης καθώς υποεκτιμούν ή δεν εκτιμούν σωστά την απώλεια ύδατος που προκύπτει λόγω της εφίδρωσης. Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους O'Neal και συνεργάτες σε νεαρούς κολεγιακούς δρομείς, διαπιστώθηκε πως οι αθλητές είχαν την τάση να υποεκτιμούν την απώλεια ύδατος λόγω εφίδρωσης κατά 43-50%, δεδομένα τα οποία συνάδουν με άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (O'Neal et al., 2012).

Εν γένει, η συστηματική μέτρηση του σωματικού βάρους πριν και μετά την άσκηση, συνυπολογίζοντας τις απώλειες σε ούρα αλλά τον όγκο των προσλαμβανόμενων υγρών, μπορεί να βοηθήσει τον αθλητή να εκτιμήσει τις απώλειες από τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια της άσκησης και να εφαρμόσει εξατομικευμένη στρατηγική για την αναπλήρωσή του (Koehle et al., 2014). Επί απουσία άλλων παραγόντων που μπορεί να μεταβάλλουν τη σωματική μάζα, συνήθως 1 kg απώλεια βάρους ισοδυναμεί με 1 Lt απώλεια ιδρώτα. Συνήθως, οι αθλητές κατά τη διάρκεια του αγωνίσματος απαιτούν πρόσληψη υγρών ίση με 0.4 ml – 0,8 ml/h (Koehle et al., 2014). Επιπλέον, κατανάλωση κρύων αναψυκτικών μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία του σώματος κι, επομένως, να βελτιώσει την αθλητική απόδοση σε θερμό περιβάλλον. Προσοχή χρειάζεται στην υπερκατανάλωση υγρών, καθώς μπορεί να προκληθούν γαστρεντερικές διαταραχές που τελικά θα μειώσουν την αθλητική απόδοση αντί να τη βελτιώσουν. Θα πρέπει ο αθλητής να έχει λάβει υπόψη του όχι μόνο τις ιδιαιτερότητές του, αλλά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το είδος της άσκησης καθώς και το πρωτόκολλο θερμοεγκλιματισμού που έχει προαναφερθεί. Σε γενικές γραμμές αυτό που χρειάζεται ένας αθλητής είναι να λάβει όλους τους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες, καθώς και τις ψυχικές και σωματικές του ιδιότητες ώστε να μπορέσει να επιτύχει ένα σωστό πρωτόκολλο ενυδάτωσης, το οποίο αν δεν βελτιώσει την αθλητική του απόδοση, τουλάχιστον δεν θα τη μειώσει (Casa et al., 2000).

Μετά την άσκηση

Η πρόσληψη ύδατος και η αποκατάσταση της υδατικής ισορροπίας μετά το πέρας του αγώνα ή της προπόνησης έχει ιδιαίτερη σημασία για τον οργανισμό, γιατί διατηρεί τη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού. Οι αθλητές και ειδικά εκείνοι που κάνουν την προετοιμασία τους για έναν αγώνα χάνουν μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες αν δεν αναπληρωθούν, όχι μόνο θα επηρεάσουν την επόμενη προπονητική τους συνεδρία, αλλά θα επηρεάσουν και την απόδοσή τους στον αγώνα. Γι' αυτό είναι σημαντικό οι αθλητές να ελέγχουν το βάρος τους πριν και μετά το αθλητικό γεγονός, ώστε να μπορούν να εκτιμήσουν και την ποσότητα υγρών που θα πρέπει να αναπληρώσουν. Τα American College of Sports Medicine (ACSM) και National Athletic Trainers Association (NATA) έχουν προσδιορίσει μεθόδους για την αναπλήρωση υγρών καθώς και για τη σύσταση αθλητικών ποτών. Η βασική σύσταση είναι αναπλήρωση υγρών σε μεγαλύτερη ποσότητα από εκείνη που καταναλώθηκε καθώς και η αναπλήρωση των ηλεκτρολυτών και ιδιαίτερα του νατρίου. Για απώλεια 500 ml υγρών συστήνεται η αναπλήρωση αυτών με 450-675 ml αυτών. Αν μετά το πέρας της ημερήσιας προπόνησης καταναλωθούν μέσα σε έξι ώρες ποσότητες υγρών που αντιστοιχούν στο 125-150% της απώλειας και ταυτόχρονα δεν υπάρξει άλλη προπόνηση τότε μπορεί να επιτευχθεί υδατική ισορροπία εντός της ίδιας της ημέρας.

Αξιολόγηση επίπεδων υδάτωσης

Η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης τα τελευταία χρόνια έχει εξελιχθεί με τη βοήθεια της τεχνολογίας, καθώς πραγματοποιούνται μελέτες κατά τη διάρκεια των αγώνων και των προπονήσεων και μπορούν να βοηθήσουν ακόμα και στην αποτροπή θανατηφόρων επεισοδίων μεταξύ των αθλητών, λόγω θερμοπληξίας. Σύγχρονες εργαστηριακές τεχνικές έχουν εξελιχθεί ώστε να μπορούν να ελέγχονται τα επίπεδα υδάτωσης τόσο σε αθλητικό, όσο και σε κλινικό επίπεδο.

Καρδιαγγειακή λειτουργία

Η λειτουργία της καρδιάς και των αγγείων μπορούν να μας ενημερώσουν και για τα επίπεδα υγρών του σώματος. Πτώση της αρτηριακής πίεσης μπορεί να υποδηλώνει αφυδάτωση, ενώ αντίθετα αύξηση της καρδιακής συχνότητας σε κατάσταση ηρεμίας ή σε υπομέγιστη άσκηση μπορεί να δηλώνει αφυδάτωση. Ο οργανισμός σε απότομες αλλαγές της στάσης του σώματος μπορεί να διατηρεί τόσο την καρδιακή συχνότητα, όσο και την αρτηριακή πίεση σε σταθερά επίπεδα. Αυτή η δυνατότητα μας παρέχει επιπλέον στοιχεία για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης. Επίσης η ορθοστατική υπόταση, δηλαδή η πτώση της συστολικής πίεσης κατά 20 mm/Hg δείχνει υποογκαιμία (Rochette and Patterson, 2005).

Μεταβολή σωματικού βάρους πριν και μετά την άσκηση

Οι ημερήσιες αλλαγές βάρους που δεν είναι αποτέλεσμα αρνητικού ή θετικού ισοζυγίου ενέργειας, αντανακλούν μεταβολή στην ποσότητα των υγρών του σώματος. Το μεγαλύτερο ποσοστό υγρών που χάνουν οι αθλητές κατά τη διάρκεια του αγώνα ή της προπόνησης είναι αποτέλεσμα της παραγωγής ιδρώτα και ρυθμίζεται από τους μηχανισμούς θερμορύθμισης. Αν και ο ρυθμός απώλειας υγρών κατά την άσκηση είναι διαφορετικός από άτομο σε άτομο, οι αλλαγές σωματικού βάρους καθημερινά έχουν ένα μεγάλο εύρος. Υπολογίζεται ότι όταν ένας αθλητής είναι ενυδατωμένος, η διακύμανση στο βάρος του είναι περίπου 1% κάθε ημέρα. Αντίθετα ένας θερμοεγκλιματιζόμενος αθλητής μπορεί κατά τη διάρκεια του αθλητικού γεγονότος να χάσει νερό σε ποσοστό 5% του σωματικού του βάρους ή και παραπάνω (Webb et al., 2016).

Είναι ιδιαίτερης σημασίας ο έλεγχος του σωματικού βάρους, αθλητών που συμμετέχουν σε πολλαπλά αθλητικά γεγονότα μέσα στην ίδια ημέρα, ώστε να μπορούν οι ίδιοι να γνωρίζουν το ποσοστό υγρών που έχουν απωλέσει κατά τη διάρκεια των γεγονότων, ώστε να μπορέσουν να αναπληρώσουν τόσο τα υγρά, όσο και τους ηλεκτρολύτες. Συστάσεις και μέθοδοι αναπλήρωσης έχουν δοθεί από τα American College of Sports Medicine (ACSM) και τη National Athletic Trainers' Association (NATA). Κατά τη NATA ειδικά έχει σημασία να προσδιορίζονται οι ατομικές ιδιαιτερότητες των αθλητών όπως ο ρυθμός απώλειας ιδρώτα, ο θερμοεγκλιματισμός, η υδατική κατάσταση του αθλούμενου, η επάρκεια υγρών κατά τη διάρκεια και μετά από την άσκηση, ώστε η στηρικτική των αθλητών ομάδα να μπορεί να καταρτίσει το καλύτερο δυνατόν πλάνο που θα καλύπτει πλήρως τις ατομικές ανάγκες του κάθε αθλητή σε υγρά.

Μια ασφαλής μέθοδος αξιολόγησης της υδάτωσης ενός αθλητή είναι η μέτρηση της μεταβολής του σωματικού του βάρους, αρκεί να πραγματοποιείται μέσα σε ένα χρονικό διάστημα μιας με τέσσερις ώρες. Όταν η μέτρηση γίνεται μετά από τις τέσσερις ώρες τότε και εξαιτίας της οξείδωσης των μεταβολικών υποστρωμάτων, καθώς και των απωλειών μέσω της αναπνοής, υπάρχει απόκλιση από την πραγματική απώλεια υγρών και για να βρεθεί το ακριβές ποσοστό, θα πρέπει να γίνουν διορθώσεις με βάση αυτούς τους παράγοντες (Oppliger and Bartok, 2002).

Πριν την αφυδάτωση πρέπει να είναι γνωστό το σωματικό βάρος του αθλητή. Αυτό πραγματοποιείται με συνεχείς μετρήσεις τριών διαδοχικών ημερών, ώστε να υπάρξει μια καλύτερη και ακριβέστερη αξιολόγηση της μεταβολής του σωματικού βάρους που προκύπτει σε αθλητές που αναπληρώνουν το 100% των υγρών που χάνουν κατά την άσκηση, μέσω του ιδρώτα. Η παρακολούθηση του σωματικού βάρους για χρονική περίοδο μεγαλύτερη των μερικών ημερών, όπως π.χ. για εβδομάδες ή για μήνες δεν μπορεί να αξιολογήσει τις μεταβολές της ποσότητας ύδατος του σώματος, γιατί είναι αδύνατο να γνωρίζουμε την απώλεια ή το κέρδος του σωματικού λίπους σε αυτή την περίοδο, εκτός κι αν χρησιμοποιηθεί άλλη τεχνική που ανιχνεύει τις μεταβολές στον λιπώδη ιστό, όπως η Απορροφησιομετρία Ακτινών Χ Διπλής Ενέργειας (DXA) ή η βιοηλεκτρική εμπέδηση (BIA). Πάραυτα η αξιολόγηση μεταβολής των επιπέδων ύδατος σε έναν αθλητή με την μέτρηση της αλλαγής του σωματικού του βάρους πραγματοποιείται ευρέως γιατί είναι μια τεχνική

ποσοτικοποίησης, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα και με ασφάλεια στις πειραματικές διαδικασίες (Shirreffs, 2003).

Βιοηλεκτρική εμπέδηση

Η βιοηλεκτρική εμπέδηση είναι μια μέθοδος που βασίζεται στην αγωγιμότητα του σώματος για να μετρήσει τα επίπεδα υδάτωσης ενός ανθρώπου. Είναι ασφαλής, γρήγορη και πρακτική μέθοδος αφού μπορεί εύκολα να μεταφερθεί. Ωστόσο σε περιπτώσεις παθολογικές ή περιπτώσεις εν γένει αφυδάτωσης ή υπερυδάτωσης οι τιμές που δίνει η μέθοδος είναι ανακριβείς. Επίσης δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα σε αθλητές, αφού προϋποθέτει αποχή από αθλητική δραστηριότητα για τουλάχιστον 12 ώρες. Ο λόγος αυτής της προϋπόθεσης είναι ότι κατά τη διάρκεια της άσκησης πραγματοποιείται ανακατανομή των υγρών του σώματος μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου χώρου, ενώ αποβάλλονται και υγρά μέσω του ιδρώτα, με αποτέλεσμα η μέθοδος να δίνει πλαστά στοιχεία (Armstrong, 2007). Για να μπορέσει αυτή η μέθοδος να δώσει αξιόπιστα και ακριβή αποτελέσματα ως προς τα επίπεδα ύδατος και ειδικά σε αθλητές, πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες και να εκσυγχρονιστεί αυτή η μέθοδος.

Ανάλυση αίματος

Τόσο η αιμοσφαιρίνη, όσο και ο αιματοκρίτης αν και αντανακλούν μεταβολές στον όγκο του πλάσματος και όχι στο συνολικό σωματικό ύδωρ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παράγοντες σε μαθηματική εξίσωση, για την εκτίμηση των συνολικών επιπέδων ύδατος στον οργανισμό. Η μαθηματική εξίσωση κατά Dill και Costill είναι η παρακάτω.

$$\%\Delta PV = (HbC / Hbi * 1-Hcti/1-Hctc - 1) * 100$$

Όπου c είναι το δείγμα αίματος ελέγχού και i το δείγμα αίματος οποιαδήποτε στιγμή, PV είναι ο όγκος του πλάσματος, Hb είναι η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και Hct είναι η συγκέντρωση του αιματοκρίτη.

Πρόκειται για μια αξιόπιστη τεχνική με βάση όμως ότι οι μετρήσεις είναι σωστές και έγκυρες. Πάραυτα οι τιμές αυτές επηρεάζονται από παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για να είναι αξιόπιστη η μέτρηση. Για παράδειγμα αν ο εξεταζόμενος

στέκεται όρθιος για 20 λεπτά, θα μεταβληθούν σημαντικά οι τιμές τόσο του αιματοκρίτη, όσο και της αιμοσφαιρίνης. Επίσης, για την αξιολόγηση των επιπέδων υγρών του σώματος έχουν χρησιμοποιηθεί η οσμωτικότητα του πλάσματος και η συγκέντρωση νατρίου. Και οι δύο μετρήσεις γίνονται εύκολα και οι αναλύσεις τους είναι γρήγορες. Όταν ένας άνθρωπος είναι αφυδατωμένος τόσο η οσμωτικότητα, όσο και η συγκέντρωση νατρίου αυξάνονται, γιατί τι αίμα γίνεται πυκνότερο. Η αύξηση των δύο αυτών παραγόντων αποτελούν ερέθισμα για την έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης, η οποία με τη σειρά της είναι υπεύθυνη για την ρύθμιση του όγκου των υγρών του σώματος (Kavouras, 2002).

Εν κατακλείδι οι αναλύσεις αίματος είναι μια καλή μέθοδος για την εκτίμηση των υγρών του σώματος, όμως οι μετρήσεις θα πρέπει να γίνονται ακολουθώντας συγκεκριμένα πρωτόκολλα, ώστε να είναι ακριβείς, ταυτόχρονα όμως χρειάζονται ακριβό ιατρικό εξοπλισμό, καθώς και εξειδικευμένο προσωπικό.

Αξιολόγηση των ούρων

Η παρατήρηση του χρώματος των ούρων ίσως είναι η ευκολότερη και πρακτικότερη μέθοδος για να αξιολογήσει ένας αθλητής τα επίπεδα ενυδάτωσης του οργανισμού του. Όταν το άτομο είναι αφυδατωμένο ο όγκος των ούρων του μειώνεται, η οσμωτικότητα τους αυξάνεται και το χρώμα γίνεται σκούρο. Για την αξιολόγηση του χρώματος των ούρων οι Armstrong και συνεργάτες το 1994 πρότειναν μια χρωματική κλίμακα 8 διαβαθμίσεων **(Παράρτημα 1: Εικόνα: 1)** (Armstrong, 2007)**.** Όπως φαίνεται τα χρώματα 1 και 2 αντιστοιχούν σε ενυδατωμένα άτομα, ενώ τα χρώματα 7 και 8 αντιστοιχούν σε αφυδατωμένα άτομα. Το χρώμα των ούρων όμως επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η λήψη φαρμάκων, οι χρωστικές της τροφής κ.α.

Μια άλλη μέθοδος εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης του οργανισμού είναι το ειδικό βάρος τους (USG). Βασίζεται στη σχέση όγκου – μάζας (πυκνότητα) ενός δείγματος, σε σχέση με την πυκνότητα του νερού η οποία είναι περίπου 1,000gr/ml. Αν το ειδικό βάρος κυμαίνεται μεταξύ 1,000g/ml και 1,010g/ml τότε ο αθλητής θεωρείται ενυδατωμένος, αν κυμαίνεται μεταξύ 1,010g/ml και 1,020g/ml τότε είναι μέτρια ενυδατωμένος, αν κυμαίνεται μεταξύ 1,020g/ml και 1,030g/ml τότε είναι μέτρια αφυδατωμένος και αν είναι μεγαλύτερο του 1,030 τότε είναι αφυδατωμένος. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε ένα φορητό διαθλασιμόμετρο, στο οποίο

τοποθετούνται μερικές σταγόνες ούρου και στη συνέχεια στρέφεται προς μια πηγή φωτός δίνοντας έτσι την τιμή του ειδικού βάρους των ούρων. Οι μετρήσεις πρέπει να γίνονται από τον ίδιο πάντα ερευνητή, ώστε να μην γίνονται λάθη (Osterberg et al., 2009).

Αξιολόγηση της σιέλου

Η σίελος έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μελέτες ως τεχνική ανίχνευσης των επιπέδων ύδατος του σώματος, αφού το επικρατέστερο συστατικό της, σε ποσοστό 97-99,5% είναι το νερό. Στόχος των ερευνών ήταν να προσδιοριστεί η οσμωτικότητα της σιέλου, η πρωτεϊνική συγκέντρωση και το ποσοστό ροής της σε αφυδατωμένους ανθρώπους και στη συνέχεια να συγκριθούν με την ευαισθησία που παρουσιάζει η οσμωτικότητα των ούρων (Walsh et al., 2004). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι χωρίς ενυδάτωση υπήρξε μείωση της ροής σιέλου, αύξηση στην οσμωτικότητα της σιέλου, αύξηση στη συγκέντρωση πρωτεϊνών πριν από την άσκηση καθώς και αύξηση στην οσμωτικότητα του πλάσματος και των ούρων. Σε αντίθεση με τη λήψη υγρών, δεν μεταβλήθηκαν ούτε η οσμωτικότητα, ούτε η ροή σιέλου. Για τη μείωση στη ροή σιέλου μετά την άσκηση ευθύνεται το συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Οι μελέτες αυτό που δείχνουν είναι μια ισχυρή συσχέτιση αναλογίας μεταξύ οσμωτικότητας πλάσματος και οσμωτικότητας σιέλου όταν ο οργανισμός είναι αφυδατωμένος. Αυτοί οι δείκτες μπορούν να ανιχνεύσουν αφυδάτωση και σε ποσοστό απώλειας 2% του σωματικού βάρους. Πρόκειται για μια τεχνική ευαίσθητη, φτηνή και ασφαλής, η οποία μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα (Ely et al., 2011). Πάραυτα θα πρέπει να πραγματοποιηθούν περαιτέρω έρευνες όχι μόνο στην αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης από τη μέθοδο της σιέλου, αλλά και με τις μεθόδους των ούρων και της ανάλυσης αίματος.

Ραδιενεργά ισότοπα

Η τεχνική των ραδιενεργών ισοτόπων ανιχνεύει το ποσοστό υδάτωσης του σώματος και μάλιστα με μεγάλη ακρίβεια. Οι εξεταστές παρέχουν στον εξεταζόμενο ένα διάλυμα ισοτόπων γνωστής συγκέντρωσης και γνωστού όγκου. Όταν προσληφθεί το διάλυμα περιμένουν 2-6 ώρες ώστε να κατανεμηθούν τα ισότοπα ομοιόμορφα σε όλα τα υγρά του σώματος. Στη συνέχεια λαμβάνεται δείγμα από το αίμα ή το σάλιο, όπου και μετριέται η νέα συγκέντρωση του ισοτόπου, και μέσω αυτού του δείγματος

μπορεί να βρεθεί ο άγνωστος όγκος, ο οποίος δείχνει την ποσότητα νερού που υπάρχει στο σώμα. Με συνεχείς μετρήσεις του ισοτόπου είναι δυνατό να βρεθούν και οι αλλαγές που προκύπτουν στο συνολικό νερό του σώματος και με περαιτέρω ανάλυση μπορεί να εκτιμηθεί με σχετικά μεγάλη ακρίβεια το ποσοστό νερού που χάθηκε ή προσλήφθηκε. Αν και αυτή η μέθοδος είναι εξαιρετικά ακριβής, δεν μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για το αν η συνολική ποσότητα ύδατος του σώματος είναι υψηλή, μειωμένη ή φυσιολογική. Επειδή το ποσοστό σφάλματος είναι μικρότερο από 3%, και πιο συγκεκριμένα 1%, θεωρείται πρότυπη, άρα και έγκυρη μέθοδος μέτρησης του συνολικού ποσοστού νερού του σώματος. Είναι ιδανική τεχνική σε περίπτωση που απαιτείται μεγάλη ακρίβεια ή σε μεγάλες έρευνες που πρέπει να αξιολογηθούν τα ποσοστά ύδατος σε μεγάλες ομάδες. Πάραυτα είναι σχετικά δύσχρηστη τεχνική, γιατί απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό, η ανάλυση έχει μεγάλο κόστος, χρειάζεται πολύ καλό σχεδιασμό και πρέπει να περιμένουν 3-5 ώρες για να αρχίσει η ανάλυση (Baron et al., 2015).

Η τεχνική της διάλυσης ισοτόπων μαζί με τον δείκτη οσμωτικότητας, αποτελούν το gold standard για την εκτίμηση των ποσοστών νερού που έχουν οι αθλητές.

Απεικονιστικές μέθοδοι

Οι απεικονιστικές μέθοδοι αποτελούν έναν άλλο, αλλά έμμεσο, τρόπο εκτίμησης της συνολικής ποσότητας ύδατος σε έναν οργανισμό. Αυτό γίνεται εφικτό με την ανάλυση της συνολικής μάζας του σώματος σε λιπώδη και άλιπη. Αφού για τον κάθε ιστό γνωρίζουμε την περιεκτικότητα ύδατος που περιέχει, μέσω της ποσοστιαίας σύστασής των σε νερό, μπορούμε έμμεσα να εκτιμήσουμε και τη συνολική ποσότητα ύδατος ενός οργανισμού. Η τεχνολογική εξέλιξη μας έχει επιτρέψει να δημιουργούμε απεικονιστικές μεθόδους υψηλής ευκρίνειας και λογισμικά ανάλυσής τους.

Μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η DXA, η μαγνητική τομογραφία (MRI) και η αξονική τομογραφία (CT). Οι Andreoli και συν σε δημοσίευση του 2016 εξετάζουν τις παραπάνω μεθόδους για τη χρήση τους σε κλινική αξιολόγηση της σύστασης σώματος σε παχύσαρκους ασθενείς. Μειονεκτήματα των παραπάνω μεθόδων είναι ότι δεν μεταφέρονται, χρειάζονται εξειδικευμένο προσωπικό, έχουν υψηλό κόστος και ειδικά για τη DXA και τη CT ότι εκπέμπουν ιονίζουσα ακτινοβολία (Andreoli et al., 2016).

Μυϊκός ιστός

Ο μυϊκός ιστός είναι ένας από τους τέσσερις ιστούς του σώματος και διακρίνεται σε λείο μυϊκό ιστό, γραμμωτό ή σκελετικό μυϊκό ιστό και καρδιακό μυϊκό ιστό, που αποτελεί συνδυασμό λείων και γραμμωτών μυών. Και οι τρεις κινητοποιούνται ύστερα από ερεθίσματα που δέχονται από το νευρικό σύστημα.

Φυσιολογία μυϊκής συστολής

Οι γραμμωτές μυϊκές ίνες αποτελούνται από μυοϊνίδια με μέγεθος από 10 ως 80μm διαμέτρου. Στην πλειονότητα των γραμμωτών μυών εκτείνονται σε όλο το μήκος του μυ και επί το πλείστων νευρώνονται από ένα νευράξονα που καταλήγει να διακλαδίζεται σχηματίζοντας την τελική κινητική πλάκα.

Κάθε μια από τις μυϊκές ίνες περιβάλλεται από μια πλασματική μεμβράνη, το σαρκείλλημα, το οποίο αποτελείται από ινίδια κολλαγόνου και σάκχαρα. Στην αρχή και στο τέλος τους τα μυοϊνίδια σχηματίζουν τις τενόντιες ίνες, οι οποίες συσσωρεύονται και σχηματίζουν τους τένοντες.

Κάθε σαρκείλλημα εμπεριέχει ως και χιλιάδες μυοϊνίδια που σχηματίζονται από ακτίνη και μυοσίνη και εμπλέκονται μεταξύ τους ώστε να μπορούν να παράγουν μυϊκή συστολή. Η ακτίνη και η μυοσίνη είναι πρωτεϊνικά πολυμερή. Τα μυοινίδια "κολυμπούν" στο σαρκόπλασμα, δηλαδή το υγρό που παρέχει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία καθώς και ένζυμα απαραίτητα για τη λειτουργία τους. Επίσης έχουν πυρήνα καθώς και πολλά μιτοχόνδρια, που είναι επίσης απαραίτητα για την παροχή ενέργειας στα μυϊκά κύτταρα υπό τη μορφή ATP.

Η διαδικασία πραγματοποίησης της μυϊκής συστολής έχει ως εξής: Ένα δυναμικό ενέργειας μεταδίδεται από τα νευρικά κύτταρα προς τις νευρικές απολήξεις και την τελική κινητική πλάκα. Εκεί απελευθερώνονται μόρια ακετυλοχολίνης από τη νευρική απόληξη προς το μυ. Η ακετυλοχολίνη με τη σειρά της δεσμεύεται σε υποδοχείς της σαρκοπλασματικής μεμβράνης της μυϊκής ίνας και ανοίγει διόδους μεταφοράς μεγάλης ποσότητας νατρίου μέσα στο μυϊκό κύτταρο. Η είσοδος νατρίου δημιουργεί ένα νέο δυναμικό ενέργειας το οποίο εκπολώνει τη μυϊκή μεμβράνη προκαλώντας έτσι τη μεταφορά ασβεστίου μέσα στο σαρκείλλημα. Το ασβέστιο αλληλεπιδρά με την ακτομυοσίνη και ξεκινά η συστολή των μυών. Τελικά το

ασβέστιο μετά από την ενεργοποίηση των αντλιών ασβεστίου απομακρύνεται από το σαρκείλλημα και σταματά έτσι η μυϊκή συστολή.

Για να πραγματοποιηθεί όμως η μυϊκή συστολή χρειάζεται και ενέργεια, η οποία παρέχεται στα κύτταρα υπό τη μορφή ATP. Η ενέργεια που αποδίδεται από το ATP χρησιμοποιείται για την εμπλοκή της ακτίνης με τη μυοσίνη ώστε να πραγματοποιηθεί η συστολή, για τη λειτουργία των αντλιών ασβεστίου ώστε να μεταφερθεί εκτός σαρκειλλήματος στο τέλος της μυϊκής συστολής και για τη λειτουργία της αντλίας καλίου-νατρίου.

Το αποθηκευμένο εντός των μυών ATP είναι 4 mmol και είναι αρκετό για τη διατήρηση της μυϊκής συστολής για 1-2 δευτερόλεπτα. Είναι η πρώτη και βασική πηγή ενέργειας. Στους αθλητές το ποσό είναι μεγαλύτερο. Το ATP δίνει μια φωσφορική ομάδα και ενέργεια και μετατρέπεται σε ADP. Το ADP με τη σειρά του ανασχηματίζεται σε ATP παίρνοντας μια φωσφορική ομάδα από τη φωσφοκρεατίνη. Η ποσότητα φωσφοκρεατίνης που υπάρχει στις μυϊκές ίνες είναι περίπου 20 mmol και φτάνει για 5-8 δευτερόλεπτα. Σε αθλητές η ποσότητα αυτή είναι μεγαλύτερη.

Η δεύτερη γρηγορότερη πηγή ενέργειας είναι η αναερόβιος γλυκόλυση. Δηλαδή η διάσπαση της γλυκόζης σε μικρότερα μόρια και η παραγωγή ενέργειας. Είναι κι αυτό ένα γρήγορο σύστημα παραγωγής ενέργειας και μάλιστα 2,5 φορές πιο γρήγορο από την αερόβιο γλυκόλυση που πραγματοποιείται στα μιτοχόνδρια των κυττάρων. Εκτός από το πυροσταφυλικό οξύ παράγεται και γαλακτικό οξύ, καθώς και πλήθος υποπροϊόντων εντός των μυικών ινών, τα οποία καθιστούν αδύνατη τη διατήρηση της μέγιστης μυικής συστολής πέραν του 1 λεπτού.

Η τρίτη πηγή ενέργειας είναι η αερόβιος γλυκόλυση. Σε αυτή την περίπτωση το οξυγόνο χρησιμοποιείται για την παραγωγή του ATP. Είναι αργό, αλλά σταθερό σύστημα απόδοσης ενέργειας. Το 95% της ενέργειας που απαιτείται για διάρκεια στην παραγωγή έργου εξασφαλίζεται μέσω αυτού του μηχανισμού. Οι υδατάνθρακες, τα λιπαρά οξέα και οι πρωτεΐνες είναι τα τρία μακρομόρια που η διάσπασή τους χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Ειδικά όταν μιλάμε για περιόδους παραγωγής έργου 2-4 ώρες οι υδατάνθρακες χρησιμοποιούνται ως κύρια πηγή ενέργειας, ενώ πέραν αυτού του χρόνου και για παρατεταμένες προσπάθειες χρησιμοποιούνται ως βασικό καύσιμο τα λιπαρά οξέα.

Η μυϊκή συστολή διακρίνεται σε 2 τύπους: Την ισομετρική κατά την οποία δεν υπάρχει κίνηση σε άρθρωση και ο μυς δεν βραχύνεται και την ισοτονική συστολή, όπου ο μυς βραχύνεται και η τάση των μυών παραμένει σταθερή σε όλο το μήκος της κίνησης. Επιπλέον οι μυϊκές ίνες διακρίνονται σε ταχείας συστολής ή γρήγορες ίνες και σε βραδείας συστολής ή αργές. Ανάλογα με τον μυ και το συγκεκριμένο μυ τα ποσοστά μεταβάλλονται (Reid, 2001).

Μέθοδοι αξιολόγησης μυϊκής ισχύος

Από την ενέργεια που απελευθερώνεται ένα μέρος της χρησιμοποιείται για την παραγωγή έργου και το υπόλοιπο απελευθερώνεται ως θερμότητα. Έτσι υπολογίζεται και η απόδοση μιας μηχανής. Όσο μεγαλύτερο είναι το έργο που θα παραχθεί, τόσο αποδοτικότερη και η μηχανή. Στους μύες το ποσοστό ενέργειας που αντιστοιχεί σε έργο είναι περίπου 25%.

Η μέγιστη απόδοση που μπορεί να παράγει ένας μυς πραγματοποιείται μόνο όταν συστέλλεται σε μέση ταχύτητα. Αν η συστολή είναι ισομετρική τότε μικρό ποσό ενέργειας χάνεται ως θερμότητα αλλά δεν παράγεται και έργο. Αντίθετα αν ο μυς συστέλλεται γρήγορα, τότε μεγάλη ποσότητα ενέργειας χάνεται για να υπερνικηθούν δυνάμεις τριβής κι έτσι μειώνεται η απόδοση των μυών. Η καλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται όταν η ταχύτητα συστολής πραγματοποιείται στο 30% της μέγιστης ταχύτητας που μπορεί να επιτευχθεί.

Οι μετρήσεις δύναμης που πραγματοποιούνται έχουν ποιοτικές παραμέτρους που δείχνουν και το επίπεδο συνεργασίας μεταξύ νευρικού και μυϊκού συστήματος. Οι παράμετροι που ελέγχονται και αναπτύσσονται σε αθλητικές δραστηριότητες είναι η μέγιστη δύναμη, η μυϊκή αντοχή και η ταχυδύναμη. Το ποσοστό της κάθε παραμέτρου που θα χρησιμοποιηθεί στην προπονητική ενός αθλήματος εξαρτάται από τον τύπο του αθλήματος.

Οι παράμετροι που ορίζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της δύναμης αθλητικών κινήσεων που περιλαμβάνουν λίγες συνεχόμενες επαναλήψεις μέγιστων προσπαθειών είναι:

α) Η παραγωγή μέγιστης δύναμης όταν εκτελούνται δυναμικές ή στατικές συσπάσεις σε χαμηλή ταχύτητα.

β) Η ταχυδύναμη υψηλού φορτίου. Δηλαδή η ανάπτυξη δύναμης εκ του νευρομυϊκού συστήματος με φορτίο >30% του μέγιστου, με πλειομετρική ή μειομετρική σύσπαση και όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ταχύτητα.

γ) Η ταχυδύναμη χαμηλού φορτίου. Δηλαδή η ανάπτυξη δύναμης εκ του νευρομυϊκού συστήματος με φορτίο <30% του μέγιστου, με πλειομετρική ή μειομετρική σύσπαση και όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ταχύτητα.

δ) Η αντιδραστική δύναμη. Δηλαδή η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να μετατρέψει μια ταχεία πλειομετρική σε ταχεία μειομετρική κίνηση ως αποτέλεσμα ισχυρής διάτασης.

ε) Η νευρομυϊκή συναρμογή. Η ικανότητα συντονισμού των μυϊκών συσπάσεων από το νευρικό σύστημα.

ζ) Ο ρυθμός με τον οποίο μπορεί να αναπτυχθεί η δύναμη (Cormie et al., 2007).

Η **μέγιστη δύναμη** ενός αθλητή μετριέται είτε με ισομετρικές, είτε με ισοτονικές δοκιμασίες. Στις ισομετρικές ασκήσεις δεν μεταβάλλεται η γωνία κίνησης και επομένως ούτε και η ταχύτητα. Ο εξοπλισμός είναι ακριβός και οι κινήσεις δεν διαθέτουν υψηλή κινησεολογική εξειδίκευση. Αντίθετα οι μετρήσεις δυναμικού τύπου δεν χρειάζονται ακριβό ηλεκτρονικό εξοπλισμό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη κινησεολογική εξειδίκευση. Η μέτρηση της 1 επανάληψης με μέγιστο βάρος μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σηκώνοντας το μέγιστο βάρος που αντέχει ο δοκιμαζόμενος για 1 μόνο επανάληψη, είτε εκτελώντας περισσότερες επαναλήψεις με υπομέγιστο βάρος και στη συνέχεια να γίνει μαθηματικός υπολογισμός για να βρεθεί η 1 μέγιστη επανάληψη (Driss and Vandewalle, 2013).

Η **ταχυδύναμη** (δύναμη-ισχύς) των ποδιών μετριέται σε ένα όργανο Smith, με κατακόρυφα άλματα (Squat Jump SJ,. Countermovement Jump CMJ, Drop Jump DJ) ή και με οριζόντια άλματα άνευ φοράς, με πολλαπλά άλματα τριπλούν, πενταπλούν κλπ. Στη δοκιμασία των SJ ο δοκιμαζόμενος πηδά το δυνατό ψηλότερα από ημικαθιστή θέση. Στην αρχική θέση τα γόνατα βρίσκονται σε γωνία 90°. Σε αυτό το

σημείο δεν επιτρέπεται η προδιάταση. Τα SJ έχουν 3 φάσεις: την πρόωση, την πτήση και την προσγείωση (Bobbert, 2005). Στη δοκιμασία του CMJ ο αθλητής εκκινεί από καθιστή θέση και πηδά το δυνατό υψηλότερα. Η δοκιμασία ξεκινά με μια κάθετη κίνηση και λύγισμα των κάτω άκρων και πραγματοποιώντας μια προδιάταση σε ολόκληρο το σώμα. Εφόσον, το κέντρο της μάζας έχει χαμηλώσει σε νέα συγκεκριμένο σημείο, τα κάτω άκρα επεκτείνονται και πραγματοποιούν μια ταχεία ομόκεντρη συστολή. Το CMJ αποτελείται από 4 φάσεις: την πέδηση, την προώθηση, την πτήση και τη προσγείωση. Στο DJ ο αθλητής προσγειώνεται από ένα προκαθορισμένο ύψος και πηδά όσο το δυνατό υψηλότερα αμέσως μετά της επαφής με το έδαφος. Το DJ έχει 5 φάσεις: την προ-επαφή, την πέδηση, την προώθηση, την πτήση και τη προσγείωση(Nibali et al., 2013).

Στη συνέχεια έχουμε και την αξιολόγηση της **αντιδραστικής δύναμης,** που πραγματοποιείται με άλμα βάθους. Η δοκιμασία περιλαμβάνει την πτώση του αθλητή στο δάπεδο από ένα κουτί με συγκεκριμένο ύψος και από εκείνη τη θέση μέγιστο άλμα. Συνήθως χρησιμοποιείται δυναμοδάπεδο ώστε να καταγραφούν και άλλα στοιχεία όπως το ύψος του άλματος, ο χρόνος πτήσης, ο χρόνος ενδιάμεσης φάσης, ο δείκτης αντιδραστικής δύναμης (χρόνος πτήσης / χρόνος επαφής στο δάπεδο). Το ύψος του κουτιού μπορεί να διαφέρει και να έχει στην αρχή ύψος 30 εκατοστά και με την πορεία των προσπαθειών να αυξάνεται σταδιακά σε 45, 60 και 75 εκατοστά. Το βασικό που πρέπει να κοιτάξει ο αθλητής που υποβάλλεται στη δοκιμασία, είναι να ελαχιστοποιήσει το χρόνο επαφής με το έδαφος.

Ο εξοπλισμός που χρειάζεται για τις μετρήσεις είναι ηλεκτρονικής μορφής και εξειδικευμένος και αν και είναι ακριβός η τιμή του δεν είναι απαγορευτική. Η 1 μέγιστη επανάληψη για παράδειγμα μπορεί να μετρηθεί και με απλό εξοπλισμό γυμναστηρίου (μπάρες ή αλτήρες), ενώ τα άλματα χρειάζονται δυναμοδάπεδο, υπολογιστή και το κατάλληλο λογισμικό.

Σκοπός όλων αυτών των μετρήσεων είναι για να παρακολουθείται η βελτίωση του αθλητή, για να εντοπίζονται προπονητικά κενά, ώστε να επανασχεδιάζεται το προπονητικό πρόγραμμα, για να ελέγχονται οι ποιοτικές μεταβλητές και αν κάποια χρειάζεται βελτίωση, να παρεμβαίνει άμεσα η προπονητική ομάδα, να ελέγχεται ο αθλητής για υπερ-προπόνηση και εν γένει για να βελτιστοποιείται η αθλητική απόδοση ή να προλαμβάνονται μειώσεις της απόδοσης.

Άλλος στόχος των μετρήσεων δύναμης είναι τόσο η πρόληψη, όσο και η αποκατάσταση τραυματισμών αξιολογώντας τη σχέση μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών, μεταξύ αριστερής και δεξιάς πλευράς του σώματος. Εάν η μια πλευρά του ανθρώπου είναι διαφορετική ή δυνατότερη από την άλλη. Αν οι διαφορές που προκύπτουν είναι μεγαλύτερες του 10-15%, τότε υποδεικνύεται κίνδυνος τραυματισμού, ελλιπής αποκατάσταση τραυματισμένου μέλους ή πόνος. Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διαφορά χρόνου σε πλάγιες μετατοπίσεις με τη βοήθεια φωτοκύτταρου ή και η διαφορά χρόνου μεταξύ φάσης αιώρησης και επαφής με το έδαφος όταν πραγματοποιούνται αναπηδήσεις στο ένα πόδι.

Επίσης ο De Paula και συνεργάτες μέτρησαν την ισχύ του ορθού μηριαίου μυ με τη μέθοδο της τασεομυογραφίας (de Paula Simola et al., 2015). Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 14 άνδρες αθλητές δύναμης και 5 διαφορετικά πρωτόκολλα. Τα συμπεράσματα έδειξαν ευαισθησία της μεθόδου σε σχέση με τη μεταβολή της ισχύος και διαφορετική επίδραση των πρωτοκόλλων στη νευρομυϊκή λειτουργία του ορθού μηριαίου. Πιο συγκεκριμένα τα μεγάλα πλειομετρικά φορτία καθώς και η παρατεταμένη φόρτιση προκάλεσαν μεγαλύτερες μεταβολές στις παραμέτρους που μετρούνταν από την τασεομυογραφία.

Η ηλεκτρομυογραφία και η βιοψία χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τον προσδιορισμό της μυικής ισχύος. Το 2016 οι Methenitis και συνεργάτες διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της σύστασης του μυ σε ίνες ταχείας και βραδείας συστολής και της ταχύτητας αγωγής της μυικής ίνας (Methenitis et al., 2016). Στη μελέτη συμμετείχαν 38 άνδρες με διαφορετικό αθλητικό υπόβαθρο, 10 άνδρες με καθιστική ζωή, 9 δρομείς αντοχής, 10 αθλητές δύναμης και 9 αθλητές ισχύς. Όλοι τους ακολούθησαν το ίδιο πρωτόκολλο. Με τον ηλεκτρομυογράφο αξιολογήθηκε η ταχύτητα αγωγής των μυικών ινών, ενώ με τη βιοψία το ποσοστό ινών ταχείας και βραδείας συστολής. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει σαφής και στενή σχέση μεταξύ της ταχύτητας αγωγής και της σύστασης των μυών σε γρήγορες ή αργές ίνες. Συγκεκριμένα, η ταχύτητα αγωγιμότητας, το άλμα CMJ και ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης ήταν υψηλότερα στους αθλητές δύναμης. Υψηλή συσχέτιση, επίσης, εντοπίσθηκε μεταξύ ταχύτητας αγωγιμότητας και της επιφάνεια εγκάρσιας διατομής.

Αναφορά στο άθλημα της ξιφασκίας

Η ξιφασκία είναι άθλημα μάχης μεταξύ 2 αθλητών που χρησιμοποιούν 1 έως 3 τύπους ξίφους και οι οποίοι προστατεύονται από ειδικό ρουχισμό, μάσκα, γάντια και πλαστρόν. Το συγκεκριμένο άθλημα, συνήθως, πραγματοποιείται σε κλειστούς χώρους και απαιτεί επιδεξιότητα, τεχνική και εξαίρετη τακτική για την επιτυχία. Σε αυτό το άθλημα συμμετέχουν άνδρες και γυναίκες και διακρίνεται σε κατηγορίες οι οποίες είναι:

α) Παίδες-έφηβοι-νέοι και άνδρες ανάλογα με την ηλικία των αθλητών και

β) Σπάθη-Φλερέ και Επέ ανάλογα με το ξίφος του αθλητή

Το χαρακτηριστικό της ξιφασκίας είναι οι γρήγορες, συχνές και υψηλής έντασης μάχες που ακολουθούνται από μικρά διαλλείματα χαμηλής έντασης. Τα αμυντικά και επιθετικά κινητικά πρότυπα που ακολουθούνται απαιτούν μυϊκή αντοχή και δύναμη (Guilhem et al., 2014). Γίνεται αντιληπτό ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις κατά τη του αθλήματος μπορεί να είναι απρόβλεπτες, ανάλογα της διάρκειας τόσο της προπαρασκευαστικής όσο και της εντατικής φάσης. Επομένως, από άποψη φυσιολογίας, η ξιφασκία είναι ένα διαλειμματικό άθλημα, με σύντομες φάσεις μέγιστης και υπομέγιστης έντασης που συμπληρώνονται από διαστήματα «ανάνηψης». Ως εκ τούτου, είναι πιθανό τόσο το αερόβιο όσο και το αναερόβιο ενεργειακό σύστημα να χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια ενός αγώνα (Milia et al., 2014).

Μεγάλη σημασία έχει και η υδατική κατάσταση των ξιφομάχων κατά τη διάρκεια του αγώνα. Η διαλειμματική φύση του αθλήματος σε συνδυασμό με την ειδική προστατευτική στολή αυξάνει το ρυθμό εφίδρωσης και μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση εξαιτίας υψηλής θερμοκρασίας σώματος (Roi and Bianchedi, 2008). Όπως έχει ήδη αναφερθεί η επίδραση της αφυδάτωσης στην αθλητική απόδοση είναι επιζήμια. Εν συντομία, φαίνεται ότι η αφυδάτωση 1) επηρεάζει την αναλογία κορτιζόλης/τεστοστερόνης, όπου η συσσώρευση της πρώτης μειώνει την αναβολική επίδραση της άσκησης (Maresh et al., 2006), 2) αυξάνει τον καρδιακό παλμό, 3) αυξάνει το ποσοστό της αντιλαμβανόμενης προσπάθειας (Rate of Perceived Exertion – RPE), δηλ. η αντίληψη του πόσο σκληρά αισθάνεται ο αθλητής ότι εργάζεται το

σώμα του (Logan-Sprenger et al., 2012) και 4) συμβάλλει στη μυϊκή κόπωση και στην κάθετη αντίδραση της ώθησης (Logan-Sprenger et al., 2012). Αναφορικά με το άθλημα της ξιφασκίας έχει φανεί ότι η αφυδάτωση μπορεί να έχει αρνητική επίδραση. Συγκεκριμένα, από τη μελέτη των Garrotte και Esteves προέκυψε ότι η αφυδάτωση σε ελίτ Ισπανούς ξιφομάχους είχε αρνητική επίδραση στον καρδιακό ρυθμό και το RPE (Garrote RP., 2015). Και οι δυο περιπτώσεις σχετίζονται με το καρδιαγγειακό σύστημα, όπου καθώς μειώνεται το νερό του σώματος, αυξάνεται ο καρδιακός παλμός και μειώνεται ο παρεχόμενος όγκος αίματος. Αυτή η συνθήκη αυξάνει ακόμα περισσότερο το stress στο καρδιαγγειακό σύστημα. Βέβαια, πρέπει να τονισθεί ότι η αφυδάτωση επιδεινώνεται κι από τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση αφορούσαν στην προστατευτική στολή των ξιφομάχων που αύξησε τη θερμοκρασία του σώματος άρα και την εφίδρωση. Πράγματι, από άλλα ευρήματα αναφέρεται ότι η στολή των ξιφομάχων αυξάνει τη θερμοκρασία πυρήνα του σώματος των αθλητών με συνέπεια την αύξηση της εφίδρωσης και του καρδιακού ρυθμού. Μάλιστα, οι ερευνητές συστήνουν στους αθλητές να αφαιρούν τη στολή κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων για τη μείωση της θερμικής καταπόνησης (Shin-Ya H., 2003)

Η δύναμη αλλά και η ισχύς που πρέπει να αποδίδουν τα πόδια των αθλητών ξιφασκίας στα πλαίσια της μέγιστης απόδοσης ερευνάται τον τελευταίο καιρό υποδεικνύοντας πως η γρήγορη εναλλαγή της θέσης των ποδιών (διάταση-σύσπαση) καθώς και η ομόκεντρη εκρηκτική δύναμη, είναι σημαντικότατες για τη μεγιστοποίηση της λειτουργικής δύναμης των κάτω άκρων των κορυφαίου επιπέδου αθλητών ξιφομαχίας (Turner et al., 2014, Aquili et al., 2013, Tsolakis et al., 2010). Ωστόσο δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες σχετικά με το επίπεδο υδάτωσης και την ισχύ των ποδιών αθλητών ξιφασκίας.

ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Έπειτα από ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας προκύπτει έλλειψη δεδομένων σχετικά με την επίδραση των επιπέδων υδάτωσης στην ισχύ των μυών των κάτω άκρων. Εξίσου σημαντική είναι και η απουσία μελετών που αναφέρονται στο άθλημα της ξιφασκίας. Σκοπός λοιπόν της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να μελετηθεί κατά πόσο η ενυδάτωση κατά βούληση ή η φάση χωρίς υδάτωση κατά τη διάρκεια συγκεκριμένου πρωτοκόλλου στο άθλημα της ξιφασκίας, έχει επίδραση στην ισχύ των κάτω άκρων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σχεδιασμός

Η παρούσα μελέτη, αποτελεί μέρος μιας μελέτης παρατήρησης. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια προπονητικού camp αθλητών ξιφασκίας.

Δείγμα

Ο πειραματικός σχεδιασμός περιλάμβανε 22 υγιείς αθλητές υψηλού και αγωνιστικού επιπέδου οι οποίοι εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο με διαφορετικές όμως συνθήκες (με υδάτωση κατά βούληση και φάση χωρίς υδάτωση).

Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Ορισμένες από τις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο χώρο διεξαγωγής του προπονητικού camp (σωματομετρικά και πρωϊνά ούρα) στις εγκαταστάσεις των εκπαιδευτήριων Κωστέα-Γείτονα ενώ όλες οι υπόλοιπες στο χώρο προπόνησης (αίθουσα Ξιφασκίας Ολυμπιακών εγκαταστάσεων στο Αμαρούσιο Αττικής). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο εκπαιδευμένο ερευνητή. Μετρήθηκαν στους εθελοντές τα παρακάτω:

- **Σωματικό βάρος**: Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με χρήση ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας, χωρίς υποδήματα, με ελαφρύ ρουχισμό και με την μέτρηση στρογγυλοποιημένη ανά 100 g.
- **Ύψος**: Το ύψος των αθλητών μετρήθηκε με αναστημόμετρο σε όρθια θέση, χωρίς υποδήματα με τα πόδια ενωμένα, το κορμί τεντωμένο, με τους ώμους χαλαρούς και την κεφαλή προσανατολισμένη στο οριζόντιο επίπεδο.
- **Ποσοστό σωματικού λίπους**: Το ποσοστό λίπους αξιολογήθηκε με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης.

Όλοι οι συμμετέχοντες αθλητές δεν λάμβαναν κάποια φαρμακευτική αγωγή ή συμπλήρωμα διατροφής το οποίο θα μπορούσε να επηρεάσει τα επίπεδα υδάτωσής τους.

Αξιολόγηση επιπέδων υδάτωσης

Συλλέχτηκαν τα ούρα των αθλητών το πρωί, καθώς και πριν και μετά τη λήξη της προπόνησης κάθε πρωτόκολλου. Μετρήθηκαν το ειδικό βάρος ούρων (USG) με φορητό διαθλασιμόμετρο, καθώς και το χρώμα των ούρων με την κλίμακα χρώματος Armstrong (8 επίπεδα).

Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος κάτω άκρων

Η αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση συστήματος καταγραφής χρόνου πτήσης (Chronojump, Bosco), με τη βοήθεια του κατάλληλου λογισμικού ανάλυσης. Οι αθλητές πραγματοποιήσαν Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) και Drop Jump (DJ) επί του δαπέδου καταγραφής. Προ των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε ενημέρωση και εκπαίδευση των αθλητών ως προς τον ορθό τρόπο εκτέλεσης των δοκιμασιών. Το κάθε άλμα εκτελέστηκε δύο φορές ώστε να αυξηθεί η αξιοπιστία της μέτρησης.

Το SJ πρόκειται για μια άσκηση κατά την οποία ο ασκούμενος από τη θέση ημικαθίσματος αφού ακινητοποιηθεί σε συγκεκριμένη γωνία πηδά με δύναμη στον αέρα. Τα χέρια παραμένουν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης δίπλα στον κορμό ή στη μέση χωρίς να συμμετέχουν στην κίνηση(Bobbert et al., 1996).

Το CMJ ομοιάζει του SJ με τη διαφορά ότι ο ασκούμενος ξεκινά από όρθια θέση και αφού φέρει τα πόδια του σε γωνία 90° από το έδαφος πραγματοποιεί ένα άμεσο κάθετο άλμα (Bobbert et al., 1996).

Το DJ είναι ένα κάθετο άλμα και ένα από τα πιο συνηθισμένα test για τη αντιδραστική δύναμη των κάτω άκρων. Αρχικά, ο αθλητής βρίσκεται σε όρθια θέση πάνω σε κάποιο αναβατήρα. Από αυτή τη θέση πραγματοποιεί ένα άλμα σε ένα σύστημα καταγραφής δυνάμεων, χρόνων επαφής, χρόνου πτήσης επιχειρώντας με τον μικρότερο χρόνο επαφής να εκτελέσει δεύτερο κάθετο άλμα με τη μέγιστη δυνατή ισχύ (Makaruk et al., 2014).

Πειραματικό πρωτόκολλο

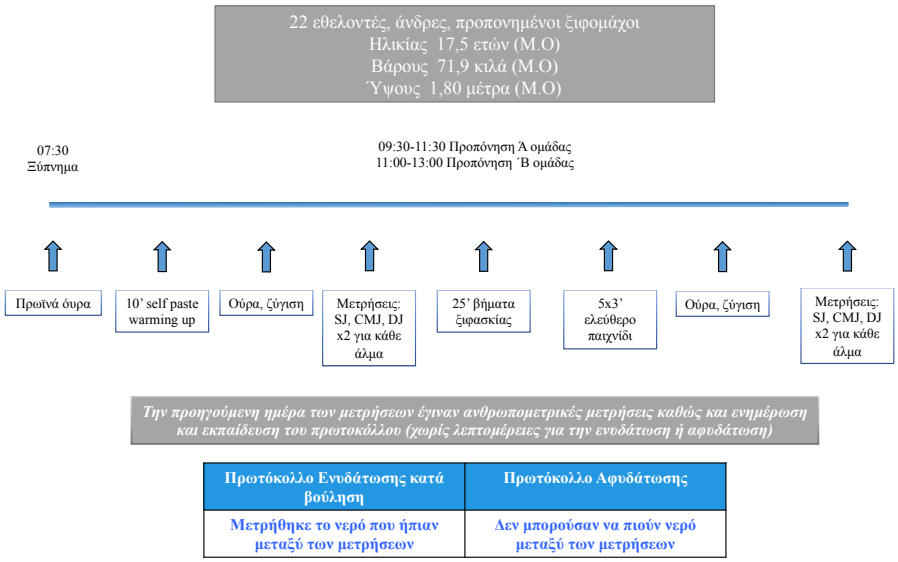
Το προπονητικό καμπ πραγματοποιήθηκε κατά την Καλοκαιρινή περίοδο και συγκεκριμένα περί τα τέλη Ιουλίου. Η θερμοκρασία της εποχής ήταν αρκετά υψηλή (35 βαθμούς Κελσίου) ενώ ταυτόχρονα σε υψηλά επίπεδα ήταν και η θερμοκρασία μέσα στην αίθουσα Ξιφασκίας του Ολυμπιακού Σταδίου (28 βαθμούς Κελσίου). Την προηγούμενη μέρα από την έναρξη του πειραματικού πρωτόκολλου πραγματοποιήθηκαν ανθρωπομετρικές μετρήσεις, ενώ έγινε και ενημέρωση και εκπαίδευση επί του πρωτόκολλου. Δε δόθηκαν λεπτομέρειες ή οδηγίες σχετικές με την υδάτωση κατά βούληση και τη φάση χωρίς υδάτωση. Οι 22 αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα ακολούθησαν το εξής πρωτόκολλο κατά τη διάρκεια δύο προπονήσεων διάρκειας δύο ωρών περίπου η καθεμία:

1. Έδωσαν δείγμα ούρων κατά την πρωινή αφύπνιση προ της προπόνησης.
2. Μετά την έναρξη της προθέρμανσης διάρκειας 10 λεπτών συλλέχθηκε δεύτερο δείγμα ούρων και έγινε ζύγιση των αθλητών.
3. Ακολούθως έγιναν μετρήσεις των SJ, CMJ και DJ επί του συστήματος Chronojump σύμφωνα με τις διαδικασίες που περιγράφονται από τους Bosco και συν (Bosco et al., 1983).
4. Πραγματοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις για το κάθε άλμα.
5. Στη συνέχεια οι αθλητές ακολούθησαν 25λεπτο πρόγραμμα βημάτων ξιφασκίας.
6. Οι αθλητές χωρίστηκαν σε ζεύγη ώστε το κάθε ζεύγος να έχει αθλητές ίδιου επιπέδου. Ακολούθως κάθε ζεύγος έπαιξε πέντε (5) τρίλεπτης διάρκειας παιχνίδια ξιφασκίας.
7. Μετά την ολοκλήρωση των τρίλεπτων ακολούθησε νέα ζύγιση και δειγματοληψία ούρων και έγινε επανάληψη της μέτρησης των SJ, CMJ και DJ στο δυναμοδάπεδο.

Στην πρώτη προπόνηση ακολουθήθηκε το **πρωτόκολλο υδάτωσης κατά βούληση**, όπου οι αθλητές μπορούσαν να καταναλώσουν ελεύθερα νερό μεταξύ των μετρήσεων από συγκεκριμένα για τον κάθε αθλητή μπουκάλια. Το νερό που καταναλώθηκε από τον κάθε αθλητή μετρήθηκε με τη βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας, ζυγίζοντας τα μπουκάλια νερού που κατανάλωσε έκαστος ξιφομάχος. Στους αθλητές είχαν δοθεί

οδηγίες να μην χρησιμοποιηθεί το νερό από τα μπουκάλια για άλλους σκοπούς πέρα από την πόση του.

Η δεύτερη προπόνηση πραγματοποιήθηκε έπειτα από 3 ημέρες. Κατά τη διάρκειά της δεν επιτρεπόταν στους αθλητές να καταναλώσουν νερό μεταξύ των μετρήσεων (**πρωτόκολλο φάσης χωρίς υδάτωση**).



Εικόνα 2: *Πρωτόκολλο σχεδιασμού μελέτης των επιπέδων υδάτωσης και της επίδρασης της στην μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων σε ξιφομάχους.*

Στατιστική ανάλυση

Όλες οι μεταβλητές παρουσιάζονται ως μέση τιμή και συνοδεύονται από την τυπική απόκλιση (SD). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας για αυτόν τον έλεγχο καθορίστηκε στο $p<0.05$. Μεταβολές στα επίπεδα υδάτωσης, δίψας, σωματικού βάρους, χρώματος ούρων και ειδικού βάρους των ούρων κατά την διάρκεια των προπονήσεων (πριν και μετά) ελέγχθηκαν στατιστικά με την χρήση Ανάλυσης διασποράς (Analysis of Variance, ANOVA). Η σύγκριση των μέσων τιμών μεταξύ του πρωτοκόλλου υδάτωσης κατά βούληση και του αντίστοιχου της φάση χωρίς υδάτωση πριν και μετά από αγωνιστική προπόνηση ξιφασκίας έγινε με ανάλυση 2x2 ANOVA (πριν – μετά vs Η – D). Όπου διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση ή κύρια επίδραση εφαρμόστηκε και post – hoc ανάλυση και διόρθωση κατά Bonfferroni (p =

0.016). Ο συντελεστής συσχέτισης κατά Pearson χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των σχέσεων. Στη συγκεκριμένη μελέτη ο έλεγχος των υποθέσεων έγινε με τη χρήση του SPSS 21.0 (SPSS: Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Βιοηθική

Όλες οι πειραματικές διαδικασίες πραγματοποιηθήκαν μετά από την έγκριση της μελέτης από την Επιτροπή Βιοηθικής του Χαροκόπειου Πανεπιστήμιου και πραγματοποιηθήκαν σύμφωνα με τη Διακήρυξη του Ελσίνκι. Ο εθελοντικός χαρακτήρας της συμμέτοχης κάθε εξεταζόμενου πιστοποιήθηκε από Συμφωνητικό Εθελοντικής Συμμέτοχης **(Παράρτημα 2)** που υπογράφηκε από τον κάθε εξεταζόμενο, τον Επιστημονικό Υπεύθυνο και τον κηδεμόνα του, με αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών και των μετρήσεων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον **πίνακα 1** περιγράφονται οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των εθελοντών στην αρχή της μελέτης.

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά εθελοντών στην αρχή της μελέτης

Μεταβλητή	N	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Ηλικία, έτη	22	17.5	1.5
Σωματικό βάρος, κιλά	22	71.9	11.6
Σωματικό ύψος, μέτρα	22	1.80	0.08
Σωματικό λίπος, *%*	22	14.4	4.8
BMI, kg/m^2	22	22.1	2.36

Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές ως προς το χρώμα και το ειδικό βάρος των ούρων. Στον **πίνακα 2** περιγράφεται η υδατική κατάσταση των αθλητών κατά τα 2 πρωτόκολλα όπως αυτή αξιολογήθηκε με το USG και την κλίμακα Armstrong. Σύμφωνα με το USG οι αθλητές θεωρούνταν αφυδατωμένοι και στα δυο πρωτόκολλα. Σχεδόν παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα από την κλίμακα Armstrong όπου υπέδειξε ότι οι αθλητές έτειναν προς την αφυδάτωση και στα δυο πρωτόκολλα.

Κατά την φάση της υδάτωσης κατά βούληση και μετά από λήψη 1.57 ± 0.48 lt νερού παρατηρήθηκε αύξηση βάρους 220 g ($p=0,015$) ενώ κατά τη φάση χωρίς υδάτωση παρατηρήθηκε απώλεια βάρους 877 g ($p<0,001$) αντίστοιχα.

Πίνακας 2. Υδατική κατάσταση αθλητών στα δυο πρωτόκολλα

Πρωτόκολλο	Χρονική στιγμή	USG	Χρώμα ούρων
Υδάτωση κατά βούληση	Πρωί	1.027	3
	Πριν την άσκηση	1.026	4
	Μετά την άσκηση	1.025	4
Φάση χωρίς υδάτωση	Πρωί	1.028	3
	Πριν την άσκηση	1.027	3
	Μετά την άσκηση	1.025	3

USG: Urine Specific Gravity = Ειδική Πυκνότητα Ούρων

Στον **πίνακα 3** περιγράφονται το ύψος και η ισχύς του κάθε άλματος για κάθε ένα από τα 2 πρωτόκολλα. Η απόδοση των αλμάτων απεικονίζεται καλύτερα και στο γράφημα 1.

Πίνακας 3. Σύγκριση μέσων τιμών μεταξύ πρωτοκόλλου υδάτωσης κατά βούληση και φάση χωρίς υδάτωση πριν και μετά από αγωνιστική προπόνηση ξιφασκίας (2x2 ANOVA)

	H pre	**H post**	**D pre**	**D post**
SJ	24.7±4.0	24.9±5.4	27.9±6.40 ##	27±5.6 ##
SJpower	876.4±497.5	890.2±550.4	939.7±570.5	938.4±632.5
CMJ	26.9±4.7	30±6**	29.6±6.6	28.1±6.4
CMJpower	914.1±520.4	961.4±526.3**	968.1±577.9	947.7±603.6
DJ	16.8±4.9	21.6±6.1***	17.7±6.4	17.3±6 ###
DJpower	652.7±428.2	665±414.5	601.6±402.6 ##	596.8±372.1 ###
DJcont.time	0.3	0.3	0.3 ###	0.3 ###

H: Hydration (ενυδάτωση), D: Dehydration (αφυδάτωση)

Διαφορές pre-post

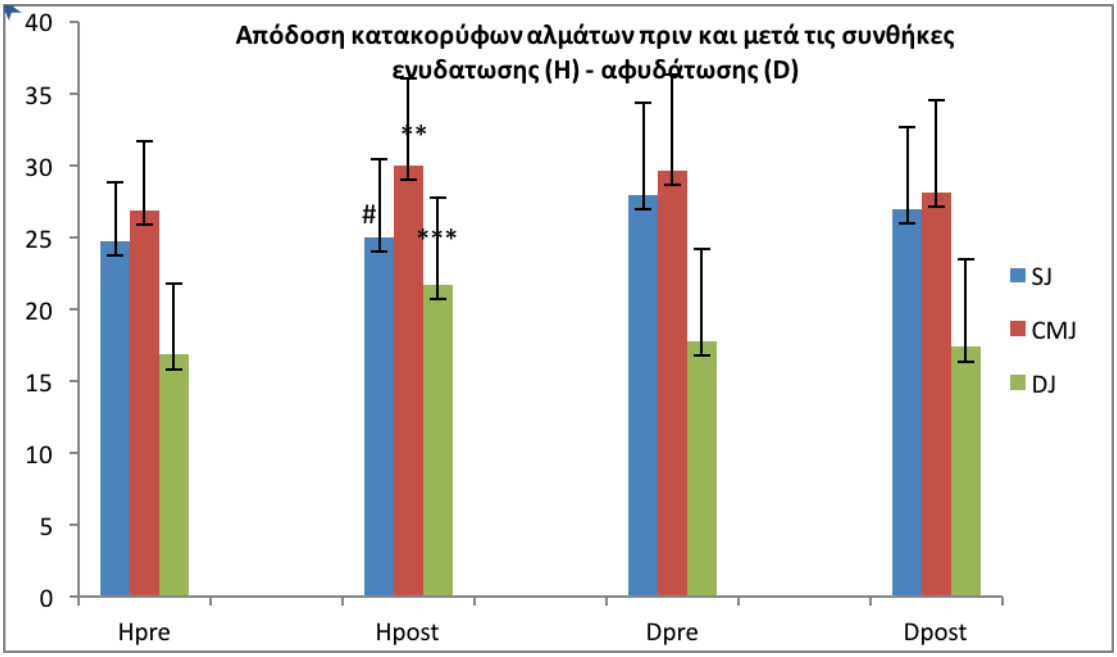
** Διαφορές CMJ πριν - μετά την προπόνηση ξιφασκίας στη συνθήκη ενυδάτωσης, $p<0.01$

*** Διαφορές DJ πριν - μετά την προπόνηση ξιφασκίας στη συνθήκη ενυδάτωσης $p< 0.001$

Διαφορές H – D

Διαφορές μεταξύ των συνθηκών H / D ως προς την προασκησιακή φάση $p =0.012$

Γράφημα 1. Απόδοση αλμάτων στα δυο πρωτόκολλα



SJ: Σημαντική κύρια επίδραση μεταξύ των παρεμβάσεων παρατηρήθηκε ως προς το SJ (F=9.218, p=0.007, n2=0.352) και το SJ Power (F=6.851, p=0.018, n2=0.287) αντίστοιχα. Η σύγκριση κατά ζεύγη με διόρθωση Bonferronni (p = 0.016) έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές (pre-post) με την άσκηση και στις δύο συνθήκες. Αν και κατά την φάση της αφυδάτωσης δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές παρατηρείται μια τάση μείωσης κατά 3.39%.

CMJ: Παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των συνθηκών (pre – post) ως προς το CMJ (F=8.307, p=0.01, n2=0.328) και το CMJ Power (F=7.397, p=0.015, n2=0.303) αντίστοιχα. Η σύγκριση κατά ζεύγη με διόρθωση Bonferronni (p = 0.016) έδειξε ότι το CMJ βελτιώνεται σημαντικά με την άσκηση στη συνθήκη της ενυδάτωσης κατά 11.5% (p = 0.01), ενώ στην αφυδάτωση αν και δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκε μια τάση μείωσης κατά 5.2. Η ισχύς αυξάνεται επίσης σημαντικά (p = 0.001) στην ενυδάτωση, ενώ στην αφυδάτωση δεν αλλάζει.

DJ: Σημαντική αλληλεπίδραση (F=10.591, p=0.005, n2=0.398) και σημαντική κύρια επίδραση όσον αφορά την παρέμβαση προπόνησης ξιφασκίας (F=6.904, p=0.018, n2=0.301) για το ύψος άλματος στο DL. Το DJ βελτιώνεται με την άσκηση στην υδάτωση κατά βούληση κατά 30% (p = 0.001), ενώ στην φάση χωρίς υδάτωση αν και δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκε μια τάση μείωσης κατά 2.4%.Η ισχύς δεν μεταβάλλεται σημαντικά σε καμία συνθήκη παρά τη σημαντική κύρια επίδραση που παρατηρήθηκε μεταξύ των παρεμβάσεων (F = 20.968, p = 0.000, n2 = 0.567) . Όσον αφορά τον χρόνο επαφής αν και παρατηρήθηκε σημαντική κύρια επίδραση μεταξύ των παρεμβάσεων (F = 22.022, p = 0.000, n2 = 0.579) ο χρόνος επαφής πρακτικά δεν μεταβάλλεται σε καμία συνθήκη.

Σημαντικές διαφορές φαίνεται ότι υπάρχουν μεταξύ των προασκησιακών τιμών των δύο συνθηκών. Συγκεκριμένα, οι μέσες τιμές του SJ στη συνθήκη τη ενυδάτωσης (24.77±4.06) διέφερε σημαντικά των αντίστοιχων μέσων τιμών κατά την συνθήκη της αφυδάτωσης (27.95±6.40) με p = 0.012. Ομοίως για την ισχύ και τον χρόνο επαφής του DJ όπου οι διαφορές των συνθηκών (652.79±428.22 vs 601.67±402.67) και (0.325±0.05 vs 0.389±0.075) ήταν σημαντικές με (p = 0.01 και 0.005) αντίστοιχα.

Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν μεταξύ των μετασκησιακών τιμών των δύο συνθηκών όσον αφορά το SJ (24.99±5.44 vs 27.00±5.69 p = 0.01), το DJ

(21.68±6.10 vs 17.38±6.08, p = 0.001), την ισχύ του DJ (665.03±414.59 vs 596.82±372.14, p = 0.001) και τον χρόνο επαφής του DJ (0.314±0.057 vs 0.385±0.073 p = 0.001) αντίστοιχα. Οι διαφορές στο DJ ενισχύουν την επίδραση και την σημασία της ενυδάτωσης στην απόδοση των αθλητών ξιφασκίας.

Σημαντικά αποτελέσματα προκύψανε όταν συγκρίναμε τις διαφορές pre-post και στις δύο συνθήκες. Δηλαδή συγκρίναμε τις φάσεις Η και D ως προς τις διαφορές που προκαλούνται από την προπόνηση (pre-post H vs pre-post D). Στη φάση Η παρατηρείται βελτίωση της αλτικής ικανότητας, ενώ στη φάση D μείωση Εμφανίζονται επίσης σημαντικές διαφορές ως προς τις συνθήκες Η και D στις παρακάτω μεταβλητές:

DJ (H: +30% vs D: -2.4%, p = 0.005)

CMJ (H: +11.5% vs D: -5.2%, p = 0.01)

CMJP (H: +5.1% vs D: -2.2%p = 0.0015).

Αυτό σημαίνει ότι οι διαφορές που παρατηρήθηκαν (αύξηση-πτώση) ανάμεσα στις δύο συνθήκες είναι σημαντικές και ενισχύει τη σημασία της ενυδάτωσης στην απόδοση η οποία φαίνεται ότι βελτιώνεται σημαντικά παρά το γεγονός ότι υπήρξε παρέμβαση με αναερόβιες διαλειμματικές ασκήσεις διάρκειας περίπου 60 λεπτών. Αντίθετα η σύγκεντρη δύναμη (SJ) όπως φαίνεται δεν διαφέρει σημαντικά.

Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν συσχετίσεις ανάμεσα στις διαφορές του σωματικού βάρους (πριν – μετά το τέλος της άσκησης) και μεταξύ των αντίστοιχων διαφορών της απόδοσης των αλμάτων.

Πίνακας τιμών F, p, effect size και power της 2x2 ANOVA για τις μεταβλητές SJ, CMJ, DJ του δείγματος

		F	p	n^2	Power
SJ	H-D	9.218	0.007	0.352	0.816
	Pre-post	0.315	0.582	0.018	0.083
	interaction	0.973	0.338	0.054	0.154
SJ Pow	H-D	6.851	0.018	0.287	0.69
	Pre-post	0.152	0.702	0.009	0.066
	interaction	0.698	0.415	0.039	0.124
CMJ	H-D	0.284	0.609	0.016	0.079
	Pre-post	2.001	0.175	0.105	0.267
	interaction	8.307	0.010	0.328	0.775
CMJ pow	H-D	1.239	0.281	0.068	0.183
	Pre-post	2.524	0.131	0.129	0.323
	interaction	7.397	0.015	7.397	0.727
DJ	H-D	3.206	0.092	0.167	0.391
	Pre-post	6.904	0.018	0.301	0.694
	interaction	10.591	0.005	0.398	0.863
DJ pow	H-D	20.968	0.000	0.567	0.990
	Pre-post	0.269	0.611	0.017	0.078
	interaction	1.278	0.275	0.074	0.186
DJ ct	H-D	22.022	0.000	0.579	0.993
	Pre-post	0.770	0.393	0.046	0.131
	interaction	0.126	0.727	0.008	0.063

Συγκριτικός πίνακας μέσων προασκησιακών – μετασκησιακών τιμών ως προς τις συνθήκες ενυδάτωσης (H) –αφυδάτωσης (D) του δείγματος

	pre	post	t	P
SJ H	24.45±4±.06	24.10±5.45	-0.631	0.535
SJ D	27.95±6.40	27.00±5.69	1.597	0.129
SJP H	939.4±593.1	973.9±694.6	-1.288	0.212
SJP D	939.8±570.5	938.4±632.53	0.077	0.940
CMJ H	26.8±4.41	30.09±5.79	-3.406	0.003
CMJ D	29.65±6.7	28.11±6.41	1.933	0.070
CMJP H	1000.24±690.03	1053.00±705.7	-3.743	0.001
CMJP D	968.1±577.9	947.8±603.7	1.487	0.155
DJ H	17.62±6.1	22.5±6.7	-4.126	0.001
DJ D	18.00±±518.31	17.49±5.92	0.649	0.525
DJP H	707.8±488.25	722.49±518.26	-0.915	0.371
DJP D	601.8±390.64	597.2±361.04	0.464	0.648
DJCT H	0.33±0.05	0.32±0.05	0.878	0.391
DJCT D	0.38±0.07	0.38±0.07	0.251	0.805

Συγκριτικός πίνακας μέσων προασκησιακών τιμών μεταξύ των συνθηκών ενυδάτωσης (H)- αφυδάτωσης (D) του δείγματος

	H	D	t	P
SJ	24.34±4.4	27.93±6.22	-2.795	0.012
SJP	970.4±633.7	1070.3±794.3	-2.318	0.032
CMJ	26.81±4.67	29.4±6.6	-2.170	0.044
CMJP	1037.15±736.9	1087.2±764.7	-1.021	0.322
DJ	16.58±4.95	18.1±6.4	-1.021	0.322
DJP	728.8±525.9	658.5±459.2	2.886	0.014
DJCT	0.33±0.06	0.40±0.01	-3.256	0.005

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη ελέγχθηκε η επίδραση των επιπέδων υδάτωσης στην ισχύ των μυών των κάτω άκρων. Ειδικότερα, 22 υγιείς αθλητές ξιφασκίας, με μέση ηλικία τα 17,5 έτη, ακολούθησαν ένα πρωτόκολλο κατά το οποίο εξετάσθηκε η επίδραση της ενυδάτωσης κατά βούληση και της αφυδάτωσης, κι αφού είχε προηγηθεί προπονητικό πρόγραμμα, στην ισχύ τριών αλμάτων, το SJ, CMJ και DJ. Τα συγκεκριμένα άλματα αποτελούν ένδειξη ισχύος των μυών των κάτω άκρων, η οποία είναι μετρήσιμη με τη χρήση συστήματος καταγραφής του χρόνου πτήσης. Η βιβλιογραφία έχει αναδείξει ότι τα ιδιαίτερα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητών ξιφασκίας όπως το ύψος, το εύρος των βραχιόνων, το μήκος των ποδιών, η ελαστικότητα, ο συντονισμός μεταξύ άνω και κάτω άκρων αλλά και η μυϊκή ισχύς και δύναμη άνω και κάτω άκρων θεωρούνται απαραίτητα για την καλύτερη δυνατή απόδοση και τις κινητικές ικανότητες των αθλητών αυτών (Tsolakis et al., 2010).

Αρχικά από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της μελέτης δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές ως προς το **χρώμα των ούρων**, σύμφωνα με την κλίμακα Armstrong, και το **ειδικό βάρος** (USG). Ειδικότερα, δε φάνηκε να επηρεάζεται η κατάσταση ενυδάτωσης από τις δυο διαφορετικές παρεμβάσεις που ακολουθήθηκαν, υδάτωση κατά βούληση κατά βούληση και αφυδάτωση. Το παράδοξο ήταν ότι η υδατική κατάσταση των αθλητών ήταν παρόμοια, με γνώμονα το ειδικό βάρος των ούρων και την κλίμακα Armstrong, τόσο στο πρωτόκολλο ενυδάτωσης κατά βούληση όσο και σε αυτό της αφυδάτωσης. Αυτό ίσως να οφείλετε αρχικά στο μικρό χρονικό διάστημα ανάμεσα στις μετρήσεις (60’) καθώς και στην προσαρμοστικότητα (εγκλιματισμό) που έχουν αποκτήσει πλέον οι αθλητές Ξιφασκίας λόγω της καθημερινής τους προπόνησης με αντίστοιχες συνθήκες (θερμοκρασία περιβάλλοντος, πολλές στρώσεις ρουχισμού κτλ)

Συγκεκριμένα, σύμφωνα και με τις δύο τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν, οι αθλητές της μελέτης βρίσκονταν κοντά στο όριο της αφυδάτωσης. Οι αθλητές, ανεξαρτήτως αθλήματος, δεν τηρούν πάντα τους κανόνες σωστής ενυδάτωσης. Σε πολλές περιπτώσεις, ακόμα κι όταν έχουν πρόσβαση, αμελούν ή και αποφεύγουν να λαμβάνουν υγρά και νερό με συνέπεια τη μείωση της αθλητικής τους απόδοσης. Τα προβλήματα από την ανεπαρκή υδάτωση κατά βούληση οξύνονται όταν το αγώνισμα λαμβάνει χώρα σε θερμό περιβάλλον. Ακόμα όμως και σε τέτοιες περιπτώσεις έχει

φανεί ότι η κατά βούληση ενυδάτωση δεν είναι επαρκής για να προλάβει ενδεχόμενη αφυδάτωση (Arnaoutis et al., 2013). Τόσο η υπέρμετρη όσο κι η ανεπαρκής πρόσληψη υγρών δυσχεραίνει το έργο των αθλητών και η αιτία του προβλήματος δε φαίνεται να εντοπίζεται τόσο στην ανεπαρκή ή ελλιπή γνώση περί των οφελών της επαρκής υδάτωσης, αλλά στην υιοθέτηση κατάλληλων στρατηγικών ενυδάτωσης (Rogers and Hew-Butler, 2009).

Επιπροσθέτως, τόσο το πρωτόκολλο ενυδάτωσης κατά βούληση όσο κι αυτό της αφυδάτωσης, όπως φάνηκε από τη στατιστική ανάλυση, επηρέασαν τις διάφορες μεταβλητές που μετρήθηκαν όχι όμως σημαντικά σε κάθε περίπτωση.

Αρχικά, το σωματικό βάρος των αθλητών διαφοροποιήθηκε μετά από το κάθε πρωτόκολλο. Συγκεκριμένα, κατά τη φάση της ενυδάτωσης κατά βούληση οι αθλητές αύξησαν το σωματικό τους βάρος κατά 220 g ($p=0,015$) ενώ στη φάση της αφυδάτωσης το σωματικό τους βάρος μειώθηκε κατά 877 g ($p<0,001$). Γενικότερα, αν εφαρμόζονται κατάλληλες πρακτικές ενυδάτωσης, μειώνεται κατά πολύ η απώλεια υγρών τόσο κατά τη διάρκεια του αγώνα όσο και μεταξύ συνεχόμενων αγώνων (Meir and Halliday, 2005). Η μετρούμενη μεταβολή του σωματικού βέρους αποτελεί μια άμεση και εν πολλοίς, έγκυρη πρακτική για την αξιολόγηση της υδατικής κατάστασης του αθλητή (Webb et al., 2016).

Η επίδραση της ενυδάτωσης κατά βούληση, όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση, φάνηκε να ενισχύει σημαντικά τα περισσότερα από τα άλματα που πραγματοποίησαν οι αθλητές. Τα άλματα που αξιολογήθηκαν κατά τη μελέτη έχουν σπουδαία σημασία στην αθλητική απόδοση αφού το εκάστοτε άλμα διεγείρει διαφορετικά κινητικά προγράμματα του ΚΝΣ για να περατωθεί. Ειδικότερα, το SJ αποτελεί τη βασικότερη έκφραση της εκρηκτικής μυϊκής ισχύος αφού προϋποθέτει ομόκεντρη ενεργοποίηση. Το CMJ απαιτεί ήπια έκκεντρη ενεργοποίηση που ακολουθείται από υψηλή ομόκεντρη ενεργοποίηση, άρα είναι αρκετά είναι πιο περίπλοκος ο συντονισμός των κινητικών μονάδων. Το DJ απαιτεί υψηλή έκκεντρη ενεργοποίηση που ακολουθείται από υψηλή ομόκεντρη ενεργοποίηση, απαιτώντας υψηλής ακρίβειας συντονισμό και εντατική ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων. Συνοπτικά, το SJ αποτελεί τη βάση της δυναμικής ενώ τα CMJ και SJ την εξέλιξη της δυναμικής (Bencke J., 1999).

Όσο αφορά στα αποτελέσματα της μελέτης, τόσο το SJ όσο και το SJ_{power} βρέθηκαν να έχουν υψηλότερες τιμές κατά το πρωτόκολλο αφυδάτωσης σε σύγκριση με αυτό της ενυδάτωσης κατά βούληση (p=0,007 και p=0,018 αντίστοιχα). Πρόκειται για ένα εύρημα που δεν μπορεί να αιτιολογηθεί με απόλυτα βιολογικά και στοιχεία φυσιολογίας. Ενδεχομένως, στο χρονικό διάστημα της παρέμβασης με ενυδάτωση κατά βούληση να βρίσκονταν σε κάποιο βαθμό κόπωσης. Πιθανότατα, τις προηγούμενες ημέρες πριν την παρέμβαση να είχαν προπονηθεί έντονα με συνέπεια μείωση της απόδοσής τους. Εξάλλου όπως έχει αναφέρει και ο Hoffman και συνεργάτες, μια συνεδρία αναερόβιας άσκησης μετά από αφυδάτωση έχει συνήθως μικρή αρνητική επίδραση στην απόδοση (Hoffman et al., 1995). Επίσης ένας άλλος λόγος παρατήρησης της βελτίωσης των αποτελεσμάτων των αλμάτων θα μπορούσε να ήταν και η μάθηση της τεχνικής των αλμάτων μέσω της ενδο-επαναληψιμότητας. Οι αθλητές λόγω των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων αλλά και του πνεύματος ανταγωνισμού που καλλιεργήθηκε στο προπονητικό καμπ ίσως στο πρωτόκολλο της αφυδάτωσης (το οποίο έγινε 3 ημέρες μετά) να προσπάθησαν ακόμα περισσότερο παρουσιάζοντας τα παράδοξα αυτά αποτελέσματα. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε στα αποτελέσματα και των δύο άλλων αλμάτων (CMJ και DJ) προφανώς για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Παρά τις σημαντικές διαφορές τουλάχιστον στο SJ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές σε καμία από τις συνθήκες μετά την προπόνηση ξιφασκίας.

Σε κάθε περίπτωση έχει καταγραφεί μια δοσοεξαρτώμενη σχέση μεταξύ αφυδάτωσης και αθλητικής απόδοσης, τουλάχιστον σε ισοτονικές και ισομετρικές ασκήσεις (Hayes and Morse, 2010). Αυτό σημαίνει ότι όσο διατηρείται και αυξάνεται η αφυδάτωση, η επίδρασή της στην αθλητική απόδοση αυξάνεται γεωμετρικά. Μια πληθώρα ερευνητικών ευρημάτων καταδεικνύει την επιβλαβή επίδραση της αφυδάτωσης ή της μη επαρκούς υδάτωσης ή υποϋδάτωσης σε αγωνίσματα αντοχής (Cheuvront et al., 2003). Στον αντίποδα, η μελέτη της αφυδάτωσης στη μυϊκή λειτουργία υψηλής έντασης δεν είναι ιδιαίτερα εκτενής και πολλές φορές με αντικρουόμενα αποτελέσματα. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές έχει φανεί ότι η μυϊκή απόδοση μειώνεται (Yoshida et al., 2002). Σε αντίστοιχη μελέτη για την επίδραση της κατάστασης υδάτωσης σε ασκήσεις δύναμης, π.χ squat jumps, φάνηκε ότι η υποϋδάτωση εξασθενεί την απόδοση της άσκησης, αν και δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αναφορικά με το SJ (Judelson et al., 2007).

Αναφορικά με την επίδραση της παρέμβασης στη δοκιμασία του CMJ, τα αποτελέσματα αναδεικνύουν με καλύτερο τρόπο τη σημασία της ενυδάτωσης σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μετρήσεις που αφορούσαν το κατακόρυφο άλμα χωρίς φόρα (SJ). Φάνηκε ότι η υδατική κατάσταση του ατόμου δύναται να επηρεάσει τόσο την αλτική ικανότητα όσο και την ισχύ του συγκεκριμένου άλματος. Συγκεκριμένα, το ύψος του CMJ βελτιώθηκε σημαντικά μετά την άσκηση στη φάση της ενυδάτωσης κατά βούληση (κατά 11.5%, $p=0,01$). Παράλληλα, κατά την παρέμβαση της αφυδάτωσης παρατηρήθηκε μια τάση μείωσης του ύψους του CMJ κατά 5,2% ($0,05<p\leq0,1$). Όσο αφορά στην ισχύ του άλματος CMJ, καταγράφηκε μια σημαντική αύξηση στη φάση της ενυδάτωσης ($p=0,001$), ενώ κατά τη φάση της αφυδάτωσης η ισχύς παρέμεινε αμετάβλητη. Συνοψίζοντας, γίνεται λόγος για μια καθαρά θετική επίδραση της ενυδάτωσης, έστω κι αν δε διέφερε σημαντικά από την φάση χωρίς υδάτωση ως προς το χρώμα και το ειδικό βάρος των ούρων, στην αποτελεσματικότερη εκτέλεση της συγκεκριμένης δοκιμασίας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η βιβλιογραφία βρίθει από μελέτες που εξυμνούν την ανάγκη για επαρκή ενυδάτωση για τη διατήρηση της άσκησης σε υψηλά επίπεδα. Υπάρχουν, όμως, και ευρήματα που αναφέρουν ότι η υποϋδάτωση μπορεί να μην είναι τόσο σημαντική, τουλάχιστον όσο αφορά σε συγκεκριμένους τύπους άλματος. Συγκεκριμένα, οι Cheuvront και συν (2010) παρατήρησαν ότι υποϋδάτωση, σε επίπεδα απώλειας 3,2 kg σωματικού βάρους, δύναται να μειώσει την ισχύ του κάθετου άλματος όχι όμως και το ύψος του (Cheuvront et al., 2010). Σε κάθε περίπτωση, ο μηχανισμός που εμπλέκεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ αναερόβιας προσπάθειας και επιπέδων υδάτωσης αφορά στην παρουσία συγκεκριμένου τύπου μυϊκών ινών (Kraft et al., 2012). Συγκεκριμένα, είχε προταθεί ότι οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής έχουν υψηλότερη ενυδάτωση σε σύγκριση με αυτή της βραδείας συστολής (Sjogaard and Saltin, 1982). Πράγματι από μεταγενέστερα πειράματα φάνηκε ότι οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής με επαρκή επίπεδα ενδοκυττάριου νερού, δηλ. επαρκής ενυδάτωση, μπορούν να βελτιστοποιήσουν την ικανότητα άλματος και κυρίως σε αθλούμενους και αθλητές με χαμηλότερο επίπεδο δεξιοτήτων (Carnero, 2013). Η βελτίωση των αλμάτων CMJ και DJ, ωστόσο, μπορεί να είναι και ανεξάρτητη από τα επίπεδα υδατικής κατάστασης αλλά να σχετίζεται με άλλους παράγοντες φυσιολογίας. Για παράδειγμα, οι Bishop και συν (2003) προτείνουν ότι η προθέρμανση σχετίζεται με τη βελτίωση της απόδοσης της άσκησης (Bishop, 2003). Ειδικότερα, οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στη βελτίωση της προσπάθειας μετά από προθέρμανση είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του

μυ, η αύξηση της ταχύτητας της νευρικής ώσης αλλά κι η μείωση του μυϊκού ιξώδους (Roi and Bianchedi, 2008). Αναφορά στην ενισχυτική δράση της προθέρμανσης στην αθλητική απόδοση, και συγκεκριμένα στη βελτίωση του άλματος CMJ, έχουν κάνει και οι Margaritopoulos και συν (2015) στην μελέτη τους επάνω σε αθλητές καράτε (Margaritopoulos, 2015). Επιπλέον, όπως επισημαίνουν κι οι Rousanoglou και συν (2016), ενδέχεται ο διαλειμματικός χαρακτήρας μιας δοκιμασίας να μην επιτρέπει την εκδήλωση της κόπωσης (Rousanoglou et al., 2016). Προφανώς, στην παρούσα μελέτη να μην υπήρξαν μεταβολικές αλλαγές που ακολουθούν την κόπωση κι ως εκ τούτου να μην επηρεάστηκε η αλτική ικανότητα στα άλματα CMJ και DJ. Μια σημαντική παρατήρηση μεταξύ των δυο παραπάνω δοκιμασιών είναι η επίδραση της ενυδάτωσης κι της αφυδάτωσης. Στη δοκιμασία CMJ θα μπορούσαμε να κάνουμε λόγο για μεγαλύτερη επίδραση της ενυδάτωσης κατά βούληση σε σχέση με την αφυδάτωση. Η τελευταία παρατήρηση είναι αντίθετη με τα αποτελέσματα της δοκιμασίας SJ, όπου η φάση χωρίς υδάτωση φάνηκε να έχει μεγαλύτερη επίδραση σε σχέση με την ενυδάτωση κατά βούληση. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα άλματα CMJ προτιμώνται περισσότερο από τα άλματα SJ σε δοκιμασίες ελέγχου, αφού επιτυγχάνουν μεγαλύτερο ύψος άλματος καθώς και υψηλότερη μυϊκή δύναμη (Bobbert and Casius, 2005), μπορεί να υποτεθεί ότι η υδάτωση κατά βούληση επιδρά πιο σημαντικά στα άλματα τύπου CMJ.

Τέλος, αναφορικά με τη δοκιμασία του DJ υπήρξαν σημαντικές μεταβολές αναφορικά με αλτική ικανότητα των αθλητών όχι όμως και την ισχύ. Συγκεκριμένα, σημειώθηκε αισθητή βελτίωση του DJ στο πρωτόκολλο της ενυδάτωσης κατά βούληση κατά 30% ($p=0,001$). Ακολούθως, το DJ μειώθηκε κατά 2,4% στο πρωτόκολλο της αφυδάτωσης ($0,05<p\leq0,1$). Οι διαφορές μεταξύ των συνθηκών υπέρ της συνθήκης της ενυδάτωσης όσον αφορά την μετασκησιακή φάση ($p = 0.001$) ενισχύει τα αποτελέσματα και αποδεικνύει την ανάγκη για παροχή νερού κατά τη διάρκεια της προσπάθειας η οποία στις καθοριστικές στιγμές καθορίζει την απόδοση (Tsolakis et al., 2010)

Συνοψίζοντας την επίδραση των 2 πρωτοκόλλων, ενυδάτωση κατά βούληση και αφυδάτωση, στις αποδόσεις των 3 αλμάτων με μεσολαβούσα προπόνηση, δε φάνηκαν να προκύπτουν εξαιρετικά σημαντικές διαφορές ως προς την ισχύ των αλμάτων. Υπήρξαν βελτιώσεις στην ισχύ μεμονωμένων αλμάτων (CMJ και DJ) μετά από το πρωτόκολλο ενυδάτωσης χωρίς όμως να φθάνουν τη στατιστική σημαντικότητα.

Μεγαλύτερη φάνηκε να είναι η επίδραση του πρωτοκόλλου αφυδάτωσης στην ισχύ των αλμάτων, όπου και παρατηρήθηκαν τάσεις μείωσης. Εξάλλου, κι από παλαιότερα δεδομένα έχει φανεί ότι είναι δύσκολο να προκύψουν στατιστικά σημαντικές αλλαγές μετά από αποκλεισμό πρόσληψης υγρών στην ισχύ των κάτω άκρων (Hoffman et al., 1995). Επίσης, παρόμοια ισπανική μελέτη δεν κατάφερε να αναδείξει σημαντικές διαφορές στην αλτική απόδοση ξιφομάχων μεταξύ ενυδάτωσης και αφυδάτωσης. Παρά το γεγονός ότι η φάση χωρίς υδάτωση είχε επηρεάσει αρνητικά το χρόνο αντίδρασης και την κάθετη αντίδραση της ώθησης, τόσο το ύψος όσο και η ταχύτητα του άλματος (πραγματοποιήθηκε έλεγχος με CMJ στη συγκεκριμένη μελέτη) ήταν παρόμοια και στις δυο φάσεις υδατικής κατάστασης (Garrote RP., 2015). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μπορεί να υπάρχει φυσιολογικός μηχανισμός που συνδέει υδάτωση κι αναερόβια δύναμη αλλά για να επικυρωθεί αυτή η σχέση απαιτούνται δεδομένα από περισσότερες μελέτες.

Επιπλέον, η ξιφασκία αποτελεί κι ένα άθλημα που βασίζεται στην επιδεξιότητα και έχει φανεί ότι η υδατική κατάσταση επηρεάζει σημαντικά την απόδοση. Συγκεκριμένα, από αποτελέσματα μελετών έχει φανεί ότι η αφυδάτωση συμβάλλει στη βράχυνση της πνευματικής λειτουργίας και των κινητικών δεξιοτήτων του αθλητή, καταλήγοντας σε μειωμένη απόδοση που σχετίζεται με τις δεξιότητες του αθλητή (Matthew Hillyer, 2015). Η επίδραση της αφυδάτωσης σε αυτές τις δεξιότητες υπερβαίνει τις φυσιολογικές αλλαγές που συμβαίνουν στο σώμα αναφορικά με την αιτιολογική τους προέλευση. Σε αυτή την περίπτωση στρατηγικές που σχετίζονται με περιορισμό πρόσληψης υγρών, προ-προπονητικά πρωτόκολλα, χρήση διουρητικών κ.α. πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη αναφορικά με την επίδραση της επαγόμενης αφυδάτωσης στην αθλητική απόδοση δεξιοτήτων του αθλητή.

Εν γένει, όταν σχεδιάζονται στρατηγικές υδάτωσης των αθλητών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαίτερες ανάγκες του αθλήματος, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και οι αθλητικές συμπεριφορές όπως η εκούσια αφυδάτωση. Συχνά οι αθλητές τείνουν να υποεκτιμούν την πρόσληψη υγρών και αρκούνται στην επαρκή ενεργειακή κάλυψη. Ωστόσο, τόσο η υπέρμετρη όσο κι η ανεπαρκής πρόσληψη μπορούν να υποσκελίσουν την απόδοση του αθλητή. Οι ισχύουσες κατευθυντήριες οδηγίες ενυδάτωσης, προαγωνιστικά, κατά τη διάρκεια και μεταγωνιστικά, δυνητικά

αποτελούν ισχυρό σύμμαχο για την ικανοποιητική περάτωση της άσκησης, αν όχι για μια επιτυχημένη αθλητική προσπάθεια. Οι αθλητές θα πρέπει να δίδουν ιδιαίτερη προσοχή στην πρόσληψη υγρών και νατρίου και να ευθυγραμμίζονται με το μοναδικό σωματικό δείκτη υδάτωσης που έχει ο άνθρωπος: το μηχανισμό της δίψας (Montain et al., 2006). Εξάλλου όπως έχει αναφέρει κι ο Noakes (2010) η πρόσληψη υγρών κατά βούληση (ad libitum) φαίνεται να βελτιστοποιεί την απόδοση αλλά και την ασφάλεια του αθλητή κατά τη διάρκεια της άσκησης (Noakes, 2010). Τελικώς, το αίσθημα της δίψας ίσως αποτελεί το βιολογικό δείκτη που περιορίζει την αθλητική προσπάθεια για τους αθλητές που προσλαμβάνουν λιγότερη ποσότητα υγρών από αυτή που υποδεικνύει η δίψα τους.

Περιορισμοί της έρευνας

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε μικρό σχετικά δείγμα. Η συμμετοχή ακόμα περισσοτέρων αθλητών στη μελέτη, ιδανικά με προέλευση από διαφορετικές χώρες θα ήταν περισσότερο επιθυμητή για λόγους αξιοπιστίας και εγκυρότητας. Η παρούσα μελέτη παρέχει σημαντικά ευρήματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό μεγαλύτερων μελετών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AHLMAN K, K. M. 1961. Weight reduction by sweating in wrestlers and its effect on physical fitness. *J Sports Med Phys Fitness,* 1**,** 58-62.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS, M., 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**,** 377-90.

ANDREOLI, A., GARACI, F., CAFARELLI, F. P. & GUGLIELMI, G. 2016. Body composition in clinical practice. *Eur J Radiol,* 85**,** 1461-8.

AQUILI, A., TANCREDI, V., TRIOSSI, T., DE SANCTIS, D., PADUA, E., D'ARCANGELO, G. & MELCHIORRI, G. 2013. Performance analysis in saber. *J Strength Cond Res,* 27**,** 624-30.

ARMSTRONG, L. E. 2007. Assessing hydration status: the elusive gold standard. *J Am Coll Nutr,* 26**,** 575S-584S.

ARNAOUTIS, G., KAVOURAS, S. A., ANGELOPOULOU, A., SKOULARIKI, C., BISMPIKOU, S., MOURTAKOS, S. & SIDOSSIS, L. S. 2015. Fluid Balance During Training in Elite Young Athletes of Different Sports. *J Strength Cond Res,* 29**,** 3447-52.

ARNAOUTIS, G., KAVOURAS, S. A., KOTSIS, Y. P., TSEKOURAS, Y. E., MAKRILLOS, M. & BARDIS, C. N. 2013. Ad libitum fluid intake does not prevent dehydration in suboptimally hydrated young soccer players during a training session of a summer camp. *Int J Sport Nutr Exerc Metab,* 23**,** 245-51.

BAKER, L. B., DOUGHERTY, K. A., CHOW, M. & KENNEY, W. L. 2007. Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. *Med Sci Sports Exerc,* 39**,** 1114-23.

BARON, S., COURBEBAISSE, M., LEPICARD, E. M. & FRIEDLANDER, G. 2015. Assessment of hydration status in a large population. *Br J Nutr,* 113**,** 147-58.

BENCKE J., D. R., JERGENSEN P., SZKMOSE A., KLAUSEN K., DERGENSEN K. 1999. Differences in jumping performance of children from different sports. *In:* SANDERS, R. H. (ed.) *17 International Symposium on Biomechanics in Sports* Australia.

BISHOP, D. 2003. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine,* 33**,** 439-454.

BOBBERT, M. F., & CASIUS, L. J. R. 2005. Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 37**,** 440-446.

BOBBERT, M. F. & CASIUS, L. J. 2005. Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Med Sci Sports Exerc,* 37**,** 440-6.

BOBBERT, M. F., GERRITSEN, K. G., LITJENS, M. C. & VAN SOEST, A. J. 1996. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc,* 28**,** 1402-12.

BOSCO, C., LUHTANEN, P. & KOMI, P. V. 1983. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol,* 50**,** 273-82.

CANADA, D. O. 2016. Position of Dietitians of Canada, the Academy of Nutrition and Dietetics and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *In:* DIETITIANS OF CANADA, T. A. O. N. A. D. A. T. A. C. O. S. M. (ed.). www.dietitians.ca/sports: Dietitians of Canada, the Academy of Nutrition and Dietetics and the American College of Sports Medicine.

CARNERO, E. B., S; CARRILLO DE ALBORNOZ, M.; RAYA, J.F.L.; ROJO, J.; GUERRERO, T. ALVERO-CRUZ, J.R. 2013. Relationship between Hydration and Jump Performance: Differences Between Elite and Regional Young Basketball Players. *I International and III National Hydration Congress.* Madrid.

CASA, D. J., ARMSTRONG, L. E., HILLMAN, S. K., MONTAIN, S. J., REIFF, R. V., RICH, B. S., ROBERTS, W. O. & STONE, J. A. 2000. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *J Athl Train,* 35**,** 212-24.

CHEUVRONT, S. N., CARTER, R., 3RD & SAWKA, M. N. 2003. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep,* 2**,** 202-8.

CHEUVRONT, S. N. & KENEFICK, R. W. 2014. Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Compr Physiol,* 4**,** 257-85.

CHEUVRONT, S. N., KENEFICK, R. W., ELY, B. R., HARMAN, E. A., CASTELLANI, J. W., FRYKMAN, P. N., NINDL, B. C. & SAWKA, M. N. 2010. Hypohydration reduces vertical ground reaction impulse but not jump height. *Eur J Appl Physiol,* 109**,** 1163-70.

CORMIE, P., MCBRIDE, J. M. & MCCAULLEY, G. O. 2007. Validation of power measurement techniques in dynamic lower body resistance exercises. *J Appl Biomech,* 23**,** 103-18.

DA SILVA, R. P., MUNDEL, T., NATALI, A. J., BARA FILHO, M. G., ALFENAS, R. C., LIMA, J. R., BELFORT, F. G., LOPES, P. R. & MARINS, J. C. 2012. Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *J Sports Sci,* 30**,** 37-42.

DE PAULA SIMOLA, R. A., HARMS, N., RAEDER, C., KELLMANN, M., MEYER, T., PFEIFFER, M. & FERRAUTI, A. 2015. Assessment of neuromuscular function after different strength training protocols using tensiomyography. *J Strength Cond Res,* 29**,** 1339-48.

DRISS, T. & VANDEWALLE, H. 2013. The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review. *Biomed Res Int,* 2013**,** 589361.

ELY, B. R., CHEUVRONT, S. N., KENEFICK, R. W. & SAWKA, M. N. 2011. Limitations of salivary osmolality as a marker of hydration status. *Med Sci Sports Exerc,* 43**,** 1080-4.

EVETOVICH, T. K., BOYD, J. C., DRAKE, S. M., ESCHBACH, L. C., MAGAL, M., SOUKUP, J. T., WEBSTER, M. J., WHITEHEAD, M. T. & WEIR, J. P. 2002. Effect of moderate dehydration on torque, electromyography, and mechanomyography. *Muscle Nerve,* 26**,** 225-31.

FOMON, S. J. & NELSON, S. E. 2002. Body composition of the male and female reference infants. *Annu Rev Nutr,* 22**,** 1-17.

GARROTE RP., E. J. 2015. Acute effects of dehydration on fatigue and performance in fencers. *The Sword, British Fensing Magazine.*

GARTH, A. K. & BURKE, L. M. 2013. What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports Med,* 43**,** 539-64.

GLEESON, M. 1998. Temperature regulation during exercise. *Int J Sports Med,* 19 Suppl 2**,** S96-9.

GRANDJEAN, A. 2004. Water Requirements, Impinging Factors, and

Recommended Intakes *In:* WHO (ed.) *Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality.* WHO.

GUILHEM, G., GIROUX, C., COUTURIER, A., CHOLLET, D. & RABITA, G. 2014. Mechanical and muscular coordination patterns during a high-level fencing assault. *Med Sci Sports Exerc,* 46**,** 341-50.

GYUTON AC, H. J. 2006. *Textbook of medical physiology*, Saunders Elsevier.

HAYES, L. D. & MORSE, C. I. 2010. The effects of progressive dehydration on strength and power: is there a dose response? *Eur J Appl Physiol,* 108**,** 701-7.

HOFFMAN, J. R., STAVSKY, H. & FALK, B. 1995. The effect of water restriction on anaerobic power and vertical jumping height in basketball players. *Int J Sports Med,* 16**,** 214-8.

I, J. 1980. The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate anaerobic test. *Int J Sports Med* 1**,** 21-24.

JEQUIER, E. & CONSTANT, F. 2010. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr,* 64**,** 115-23.

JUDELSON, D. A., MARESH, C. M., FARRELL, M. J., YAMAMOTO, L. M., ARMSTRONG, L. E., KRAEMER, W. J., VOLEK, J. S., SPIERING, B. A., CASA, D. J. & ANDERSON, J. M. 2007. Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc,* 39**,** 1817-24.

KAVOURAS, S. A. 2002. Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care,* 5**,** 519-24.

KOBORI, H., NANGAKU, M., NAVAR, L. G. & NISHIYAMA, A. 2007. The intrarenal renin-angiotensin system: from physiology to the pathobiology of hypertension and kidney disease. *Pharmacol Rev,* 59**,** 251-87.

KOEHLE, M. S., CHENG, I. & SPORER, B. 2014. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine position statement: athletes at high altitude. *Clin J Sport Med,* 24**,** 120-7.

KRAFT, J. A., GREEN, J. M., BISHOP, P. A., RICHARDSON, M. T., NEGGERS, Y. H. & LEEPER, J. D. 2010. Impact of dehydration on a full body resistance exercise protocol. *Eur J Appl Physiol,* 109**,** 259-67.

KRAFT, J. A., GREEN, J. M., BISHOP, P. A., RICHARDSON, M. T., NEGGERS, Y. H. & LEEPER, J. D. 2012. The influence of hydration on anaerobic performance: a review. *Res Q Exerc Sport,* 83**,** 282-92.

LOGAN-SPRENGER, H. M., HEIGENHAUSER, G. J., KILLIAN, K. J. & SPRIET, L. L. 2012. Effects of dehydration during cycling on skeletal muscle metabolism in females. *Med Sci Sports Exerc,* 44**,** 1949-57.

MAKARUK, H., CZAPLICKI, A., SACEWICZ, T. & SADOWSKI, J. 2014. The effects of single versus repeated plyometrics on landing biomechanics and jumping performance in men. *Biol Sport,* 31**,** 9-14.

MANZ, F., JOHNER, S. A., WENTZ, A., BOEING, H. & REMER, T. 2012. Water balance throughout the adult life span in a German population. *Br J Nutr,* 107**,** 1673-81.

MARESH, C. M., WHITTLESEY, M. J., ARMSTRONG, L. E., YAMAMOTO, L. M., JUDELSON, D. A., FISH, K. E., CASA, D. J., KAVOURAS, S. A. & CASTRACANE, V. D. 2006. Effect of hydration state on testosterone and cortisol responses to training-intensity exercise in collegiate runners. *Int J Sports Med,* 27**,** 765-70.

MARGARITOPOULOS, S., THEODOROU, A., MENTHENITIS, S., ZARAS, N., DONTI, O., TSOLAKIS, C. 2015. The effect of plyometric exercises on repeated strength and power performance in elite karate athletes *Journal of Physical Education and Sport,* 15**,** 310-318.

MATTHEW HILLYER, K. M., RABINDARJEET SINGH 2015. The Effects of Dehydration on Skill-Based Performance. *International Journal of Sports Science,* 5**,** 99-107.

MAUGHAN, R. J. 1991. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. *J Sports Sci,* 9 Spec No**,** 117-42.

MAXWELL, N. S., GARDNER, F. & NIMMO, M. A. 1999. Intermittent running: muscle metabolism in the heat and effect of hypohydration. *Med Sci Sports Exerc,* 31**,** 675-83.

MEDICINE, I. O. 2004. *Water. In: Dietary Reference Intakes for Water, Sodium, Cholride, Potassium and Sulfate. ,* Washington, D.C, National Academy Press.

MEIR, R. A. & HALLIDAY, A. J. 2005. Pre- and post-game body mass changes during an international rugby tournament: a practical perspective. *J Strength Cond Res,* 19**,** 713-6.

METHENITIS, S., KARANDREAS, N., SPENGOS, K., ZARAS, N., STASINAKI, A. N. & TERZIS, G. 2016. Muscle Fiber Conduction Velocity, Muscle Fiber Composition, and Power Performance. *Med Sci Sports Exerc,* 48**,** 1761-71.

MEYER, F., SZYGULA, Z. & WILK, B. *Fluid balance, hydration, and athletic performance*.

MILIA, R., ROBERTO, S., PINNA, M., PALAZZOLO, G., SANNA, I., OMERI, M., PIREDDA, S., MIGLIACCIO, G., CONCU, A. & CRISAFULLI, A. 2014. Physiological responses and energy expenditure during competitive fencing. *Appl Physiol Nutr Metab,* 39**,** 324-8.

MILLARD-STAFFORD, M., WENDLAND, D. M., O'DEA, N. K. & NORMAN, T. L. 2012. Thirst and hydration status in everyday life. *Nutr Rev,* 70 Suppl 2**,** S147-51.

MONTAIN, S. J., CHEUVRONT, S. N. & SAWKA, M. N. 2006. Exercise associated hyponatraemia: quantitative analysis to understand the aetiology. *Br J Sports Med,* 40**,** 98-105; discussion 98-105.

MONTAIN, S. J., SMITH, S. A., MATTOT, R. P., ZIENTARA, G. P., JOLESZ, F. A. & SAWKA, M. N. 1998. Hypohydration effects on skeletal muscle performance and metabolism: a 31P-MRS study. *J Appl Physiol (1985),* 84**,** 1889-94.

MURRAY, R. 1996. Dehydration, hyperthermia, and athletes: science and practice. *J Athl Train,* 31**,** 248-52.

NADEL, E. R., FORTNEY, S. M. & WENGER, C. B. 1980. Effect of hydration state of circulatory and thermal regulations. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol,* 49**,** 715-21.

NIBALI, M. L., CHAPMAN, D. W., ROBERGS, R. A. & DRINKWATER, E. J. 2013. Validation of jump squats as a practical measure of post-activation potentiation. *Appl Physiol Nutr Metab,* 38**,** 306-13.

NOAKES, T. D. 2010. Is drinking to thirst optimum? *Ann Nutr Metab,* 57 Suppl 2**,** 9-17.

O'NEAL, E. K., DAVIS, B. A., THIGPEN, L. K., CAUFIELD, C. R., HORTON, A. D. & MCINTOSH, J. R. 2012. Runners greatly underestimate sweat losses before and after a 1-hr summer run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab,* 22**,** 353-62.

OPPLIGER, R. A. & BARTOK, C. 2002. Hydration testing of athletes. *Sports Med,* 32**,** 959-71.
OSTERBERG, K. L., HORSWILL, C. A. & BAKER, L. B. 2009. Pregame urine specific gravity and fluid intake by National Basketball Association players during competition. *J Athl Train,* 44**,** 53-7.
POPKIN, B. M., D'ANCI, K. E. & ROSENBERG, I. H. 2010. Water, hydration, and health. *Nutr Rev,* 68**,** 439-58.
REID, M. B. 2001. Invited Review: redox modulation of skeletal muscle contraction: what we know and what we don't. *J Appl Physiol (1985),* 90**,** 724-31.
ROBERT, F. 2001. Isotope geochemistry. The origin of water on earth. *Science,* 293**,** 1056-8.
ROCHETTE, L. M. & PATTERSON, S. M. 2005. Hydration status and cardiovascular function: effects of hydration enhancement on cardiovascular function at rest and during psychological stress. *Int J Psychophysiol,* 56**,** 81-91.
ROGERS, I. R. & HEW-BUTLER, T. 2009. Exercise-associated hyponatremia: overzealous fluid consumption. *Wilderness Environ Med,* 20**,** 139-43.
ROI, G. S. & BIANCHEDI, D. 2008. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports Med,* 38**,** 465-81.
ROUSANOGLOU, E. N., NOUTSOS, K., PAPPAS, A., BOGDANIS, G., VAGENAS, G., BAYIOS, I. A. & BOUDOLOS, K. D. 2016. Alterations of Vertical Jump Mechanics after a Half-Marathon Mountain Running Race. *J Sports Sci Med,* 15**,** 277-86.
SAWKA, M. N., CHEUVRONT, S. N. & CARTER, R., 3RD 2005. Human water needs. *Nutr Rev,* 63**,** S30-9.
SHIN-YA H., Y. T., TAKAHASHI E., NAKAI S. 2003. Effects of fencing uniform on thermoregulatory responses during exercise in hot environment : Practical field study and laboratory experiment. *Tairyoku kagaku. Japanese journal of physical fitness and sports medicine,* 52**,** 75-88.
SHIRREFFS, S. M. 2003. Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr,* 57 Suppl 2**,** S6-9.
SJOGAARD, G. & SALTIN, B. 1982. Extra- and intracellular water spaces in muscles of man at rest and with dynamic exercise. *Am J Physiol,* 243**,** R271-80.
THOMAS, D. R., COTE, T. R., LAWHORNE, L., LEVENSON, S. A., RUBENSTEIN, L. Z., SMITH, D. A., STEFANACCI, R. G., TANGALOS, E. G., MORLEY, J. E. & DEHYDRATION, C. 2008. Understanding clinical dehydration and its treatment. *J Am Med Dir Assoc,* 9**,** 292-301.
THORNTON, S. N. 2010. Thirst and hydration: physiology and consequences of dysfunction. *Physiol Behav,* 100**,** 15-21.
TSOLAKIS, C., KOSTAKI, E. & VAGENAS, G. 2010. Anthropometric, flexibility, strength-power, and sport-specific correlates in elite fencing. *Percept Mot Skills,* 110**,** 1015-28.
TURNER, A., JAMES, N., DIMITRIOU, L., GREENHALGH, A., MOODY, J., FULCHER, D., MIAS, E. & KILDUFF, L. 2014. Determinants of olympic fencing performance and implications for strength and conditioning training. *J Strength Cond Res,* 28**,** 3001-11.
WALSH, N. P., LAING, S. J., OLIVER, S. J., MONTAGUE, J. C., WALTERS, R. & BILZON, J. L. 2004. Saliva parameters as potential indices of hydration status during acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc,* 36**,** 1535-42.
WEBB, M. C., SALANDY, S. T. & BECKFORD, S. E. 2016. Monitoring hydration status pre- and post-training among university athletes using urine color and weight loss indicators. *J Am Coll Health,* 64**,** 448-55.
WENGER, C. B. 1972. Heat of evaporation of sweat: thermodynamic considerations. *J Appl Physiol,* 32**,** 456-9.
WILK, B., PENDER, N., VOLTERMAN, K., BAR-OR, O. & TIMMONS, B. W. 2013. Influence of pubertal stage on local sweating patterns of girls exercising in the heat. *Pediatr Exerc Sci,* 25**,** 212-20.

WILK, B., RIVERA-BROWN, A. M. & BAR-OR, O. 2007. Voluntary drinking and hydration in non-acclimatized girls exercising in the heat. *Eur J Appl Physiol,* 101**,** 727-34.

YOSHIDA, T., TAKANISHI, T., NAKAI, S., YORIMOTO, A. & MORIMOTO, T. 2002. The critical level of water deficit causing a decrease in human exercise performance: a practical field study. *Eur J Appl Physiol,* 87**,** 529-34.

M, N. 2012. Prepare for and play in the heat.

Παράρτημα 1: Εικόνες και πίνακες

Εικόνα 1: Κλίμακα χρώματος ούρων κατά Armstrong

Παράρτημα 2: Συμφωνητικό εθελοντικής συμμετοχής

ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ ΕΘΕΛΟΝΤΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

ΕΓΩ, Ο /Η ……

ΚΑΤΟΙΚΟΣ ……...

ΜΕ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΓΓΡΑΦΟ ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΩ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΩ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ:

Με το παρόν έγγραφο δηλώνω την εθελοντική συμμετοχή μου στην ερευνητική μελέτη με τίτλο « Εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης νεαρών αθλητών Ξιφασκίας», η οποία θα διεξαχθεί κατά τη διάρκεια προπονητικού καμπ Ξιφασκίας στις εγκαταστάσεις των Εκπαιδευτηρίων Κωστέα Γείτονα στην Παλλήνη, Αττικής από τον Κ. Λάμπρο Συντώση.

Κατανοώ ότι πριν αρχίσουν οι πειραματικές μετρήσεις θα παρακολουθήσω μια προφορική, σύντομη επεξήγηση των πιθανών κινδύνων και των πλεονεκτημάτων από τη συμμετοχή μου στη μελέτη. Η μελέτη θα εξετάσει τα επίπεδα υδάτωσης των ξιφομάχων αθλητών. Η συμμετοχή μου θα συνίσταται από:

- τον προσδιορισμό των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών
- 2 προπονητικά πρωτόκολλα συγκεκριμένης έντασης και με συγκεκριμένες συνθήκες
- Συλλογή ούρων τις ημέρες των μετρήσεων

ΚΑΤΑΝΟΩ ΟΤΙ Η ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΑ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ:

Ι. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ:

Κατανοώ ότι τα ακόλουθα φυσικά χαρακτηριστικά θα μετρηθούν και θα καταγραφούν: ηλικία, ύψος και σωματικό βάρος

ΙΙ. ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΟΥΡΩΝ

Κατανοώ ότι σύμφωνα με το πειραματικό πρωτόκολλο, θα γίνεται συλλογή ούρων για να προσδιοριστούν τα επίπεδα υδάτωσης.

ΔΗΛΩΝΩ ΟΤΙ ΚΑΤΑΝΟΩ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ:

1. Θα συμμετέχω στο προπονητικό καμπ που θα λάβει χώρα στα Εκπαιδευτήρια Κωστέα Γείτονα στην Παλλήνη, Αττικής.
2. Θα μετρηθούν τα ανθρωπομετρικά μου χαρακτηριστικά.
3. Θα δώσω δείγματα ούρων το πρωί, πριν αλλά και αμέσως μετά κάθε προπονητικού πρωτοκόλλου.
4. Θα γίνει μέτρηση του σωματικού μου βάρους πριν την έναρξη του προπονητικού πρωτόκολλου και μετά την ολοκλήρωση αυτού.

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

1. Δεν υπάρχουν κίνδυνοι από τη συμμετοχή μου στην παρούσα μελέτη εκτός από το ενδεχόμενο τραυματισμού μου κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (αλμάτων) ή των δύο (2) προπονητικών πρωτόκολλων.

ΣΥΝΟΨΗ

1. Κατά την άποψή μου έχω λάβει επαρκή ενημέρωση για: α) τη φύση, τη διάρκεια και το σκοπό της μελέτης, β) τα μέσα με τα οποία θα διεξαχθεί η μελέτη και γ) κάθε πιθανή ενόχληση, κινδύνους και παρενέργειες για την υγεία μου που θα μπορούσαν να προκύψουν από τη συμμετοχή μου στη μελέτη.
2. Κατανοώ ότι οποιαδήποτε ερωτήματα που αφορούν οποιαδήποτε διαδικασία και τα πειράματα θα απαντηθούν πλήρως από τον Κ. Συντώση Λάμπρο και τον Κ. Αρναούτη Ιωάννη.
3. Γνωρίζω ότι διατηρώ το δικαίωμα να αποσύρω την αποδοχή συμμετοχής μου στη μελέτη και να διακόψω τη συμμετοχή μου, χωρίς προκατάληψη, ανεξάρτητα από το στάδιο της έρευνας. Επίσης κατανοώ ότι η συμμετοχή μου στη μελέτη μπορεί να τερματισθεί σε οποιαδήποτε φάση από τους υπεύθυνους της μελέτης.
4. Οποιαδήποτε πληροφορία που αφορά εμένα και αποτελέσματα εξετάσεών μου τα οποία θα προκύψουν κατά τη διάρκεια της μελέτης θα παραμείνουν **απόρρητα** και δε θα δημοσιευθούν ονομαστικά σε οποιαδήποτε δημοσίευση προκύψει από τη συγκεκριμένη μελέτη.
5. Εγώ, ο υπογραφόμενος, κατανοώ τις παραπάνω εξηγήσεις και δίνω τη συναίνεσή μου για την εθελοντική συμμετοχή μου στη μελέτη αυτή από τον Κ. Συντώση Λάμπρο.
6. Η ηλικία μου είναι …… Η ημερομηνία γέννησής μου είναι …./…./….. Δηλώνω ότι υπογράφω αυτό το Συμφωνητικό Εθελοντικής Συμμετοχής με ελεύθερη βούληση.
7. Η σημερινή ημερομηνία είναι …./…./2016.

Το παρόν υπογράφηκε υπό την παρουσία μου, καθώς και την παρουσία των ακολούθων:

Ο εθελοντής	Ο μάρτυρας	Ο ερευνητής
(όνομα και υπογραφή)	(όνομα και υπογραφή)	(όνομα και υπογραφή)