

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ  
ΣΩΜΑΤΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

της

Λυδίας Τσουτσουμπί

Ακαδημαϊκός Σύμβουλος

Ανδρέας Φλουρής

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

2016

©Copyright

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την εκπόνηση της Μεταπτυχιακής Διατριβής ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Θα ήθελα λοιπόν, με την αφορμή αυτή, να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν καθόλη την διάρκεια του προγράμματος και της συγγραφής

Πρώτα από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ανδρέα Φλουρή, γιατί χωρίς την πολύτιμη συμβολή και βοήθειά του δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η παρούσα έρευνα. Επίσης θα ήθελα να τον ευχαριστήσω και για τις πολύτιμες οδηγίες και συμβουλές του κατά την διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου και μέλη του εργαστηρίου περιβαλλοντικής φυσιολογίας FAME Laboratory, για την βοήθεια και την καθοδήγησή τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συμβολή τους και την ηθική συμπαράστασή που μου παρείχαν.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ειδικό βάρος ούρων (ΕΔΟ) είναι μια ευρέως αποδεκτή μέθοδος για την εκτίμηση των επιπέδων αφυδάτωσης του σώματος, η οποία όμως έχει περιορισμένη πρακτικότητα σε μετρήσεις πεδίου. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με την αξιολόγηση του ειδικού βάρους σε άλλα υγρά του σώματος όπως η σίελος και ο ιδρώτας. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να συγκρίνουμε το ΕΔΟ με το ειδικό βάρος σιέλου (ΕΔΣ) και ιδρώτα (ΕΔΙ) για την εκτίμηση των επιπέδων αφυδάτωσης του σώματος, προκειμένου να εξεταστεί το ενδεχόμενο της αντικατάστασης του ΕΔΟ για λόγους πρακτικότητας. Είκοσι υγιείς μη-καπνιστές άνδρες [28.2±3.9 έτη, 1.75±0.52m ύψος, 72.7±5.8kg βάρος, 9.3±2.9% σωματικού λίπους, 54.0±6.5 ml/kg/min μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2peak}$ )] που αθλούνταν >3 φορές/εβδομάδα, έτρεξαν για μια ώρα σε δαπεδοεργόμετρο σε ένταση 70% της  $VO_{2peak}$  και συνθήκες περιβάλλοντος 30°C και 35% σχετική υγρασία. Πραγματοποιήθηκαν στο σύνολο 5 μετρήσεις. Η πρώτη ήταν η αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και οι υπόλοιπες 4 ήταν η μία ώρα τρέξιμο. Τα ΕΔΟ και ΕΔΣ μετρήθηκαν πριν και μετά το πρωτόκολλο άσκησης. Το ΕΔΙ μετρήθηκε στο 15<sup>ο</sup> λεπτό της άσκησης και στο τέλος της άσκησης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης Wilcoxon signed rank tests, έδειξαν ότι το ΕΔΟ παρουσιάζει τιμές όμοιες με εκείνες του ΕΔΣ και του ΕΔΙ για την εκτίμηση των επιπέδων αφυδάτωσης ( $p>0.05$ ). Επίσης, τα 95% όρια συμφωνίας (μέσος όρος μετρήσεων -0.0019±0.0146 για την σίελο και -0,0005±0,0134 για τον ιδρώτα) και ο ποσοστιαίος συντελεστής απόκλισης (μέσος όρος μετρήσεων 0.75% για τη σίελο και 0,69% για τον ιδρώτα) έδειξαν ότι οι διαφορές από το ΕΔΟ στις τιμές που λαμβάνονται από το ΕΔΣ και το ΕΔΙ είναι πολύ μικρές και πρακτικά ασήμαντες. Συμπερασματικά το ΕΔΣ και το ΕΔΙ μπορούν να αντικαταστήσουν το ΕΔΟ, κυρίως σε περιπτώσεις όπου η πρακτικότητα έχει καθοριστικό ρόλο.

**Λέξεις κλειδιά:** Αφυδάτωση, ειδικό βάρος ούρων, σίελος, ιδρώτας

## ABSTRACT

The urine specific gravity (Usg) is a widely accepted method for assessing dehydration but with limited practicality in field measurements. This problem can be addressed by evaluating the specific gravity in other body fluids such as saliva and sweat, to consider the Usg replacement for reasons of practicality. The aim of this study was to compare the Usg with the specific gravity of saliva (SAsg) and sweat (SWsg) for assessing dehydration levels, to consider the Usg replacement for reasons of practicality. Twenty healthy men [non-smokers,  $28.2\pm 3.9$  years,  $1.75\pm 0.52$ m height,  $72.7\pm 5.8$ kg weight,  $9.3\pm 2.9\%$  body fat,  $54.0 \pm 6.5$  ml/kg/min peak oxygen uptake ( $VO_{2peak}$ )] who exercised  $>3$  times a week, ran for one hour on a treadmill at  $70\%$   $VO_{2peak}$  and ambient conditions of  $30^{\circ}\text{C}$  and  $35\%$  relative humidity. There were in all five measurements. The first was to evaluate the maximum oxygen intake and the remaining four were run one hour. The Usg and SAsg were measured before and after the exercise protocol. The SWsg was measured in the 15<sup>th</sup> minute and at the end of the exercise. Results of Wilcoxon signed rank tests analysis showed no significant differences between Usg, SAsg, and SWsg values ( $p>0.05$ ). Also the analysis of the 95% limits of agreement (average measurements  $-0.0019 \pm 0.0146$  for saliva and  $-0.0005 \pm 0.0134$  for sweat) and the percentage coefficient of variation (average measurements  $0.75\%$  for saliva and  $0.69\%$  for sweat) showed that the differences in SAsg, and SWsg as compared to Usg were minimal and of no physiological value. In conclusion, the SAsg and the SWsg may replace the Usg, especially when practicality is important.

**Key words:** Dehydration, urine specific gravity, saliva, sweat

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Λυδία Τσουτσουμπί 09/2014, μεταπτυχιακή φοιτήτρια του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία»

δηλώνω υπεύθυνα ότι αποδέχομαι τους παρακάτω όρους που αφορούν

(α) στα πνευματικά δικαιώματα της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) μου με τίτλο: «Σχεδιασμός και υλοποίηση νέων μεθόδων αξιολόγησης της σωματικής αφυδάτωσης»

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

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

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

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

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

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

08/01/2016

Η δηλούσα

Λυδία Τσουτσουμπή

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	3
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	5
ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ .....	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	12
ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ .....	12
ΙΔΡΩΤΑΣ .....	13
ΣΥΣΤΑΣΤΗ ΙΔΡΩΤΑ.....	13
ΙΔΡΩΤΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΩΜΑ .....	14
ΙΔΡΩΤΑΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ .....	14
ΙΔΡΩΤΑΣ ΚΑΙ ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ .....	16
ΣΚΟΠΟΣ .....	17
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ .....	17
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	19
ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ .....	19
ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ .....	19
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ.....	20
ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ.....	21
ΟΓΚΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ .....	21
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ .....	21
ΒΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ.....	23
ΧΡΩΜΑ ΟΥΡΩΝ .....	26
ΩΣΜΩΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΟΥΡΩΝ .....	28
ΟΓΚΟΣ ΟΥΡΩΝ.....	28
ΣΙΕΛΟΣ.....	28
ΔΙΨΑ .....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	32
ΔΕΙΓΜΑ.....	32
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ .....	32
ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ .....	33



ΔΕΙΓΜΑ ΟΥΡΩΝ.....	33
ΔΕΙΓΜΑ ΙΔΡΩΤΑ.....	34
ΑΣΚΗΣΗ.....	35
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	45
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΕΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ.....	49

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τρόποι και μέσα συλλογής των δειγμάτων (ούρα, σίελος, ιδρώτας).....	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Αναλύσεις Wilcoxon signed-rank test, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των δειγμάτων.....	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Ανάλυση μεγέθους επίδρασης.....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Ανάλυση 95% ορίων συμφωνίας.....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Ανάλυση % συντελεστή διακύμανσης.....	39

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1. Ποσόστωση υγρών στο σώμα και ο διαχωρισμός τους.....	23
ΕΙΚΟΝΑ 2. Cole Cole γράφημα μέτρηση αντίστασης με βιοηλεκτρική αγωγιμότητα για τον υπολογισμό της συνολικής ποσότητας νερού στο σώμα.....	26
ΕΙΚΟΝΑ 3. Κλίμακα αξιολόγησης χρώματος ούρων με βάση τους Armstrong και τους συνεργάτες του.....	27
ΕΙΚΟΝΑ 4. Κλίμακα αντιλαμβανόμενης δίψας.....	31
ΕΙΚΟΝΑ 5. Σύγκριση όλων του ειδικού βάρους ούρων (ΕΔΟ), του ειδικού βάρους σιέλου (ΕΔΣ) και του ειδικού βάρους ιδρώτα (ΕΔΣ) πριν και μετά.....	37

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Ο ορισμός της αφυδάτωσης έχει δύο έννοιες, αυτή της κλινικής αφυδάτωσης και αυτή της αφυδάτωσης στην άσκηση (Thomas et al., 2008). Η συμμετοχή των ατόμων σε διάφορες σωματικές δραστηριότητες προκαλεί έκκριση ιδρώτα εξαιτίας της διατήρησης της θερμικής ομοιόστασης. Η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος σε θερμό περιβάλλον συνδέεται με την αύξηση της εφίδρωσης η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση αν δεν γίνει η απαραίτητη αναπλήρωση των υγρών που χάθηκαν (Racinais et al., 2015). Η αφυδάτωση που προκαλείται από την άσκηση οδηγεί σε μείωση του όγκου του πλάσματος λόγω της υποενυδάτωσής. Αυτή η μείωση του πλάσματος είναι ανάλογη με την μείωση του συνολικού νερού στο σώμα. Όταν στο πλάσμα υπάρχει λιγότερο νερό από το φυσιολογικό, μειώνεται ο ρυθμός εφίδρωσης επομένως μειώνεται και η απώλεια της θερμότητας μέσω της εξάτμισης. Επιπλέον η αφυδάτωση μειώνει την καρδιακή πλήρωση και έτσι αυξάνεται η πίεση του αίματος (Racinais et al., 2015). Έτσι ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων κάνει τον άνθρωπο λιγότερο ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες (Racinais et al., 2015). Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η αφυδάτωση μειώνει την αερόβια ικανότητα κατά την διάρκεια της άσκησης, όμως αυτός ο ισχυρισμός δεν είναι αποδεκτός από όλους (Goulet, 2011; Racinais et al., 2015). Πολλές μελέτες (Below, Mora-Rodriguez, Gonzalez-Alonso, & Coyle, 1995; Chevront & Kenefick, 2014; Racinais et al., 2015) αναφέρουν ότι η αφυδάτωση επηρεάζει την αερόβια απόδοση σε θερμό περιβάλλον όταν υπάρχει απώλεια νερού  $\geq 2\%$  της μάζας του σώματος. Από την άλλη πρόσφατες μελέτες (Goulet, 2011; Racinais et al., 2015) δείχνουν ότι αφυδάτωση τη τάξεως  $\sim 4\%$  σε φυσιολογικές συνθήκες δεν επηρεάζει την απόδοση στην ποδηλασία, όμως πρέπει να σημειωθεί ότι η αναφορά αυτή γίνεται για καλά προπονημένους ποδηλάτες (Racinais et al., 2015).

## ΙΔΡΩΤΑΣ

Η παραγωγή του ιδρώτα μεταβάλλεται αρκετά κατά την διάρκεια της ημέρας. Είναι χαμηλή για τα υποκινητικά άτομα ενώ μπορεί να είναι πολύ υψηλή για ανθρώπους που εκτίθενται σε μέτρια θερμοκρασία περιβάλλοντος και κάνουν έντονη σωματική άσκηση. Επιπλέον, ο αυξημένος ρυθμός εφίδρωσης είναι άμεσα συνδεδεμένος με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, δηλαδή σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και σε μεγάλα ποσοστά υγρασίας ο ρυθμός εφίδρωσης του ανθρώπου αυξάνεται. Το σώμα προσαρμόζει την παραγωγή του ιδρώτα προκειμένου να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος (Stone, Stone, & Sands).

## ΣΥΣΤΑΣΤΗ ΙΔΡΩΤΑ

Ο ιδρώτας αποτελείται σε ποσοστό 99% από νερό με pH (μέσο οξύτητας ή αλκαλικότητας μιας χημικής ουσίας) 5 με 7 (Montain, Cheuvront, & Lukaski, 2007). Το υπόλοιπο ποσοστό είναι διάφοροι ηλεκτρολύτες όπως είναι το νάτριο με μέσο όρο περιεκτικότητας  $35 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$  (εύρος τιμών  $10-70 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ ), το κάλιο  $5 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $3-15 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ ), ασβέστιο  $1 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $0.3-2 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ ), μαγνήσιο  $0.8 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $0.2-1.5 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ ), και τέλος χλωριούχο νάτριο  $30 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $5-60 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) (Sawka et al., 2007). Όσον αφορά το νάτριο, η περιεκτικότητά του εξαρτάται από παράγοντες όπως η διατροφή, η γενετική προδιάθεση, ο ρυθμός εφίδρωσης, το επίπεδο ενυδάτωσης και ο εγκλιματισμός σε θερμό περιβάλλον (Sawka et al., 2007). Τέλος, η σύσταση του ιδρώτα δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την ηλικία ή το φύλο (Sawka et al., 2007).

## ΙΔΡΩΤΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

Είναι γνωστό από την βιβλιογραφία ότι κατά την διάρκεια της άσκησης περίπου το 80% αποβάλλεται από το σώμα με την μορφή θερμότητας (Sawka et al., 2007). Λόγω αυτής της μεγάλης απώλειας ενέργειας, η παραγωγή έργου 75 W απαιτεί μεταβολικό ρυθμό 500 W όπου 425 W χάνονται ως θερμότητα (Kenny & Flouris, 2014; Wang & Gao, 2014). Σε δροσερά περιβάλλοντα η δυνατότητα της αποβολής θερμότητα μέσω θερμορρυθμιστικών παραγόντων όπως η ακτινοβολία και η αγωγή μειώνουν την ανάγκη για ψύξη του οργανισμού μέσω της εξάτμισης οπότε μειώνεται και ο ρυθμός εφίδρωσης του ατόμου (Sawka et al., 2007). Επιπρόσθετα όταν το περιβάλλον είναι δροσερό και υπάρχει αρκετή απώλεια θερμότητας απαιτούνται χαμηλότερα επίπεδα εφίδρωσης. Σε περιπτώσεις όπου ο ιδρώτας «χάνεται», είτε γιατί στάζει και πέφτει στο έδαφος ή σε οποιαδήποτε άλλη επιφάνεια πέραν του σώματος, είτε γιατί σκουπίζεται και φεύγει από την επιφάνεια του δέρματος και δεν εξατμίζεται, τότε απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες παραγωγής ιδρώτα. Τέλος, σε περιπτώσεις όπου υπάρχει υψηλή ροή αέρα/ανέμου τότε διευκολύνεται και επιταχύνεται η εξάτμιση του ιδρώτα και έτσι απαιτούνται χαμηλότερα επίπεδα εφίδρωσης (Sawka et al., 2007). Αντίστοιχα η αερόβια προπόνηση έχει μία μέτρια επίδραση στην ενίσχυση του ρυθμού εφίδρωσης (Sawka et al., 2007).

## ΙΔΡΩΤΑΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ

Σύμφωνα με τον Orpliger και τον Bartok προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοϊδική ισορροπία υπάρχουν μεταβολές στο σωματικό βάρος, λόγω της απώλειας υγρών από το σώμα μέσω του ιδρώτα και της εξάτμισής του (Orpliger & Bartok, 2002). Όσον αφορά τους αθλητές η μεγαλύτερη απώλεια υγρών προκαλείται για την εξασφάλιση της σωστής ρύθμισης της θερμοκρασίας στο σώμα. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο για την ροή της απώλειας του ιδρώτα στην άσκηση, έχουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η έντασης της άσκησης. Μία

φυσιολογική απώλεια βάρους λόγω της απώλειας ιδρώτα σε ημερήσια βάση είναι περίπου 1%, ενώ σε έναν αθλητή αυτό το ποσοστό αυξάνεται στο 5% ή και περισσότερο ανάλογα με την ένταση της άσκησης (Oppliger & Bartok, 2002).

Σύμφωνα με τον Sawka και τους συνεργάτες του, διάφορα ατομικά χαρακτηριστικά όπως η γενετική προδιάθεση, η ύπαρξη η όχι εγκλιματισμού και η μεταβολική απόδοση επηρεάζουν τις τιμές του ιδρώτα (Sawka et al., 2007). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλο εύρος στην ροή του ιδρώτα αλλά και την συνολική ποσότητα απώλειας ιδρώτα, από άτομο σε άτομο σε διάφορες δραστηριότητες, αλλά και στο ίδιο άτομο στην ίδια δραστηριότητα από μέρα σε μέρα (Sawka et al., 2007). Για παράδειγμα σε ένα μαραθώνιο αγώνα δρόμου ένας ελίτ αθλητής θα έχει συνολική ποσότητα απώλειας ιδρώτα ίδια με αυτή ενός ερασιτέχνη, αλλά ο ελίτ αθλητής θα έχει μεγαλύτερη ροή απώλειας ιδρώτα. Αυτό συμβαίνει γιατί ο ελίτ αθλητής θα τερματίσει πολύ πιο γρήγορα από έναν ερασιτέχνη οπότε ισοσταθμίζεται και η συνολική ποσότητα αφυδάτωσης (Oppliger & Bartok, 2002). Σε μεγάλη απώλεια σωματικού βάρους κατά την άσκηση μπορεί να υπολογιστεί ο ρυθμός εφίδρωσης προκειμένου να προβλεφθεί η κατάσταση των σωματικών υγρών. Απώλεια 1 ml ιδρώτα αντιπροσωπεύει μείωση 1 gr σωματικού βάρους. (Sawka et al., 2007).

Κατά τον μαραθώνιο και τον υπερμαραθώνιο αγώνα δρόμου οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εκδήλωσης υπονατριάμιας [(λιγότερο νάτριο στον ορό από το 35 mEq/L ) (Simon, 2015)] από τους άντρες και αυτό ίσως οφείλεται σε βιολογικούς και κοινωνικοπολιτικούς παράγοντες, ωστόσο δεν υπάρχει κάποια αναφορά στην βιβλιογραφία για την εξήγηση αυτού του φαινομένου. Παλαιότερες πληροφορίες αναφέρονται στο γεγονός ότι ο υψηλότερος ρυθμός εφίδρωσης των γυναικών, σε συνδυασμό με την μικρότερη περιεκτικότητα νερού στο σώμα τους οδηγούν σε αραίωση μεγαλύτερη από αυτή των αντρών και οδηγεί σε υπόνατριάμια (Sawka et al., 2007).

## ΙΔΡΩΤΑΣ ΚΑΙ ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ

Ένα άλλο θέμα που μπορεί να προκύψει κατά την άθληση όσον αφορά τον ιδρώτα, αφορά τον ρουχισμό. Όταν ένα άθλημα απαιτεί βαρύ ρουχισμό, όπως για παράδειγμα το αμερικάνικο ποδόσφαιρο, αυξάνεται η θερμική καταπόνηση και έτσι αυξάνονται και οι απαιτήσεις για ψύξη του οργανισμού μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα σε θερμό περιβάλλον (Sawka et al., 2007). Αντίστοιχα όταν σε κρύο περιβάλλον ο ρουχισμός είναι βαρύς και αδιαπέραστος τότε πάλι τα επίπεδα εφίδρωσης θα είναι υπερβολικά αν αναλογιστεί κανείς τον κρύο καιρό (Sawka et al., 2007). Τέλος, από διάφορους συγγραφείς προτείνεται κατά την διάρκεια της άσκησης το άτομο να είναι γυμνό ή με πολύ λίγα ρούχα προκειμένου ο ιδρώτας να μην «χάνεται» (επειδή απορροφάται από τα ρούχα) και να μην χρειάζεται να δαπανηθεί παραπάνω ενέργεια, προκειμένου ο οργανισμός να αυξήσει την εφίδρωση (Oppliger & Bartok, 2002; Sawka et al., 2007).

Γενικά στην βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετοί τρόποι (πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο 2) να αξιολογηθούν τα επίπεδα της σωματικής αφυδάτωσης, ωστόσο οι περισσότεροι χρειάζονται εργαστηριακές μετρήσεις. Αυτό δημιουργεί ένα πρόβλημα το οποίο είναι η πρακτικότητα. Δηλαδή, οι συγκεκριμένες μετρήσεις δεν μπορούν να γίνουν στο πεδίο ώστε τα αποτελέσματα επομένως και η αντιμετώπιση της πιθανής αφυδάτωσης να είναι άμεση. Υπάρχει βέβαια και η μέτρηση του ειδικού βάρους ούρων και η αξιολόγηση του χρώματος των ούρων οι οποίες δεν χρειάζονται εργαστηριακές μετρήσεις, ωστόσο πάλι το άτομο (ο αθλητής ή ο εργαζόμενος) θα πρέπει να αποχωρήσει από τον χώρο που είναι για να δώσει δείγμα ούρων, οπότε τίθεται πάλι ζήτημα πρακτικότητας.



## ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να σχεδιαστούν μέθοδοι μέτρησης για την αξιολόγηση της αφυδάτωσης, προκειμένου να γίνει πιο εύκολη και πιο πρακτική η μέτρηση της σωματικής αφυδάτωσης. Στην παρούσα μελέτη λοιπόν θα αξιολογηθούν το ειδικό βάρος ούρων (ΕΔΟ) το ειδικό βάρος σιέλου (ΕΔΣ) και τέλος το ειδικό βάρος ιδρώτα (ΕΔΙ), προκειμένου να γίνει μία σύγκριση αυτών των μεθόδων και να φανεί αν το ΕΔΟ μπορεί να αντικατασταθεί από το ΕΔΣ και το ΕΔΙ. Αυτό αποσκοπεί στην λύση του προβλήματος που πρόκυπτε από τις άλλες μελέτες, το οποίο είναι η πρακτικότητα

## ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα μελέτη θα προσφέρει την υλοποίηση έγκυρων, αξιόπιστων και πιο πρακτικών μεθόδων για την αξιολόγηση των επιπέδων της σωματικής αφυδάτωσης. Ο λόγος που αυτές οι μετρήσεις έχουν σημασία είναι γιατί έτσι θα μπορεί να μετρηθεί η αφυδάτωση κατά την διάρκεια ενός αγώνα, ή σε άτομα των οποίων η εργασία συνδέεται με έντονη σωματική δραστηριότητα ή εκτίθενται συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα αποτελέσματα θα είναι άμεσα, οπότε και ο αθλητής ή ο εργαζόμενος θα είναι καθ' όλη την διάρκεια του αγώνα ή της δουλειάς ενυδατωμένος για να μπορεί να πετύχει το μέγιστο στις απόδοσης του.

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ

Η ερευνητική υπόθεση στην παρούσα μελέτη ήταν να εξεταστεί αν το ειδικό βάρος σιέλου (ΕΔΣ) και το ειδικό βάρος ιδρώτα (ΕΔΙ) μπορούν να αξιολογήσουν αξιόπιστα και έγκυρα τα επίπεδα της σωματικής αφυδάτωσης.

## ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ

Η ερευνητική υπόθεση στην παρούσα μελέτη ήταν να εξεταστεί αν το ΕΔΣ και το ΕΔΙ δεν μπορούν να αξιολογήσουν αξιόπιστα και έγκυρα τα επίπεδα της σωματικής αφυδάτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ

Ο όρος ενυδάτωση αναφέρεται στην φυσιολογική περιεκτικότητα υγρών στο σώμα (Oppliger & Bartok, 2002; Sawka et al., 2007). Η συγκεκριμένη κατάσταση στο σώμα δεν έχει διευκρινιστεί επακριβώς, αλλά φαίνεται ότι «δείχνει την κανονική, καθημερινή περιεκτικότητα σε νερό» (Oppliger & Bartok, 2002). Σύμφωνα με τον Oppliger και τους συνεργάτες του (Oppliger & Bartok, 2002), ο ορισμός αυτός είναι πιο πολύ θεωρητικός παρά μετρήσιμος. Ως εκ τούτου, ο συγκεκριμένος συγγραφέας καθόρισε για τους αθλητές μία σειρά συγκεκριμένων σημείων που μπορούν να μετρηθούν: «ένα σωματικό βάρος το οποίο είναι σχετικά σταθερό (σε εύρος 0.45kg) μέρα με τη μέρα, θα έχει επαρκή πρόσληψη υγρών για να διατηρηθεί ο κανονικός όγκος και η συγκέντρωση του ουροποιητικού να υπάρχει η σχετική σταθερότητα του συνολικού νερού του σώματος (ΣΝΣ) εξωκυττάριο νερό και ενδοκυτταρικό νερό και τέλος κανονική χημεία του αίματος» (Oppliger & Bartok, 2002). Οι όροι υποενυδάτωση και υπερενυδάτωση αναφέρονται σε μειωμένη περιεκτικότητα νερού στο σώμα και στην υπερβολική περιεκτικότητα νερού στο σώμα, αντίστοιχα (Sawka et al., 2007).

### ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή ο ορισμός της αφυδάτωσης έχει δύο εκδοχές, αυτή της κλινικής αφυδάτωσης και αυτή της αφυδάτωσης στην άσκηση. Σύμφωνα με μία μελέτη του Oppliger και των συνεργατών του στην αθλητιατρική τα επίπεδα της σωματικής αφυδάτωσης μετρούνται βάση των επιπέδων απώλειας βάρους στην διάρκεια της μέρας (Oppliger & Bartok, 2002). Σύμφωνα πάλι με την ίδια ομάδα ερευνητών, προκειμένου ένας αθλητής να θεωρηθεί αφυδατωμένος θα πρέπει να έχει χάσει το  $\geq 3\%$  του σωματικού του βάρους. Ακόμα τονίζουν ότι πρέπει να δοθεί σημασία και στον τρόπο με τον οποίο χάνεται το βάρος και όχι

μόνο η ποσότητα αυτού. Στην συνέχεια διευκρινίζονται οι τρεις τύποι αφυδάτωσης που είναι η υπερτονική αφυδάτωση, η ισοτονική και η υποτονική αφυδάτωση (Oppliger & Bartok, 2002). Όσον αφορά την υπερτονική αφυδάτωση συμβαίνει κυρίως μετά από άσκηση όπου υπάρχει εφίδρωση. Ο συγκεκριμένος τύπος αφυδάτωσης χαρακτηρίζεται από υπερνατριαιμία, υπερωσμωμοριακότητα και από τη μείωση του όγκου του πλάσματος. Η ισοτονική αφυδάτωση παρατηρείται κυρίως σε αθλήματα αισθητικού τύπου (body building) και σε αθλήματα που υπάρχουν κατηγορίες ανάλογα με το βάρος των αθλητών. Ο συγκεκριμένος τύπος χαρακτηρίζεται από ταυτόχρονη απώλεια νερού και καλίου και γι αυτό δεν είναι εμφανής με αιματολογικούς δείκτες ή δείκτες ούρων. Η ισοτονική αφυδάτωση μπορεί να επέλθει μετά από εμετό. Τέλος, ένα άλλο είδος αφυδάτωσης είναι η υποτονική αφυδάτωση στη οποία παρατηρείται μεγαλύτερη αποβολή νατρίου από αυτή του νερού. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχει μικρή πρόσληψη νατρίου ή έχει γίνει χρήση διουρητικών φαρμάκων (Oppliger & Bartok, 2002).

## ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ

Ως ειδικό βάρος ορίζεται ο λόγος του βάρους ενός σώματος προς τον όγκο αυτού ή προς το βάρος ίσου όγκου αποσταγμένου ύδατος και θερμοκρασίας 4 βαθμών Κελσίου (Hough, Briggs, Stevens, & Young, 1991). Όταν η πυκνότητα υγρών είναι μεγαλύτερη αυτής του νερού τότε θεωρείται ότι η τιμή του ειδικού βάρους είναι μεγαλύτερη από 1.000 (Armstrong, 2005). Στους υγιείς ενήλικες τα φυσιολογικά δείγματα ούρων κυμαίνονται από 1.013 έως 1.029. Όταν κάποιος άνθρωπος είναι αφυδατωμένος τότε το ειδικό βάρος των ούρων του θα είναι περίπου 1.030 (Armstrong, 2005). Ένας γρήγορος τρόπος εργαστηριακής μέτρησης, ή μέτρησης πεδίου του ειδικού βάρους είναι με ένα διαθλασίμετρο χειρός (Armstrong, 2005). Το διαθλασίμετρο χειρός χρειάζεται μόνο μερικές σταγόνες ούρων στην ειδική υποδοχή και

μετά μία ακτίνα φωτός περνά και γίνεται ο υπολογισμός του ειδικού βάρους (Armstrong, 2005).

## ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

### ΟΓΚΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ

Το πλάσμα είναι το υγρό τμήμα του αίματος το οποίο αποτελεί περίπου το 5% της συνολικής μάζας του σώματος (Armstrong, 2005). Η ωσμωμοριακότητα του πλάσματος αποτελεί τον πιο ευρέως διαδεδομένο δείκτη των επιπέδων αφυδάτωσης των ατόμων και αυτό γιατί η ωσμωμοριακότητα του εξωκυττάριου υγρού διεγείρει σημαντικούς ρυθμιστικούς μηχανισμούς των υγρών του σώματος (Armstrong, 2005). Ορισμένοι ερευνητές θεωρούν το πλάσμα ως τη μόνη έγκυρη μέθοδο μέτρησης των επιπέδων αφυδάτωσης, γιατί με μία μόνο μικρή αύξηση της ωσμώμοριακότητάς του, της τάξης του 1%, ενεργοποιείται η αίσθηση της δίψας (Armstrong, 2005). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ωσμωμοριακότητα του πλάσματος θα πρέπει να μετράται αμέσως μετά από την λήψη ενός δείγματος αίματος που έχει συλλεχθεί και να φυγοκεντρηθεί άμεσα, γιατί όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης του σε ήπιες ή δροσερές περιβαλλοντικές συνθήκες εργαστηρίου η ωσμωμοριακότητα μειώνεται (Armstrong, 2005).

### ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Το νερό στο σώμα αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του σωματικού βάρους καθώς καταλαμβάνει ένα ποσοστό της τάξης του 50-70% της συνολικής μάζας του σώματος (Oppliger & Bartok, 2002). Αναλογιζόμενος κανείς ότι το νερό βρίσκεται μόνο στην άλιπη σωματική μάζα, καθώς ο λιπώδης ιστός δεν περιέχει νερό, τότε θα διαπιστώσει ότι όσο μειώνεται η λιπώδης μάζα τόσο αυξάνεται η ποσότητα του νερού στο σώμα. Το ποσοστό

αυτό διαμορφώνεται στο 60-70% για τους άντρες και στο 50-55% για τις γυναίκες. Η συνολική ποσότητα νερού είναι τα υγρά που περιέχονται στο εξωκυττάριο και στο ενδοκυττάριο χώρο (Cheuvront & Kenefick, 2014). Ο εξωκυττάριος όγκος είναι το σύνολο των υγρών έξω από το κύτταρο συμπεριλαμβανομένου του διάμεσου υγρού και του πλάσματος και καταλαμβάνει το 24.9% συνολικού νερού στο σώμα [(Armstrong, 2007; Oppliger & Bartok, 2002), (EIKONA 1)]. Ο ενδοκυττάριος όγκος αποτελείται από το υγρό στο εσωτερικό κυτταρικό ιστό και καταλαμβάνει το 38.4% του συνολικού νερού στο σώμα (Armstrong, 2007; Oppliger & Bartok, 2002). Όσον αφορά την μέτρηση της συνολικής ποσότητας νερού στο σώμα ο Armstrong ισχυρίζεται ότι οι τεχνικές ισοτοπικής διάλυσης και ανάλυσης ενεργοποίησης των νετρονίων θεωρούνται ο γενικός κανόνας μέτρησης τόσο της συνολικής ποσότητας νερού στο σώμα όσο και της μέτρησης των διαμερισμάτων των υγρών στο σώμα (Armstrong, 2007). Ωστόσο, προκειμένου η συγκεκριμένη μέτρηση να γίνει ο «χρυσός κανόνας» πρέπει να αναφέρεται μόνο σε ελεγχόμενες συνθήκες, καθώς η συνολική ποσότητα νερού, ο συνολικός όγκος υγρών των διάφορων «διαμερισμάτων» στο σώμα αλλά και η περιεκτικότητα/συγκέντρωση του εξωκυτταρίου υγρού πρέπει να είναι σταθεροποιημένη και ισοσταθμισμένη (Armstrong, 2007). Παρόλα αυτά στην καθημερινότητα ενός ανθρώπου τα σωματικά υγρά σπάνια μένουν σταθερά έτσι οι μετρήσεις της ισότοπης διάλυσης και της συνολικής ποσότητας νερού χρειάζονται 3-5 ώρες προκειμένου να εξισορροπηθούν και να μπορούν να αναλυθούν (Armstrong, 2007).

ΕΙΚΟΝΑ 1. Ποσόστωση υγρών στο σώμα και ο διαχωρισμός τους.



## ΒΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Η βιοηλεκτρική ανάλυση σύνθετης αντίστασης είναι ένα τρόπος μέτρησης της συνολικής ποσότητας νερού στο σώμα (De Lorenzo, Andreoli, & Matthie, 1997). Σε μία μέτρηση βιοηλεκτρικής ανάλυσης σύνθετης αντίστασης, εφαρμόζεται εναλλασσόμενο ρεύμα 50 kHz σε όλη την επιφάνεια του σώματος και μετράται η αντίσταση που παρουσιάζει ο λιπώδης ιστός στην εφαρμογή του ρεύματος λόγω του ότι είναι κακός αγωγός, διότι περιέχει πολύ μικρή ποσότητα νερού (De Lorenzo et al., 1997). Για την εφαρμογή του ρεύματος υπάρχουν τρεις μέθοδοι: από τον καρπό στο πόδι, από το ένα πόδι στο άλλο πόδι, και από βραχίονα σε βραχίονα με ένα μηχάνημα χειρός. Υπάρχουν μηχανήματα που κάνουν αναλύσεις και δίνουν σαν τελικό αποτέλεσμα την συνολική ποσότητα νερού και το ποσοστό του σωματικού λίπους, ενώ κάποιες άλλες συσκευές δίνουν την αντίσταση και έπειτα η σύσταση του σώματος θα πρέπει να υπολογιστεί προσεχτικά με συγκεκριμένες αναλύσεις. Οι αναλυτές πολλαπλών συχνοτήτων νέας γενιάς που ονομάζονται φασματοσκοπία βιοηλεκτρικής εμπέδησης, πραγματοποιούν τη μέτρηση της αντίστασης και αντίδρασης του σώματος όταν εφαρμόζεται. Όταν η αντίσταση και αντίδραση στις συχνότητες που προαναφέρθηκαν

προσομοιώνονται με ένα διάγραμμα που ονομάζεται Cole-Cole, τότε το συνολικό νερό στο σώμα μπορεί να υπολογιστεί με την χρήση εξισώσεων που αφορούν το εξωκυττάριο και το ενδοκυττάριο υγρό (De Lorenzo et al., 1997). Σε ένα γράφημα Cole-Cole παρουσιάζεται η καμπύλη (αντίστασης-αντίδρασης) ανάλογα με την αντίσταση που χρησιμοποιείται. Πιο συγκεκριμένα όταν η αντίσταση είναι μηδενική τότε αυτή δεν περνά την κυτταρική μεμβράνη, η οποία ενεργεί ως «μονωτής», και ως εκ τούτου το ρεύμα περνά μέσα από το εξωκυττάριο υγρό, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη μετρούμενη αντίσταση του σώματος. Όταν η συχνότητα της αντίστασης είναι πολύ υψηλή τότε το σώμα ανταποκρίνεται τέλεια και έτσι γίνεται η μέτρηση του εξωκυττάριο και του ενδοκυττάριο υγρού μαζί [(De Lorenzo et al., 1997; Muobarakm, 2012), (EIKONA 2.)]. Ο υπολογισμός των επιπέδων των υγρών στο σώμα μέσω αυτών των μεθόδων είναι πολύ πρακτικός, μη παρεμβατικός, ασφαλής και εύκολα εκπαιδεύεται κάποιος σε αυτήν την μέτρηση (Oppliger & Bartok, 2002). Ωστόσο προκειμένου οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες θα πρέπει να τηρηθεί ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο όπως αναφέρεται από τον Oppliger και τους συνεργάτες του (Oppliger & Bartok, 2002):

- 1) Θα πρέπει η περιοχή στην οποία θα εφαρμοστούν τα ηλεκτρόδια να καθαριστεί με αντισηπτικά μαντηλάκια.
- 2) Να έχει υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια το βάρος και το ύψος.
- 3) Να γίνει προσεχτική τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή τοποθεσία τους και η επαφή τους με το δέρμα.
- 4) Να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος που το άτομο θα είναι σε οριζόντια θέση πριν από την μέτρηση.
- 5) Να υπάρχει πάντα η ίδια κλίση στην απαγωγή των άκρων (30-45°) όταν μιλάμε για καθιστή θέση.
- 6) Να έχει γίνει νηστεία τεσσάρων ωρών πριν από την μέτρηση.

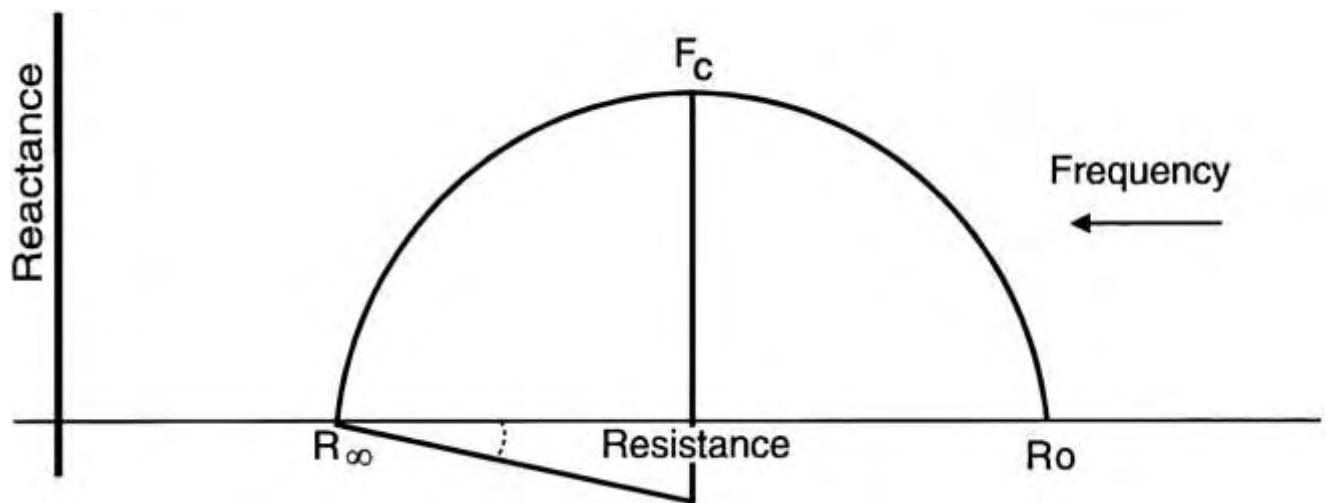


- 7) Η θερμοκρασία περιβάλλοντος να είναι άνετη.
- 8) Να αποφεύγεται η άσκηση για αρκετές ώρες πριν την μέτρηση.

Επιπρόσθετα προκειμένου να υπάρχει ακρίβεια στην μέτρηση θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το άτομο δεν θα είναι αφυδατωμένο πριν από την μέτρηση. Η βιοηλεκτρική ανάλυση σύνθετης αντίστασης υπολογίζει το εξωκυττάριο υγρό και με βάση αυτού προβλέπεται η συνολική ποσότητα νερού και το ενδοκυττάριο νερό, ακολουθώντας πάντα την κανονική ισορροπία των υγρών στο σώμα (Oppliger & Bartok, 2002). Ωστόσο όταν οι τιμές του εξωκυτταρίου υγρού είναι αλλοιωμένες, λόγω αφυδάτωσης για παράδειγμα, τότε υπάρχει η πιθανότητα το συνολικό νερό στο σώμα να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές από τις πραγματικές. Μελέτες έχουν δείξει ότι η βιοηλεκτρική εμπέδηση μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα στην παρακολούθηση των επιπέδων των υγρών στο σώμα από ότι η βιοηλεκτρική ανάλυση σύνθετης αντίστασης (Oppliger & Bartok, 2002). Υπάρχουν βέβαια και μελέτες που βρίσκουν σφάλμα στις μετρήσεις με βιοηλεκτρική εμπέδηση όταν η αφυδάτωση είναι ισότονη. Κάτι τέτοιο όμως δεν παρουσιάστηκε στην υπέρτονη αφυδάτωση, ενώ άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι η βιοηλεκτρική εμπέδηση έχει αρκετά καλύτερη ακρίβεια όταν πρόκειται για διουρητική αφυδάτωση (Oppliger & Bartok, 2002).

Τέλος όσον αφορά τις μετρήσεις βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι εύκολες στην πραγματοποίησή τους, δεν είναι παρεμβατικές και έχουν σχετικά χαμηλό κόστος, ωστόσο έχουν αρκετούς περιορισμούς. Όσον αφορά τους αθλητές, για παράδειγμα, σπάνια καλύπτονται τα προαπαιτούμενα για μία αξιόπιστη μέτρηση, καθώς είναι συχνά αφυδατωμένοι (Oppliger & Bartok, 2002).

ΕΙΚΟΝΑ 2. Cole Cole γράφημα μέτρηση αντίστασης με βιοηλεκτρική αγωγιμότητα για τον υπολογισμό της συνολικής ποσότητας νερού στο σώμα. (De Lorenzo et al., 1997).



Υποσημείωση:  $R_0$  Μηδενική αντίσταση

$R_\infty$  Υψηλή αντίσταση

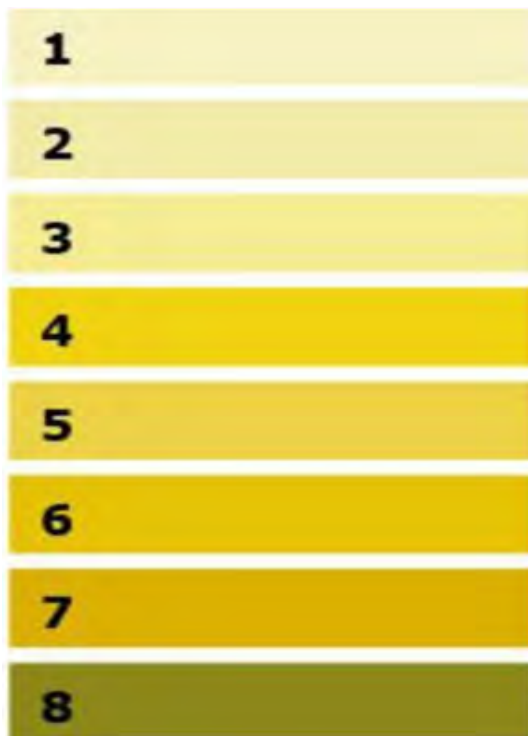
$F_c$  Καμπύλη αντίστασης-αντίδρασης

#### ΧΡΩΜΑ ΟΥΡΩΝ

Ο Armstrong (Armstrong et al., 1994) πραγματοποίησαν μελέτη η οποία εξέτασε κατά πόσο το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης μέτρηση των επιπέδων αφυδάτωσης. Η συγκεκριμένη μελέτη περιλάμβανε τρεις μετρήσεις στο σύνολο: δύο εργαστηριακές και μία μέτρηση πεδίου. Το δείγμα της μελέτης αποτελείτο από τρεις ομάδες: πολύ ενυδατωμένους, ενυδατωμένους και αφυδατωμένους εθελοντές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το χρώμα των ούρων (ΕΙΚΟΝΑ 3) έχει ισχυρή συσχέτιση με το ειδικό βάρος ούρων και την ωσμωμοριακότητα των ούρων. Με βάση αυτά, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το χρώμα των ούρων είναι ένας καλός δείκτης μέτρησης των επιπέδων αφυδάτωσης για μετρήσεις πεδίου αλλά όχι για εργαστηριακές όπου απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια (Armstrong et al., 1994).

Στη μελέτη του Armstrong (Armstrong, 1998) προκειμένου να απλοποιηθεί η απευθείας ανάλυση των σωματικών υγρών, διαιτολόγοι και φυσιολόγοι της άσκησης είχαν ενημερώσει εθελοντές αθλητές να παρατηρούν το χρώμα των ούρων ως δείκτη για τα επίπεδα αφυδάτωσης. Αυτή τη διαδικασία την εφάρμοσαν πολλοί αθλητές, ωστόσο δεν υπολόγισαν τις αλλοιώσεις που μπορεί να υπάρξουν από κάποια ασθένεια ή από την πρόληψη βιταμινών (Armstrong, 1998). Ένας άλλος αρνητικός παράγοντας που φάνηκε στην συγκεκριμένη μελέτη ήταν ότι το χρώμα των ούρων δεν μπορεί να είναι άμεσα ακριβείς όταν έχουν καταναλωθεί μεγάλες ποσότητες νερού. Κατέληξαν λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ένα κάλο δείγμα χρώματος ούρων για την ανάλυση των επιπέδων αφυδάτωσης είναι τα πρώτα πρωινά ούρα (Armstrong, 1998).

ΕΙΚΟΝΑ 3. Κλίμακα αξιολόγησης χρώματος ούρων με βάση τους Armstrong και τους συνεργάτες του. (Armstrong, 1998).



## ΩΣΜΩΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΟΥΡΩΝ

Η συνολική συγκέντρωση σωματιδίων μίας διαλυμένης ουσίας σε ένα διάλυμα λέγεται ωσμωμοριακότητα (Vander, 2001). Έτσι ένα osmol είναι ίσο με ένα mol διαλυμένων σωματιδίων (Vander, 2001). Η ωσμωμοριακότητα των ούρων υποδεικνύει την συνολική διαλυτή ουσία στα ούρα, η οποία υπό φυσιολογικές συνθήκες αποτελείται από προϊόντα αποβλήτων (Dufour, 1993). Επομένως, η ωσμωμοριακότητα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσω αξιολόγησης της αφυδάτωσης καθώς οι τιμές της είναι υψηλές όταν το δείγμα περιέχει μειωμένη ποσότητα νερού.

## ΟΓΚΟΣ ΟΥΡΩΝ

Ο όγκος των ούρων μπορεί να αποτελέσει ένα τρόπο μέτρησης των επιπέδων αφυδάτωσης στον άνθρωπο. Σύμφωνα με την ανασκόπηση του Armstrong, ένας υγιής άνδρας θα πρέπει να παράγει 1.3 με 1.6 λίτρα ούρα ανά ημέρα ενώ μια υγιής γυναίκα θα πρέπει να παράγει 0.42 με 1.13 λίτρα ούρων ανά ημέρα. Γενικά, η ελάχιστη παραγωγή ούρων να είναι 0.48 λίτρα την ημέρα για τους άνδρες και 0.29 λίτρα ανά ημέρα για τις γυναίκες (Armstrong, 2007).

## ΣΙΕΛΟΣ

Η μέτρηση της ωσμωμοριακότητας της σιέλου μπορεί να αποτελεί έναν καλό δείκτη μέτρησης των επιπέδων αφυδάτωσης στο σώμα. Αυτό, διότι σε εργαστηριακές μετρήσεις, οι τιμές της αυξάνονται καθώς επέρχεται αφυδάτωση από την απώλεια του ιδρώτα. (Ely, Cheuvront, Kenefick, & Sawka, 2011). Ωστόσο σύμφωνα με τον Ely και τους συνεργάτες του (Ely et al., 2011), η ωσμωμοριακότητα της σιέλου θεωρείται ένας όχι και τόσο καλός δείκτης όσον αφορά τον πληθυσμό υψηλού ρίσκου (ασθενείς νοσοκομείου). Όσον αφορά

όμως τις ομάδες χαμηλού ρίσκου, όπου εκεί το μόνο που έχει σημασία είναι η απλή παρακολούθηση των επιπέδων αφυδάτωσης των αθλητών προκειμένου να υπάρχει η καλύτερη δυνατή απόδοση σε θερμό περιβάλλον, τότε η ωσμωμοριακότητα της σιέλου αποτελεί ένα καλό δείκτη (Ely et al., 2011). Ωστόσο σύμφωνα με μία άλλη μελέτη (Cheuvront, Ely, Kenefick, & Sawka, 2010), ακόμη και μία πολύ μικρή ποσότητα νερού μπορεί να αλλοιώσει τα αποτελέσματα των επιπέδων αφυδάτωσης των αθλητών, γι' αυτό και το σημαντικό για την συγκεκριμένη μέθοδο αποτελεί το να προσδιοριστεί πόση ώρα χρειάζεται προκειμένου να δράσουν τα υγρά που καταναλώνονται προκειμένου η μέθοδος να είναι αξιόπιστη σε ομάδες χαμηλού ρίσκου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, διαπιστώθηκε ότι όντως ακόμα και μία απλή πλύση του στόματος με νερό μπορεί να αλλοιώσει τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής αν η μέτρηση πραγματοποιηθεί μέσα στα επόμενα 15 λεπτά. Τέλος μία μελέτη εξέτασε διαφορετικές μεθόδους λήψης σιέλου (με πτύση και με τολύπιους βάμβακους) όπου φάνηκε ότι υπάρχει πολύ καλή σχέση στις τιμές των δύο μεθόδων και ότι η ροή της σιέλου αυξάνεται αναλογικά (Ely et al., 2014). Ωστόσο καμία από τις δύο μεθόδους δεν μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια την εξωκυττάρια αφυδάτωση, οπότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται προσεχτικά σε ασθενείς, σε αθλητές καθώς και σε ανθρώπους που εκτίθενται σε θερμά περιβάλλοντα (Ely et al., 2014).

## ΔΙΨΑ

Σύμφωνα με τον Armstrong, όταν δεν υπάρχει ειδικός εξοπλισμός ή όταν δεν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό και ο συγκεκριμένος τρόπος αξιολόγησης της σωματικής αφυδάτωσης είναι αποδεκτός, τότε η αίσθηση της δίψας του κάθε ατόμου μπορεί να οριστεί ως ένας τρόπος αξιολόγησης της αφυδάτωσης (Armstrong, 2005), Αυτό συμβαίνει όταν η απώλεια της συνολικής ποσότητας νερού στο σώμα μειώνεται κατά 1-2% της σωματικής

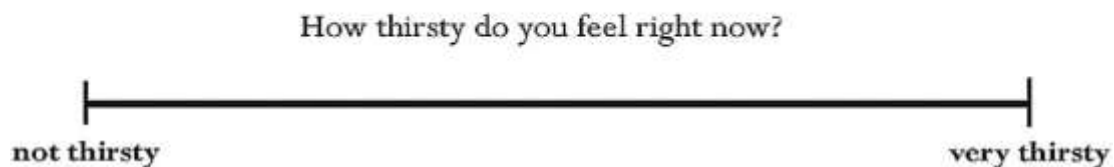
μάζας (Armstrong, 2005). Επίσης ο Armstrong, προκειμένου να αξιολογήσει τα επίπεδα της αφυδάτωσης του εκάστοτε ατόμου χρησιμοποίησε μία απλή αριθμητική κλίμακα 1 (καθόλου διψασμένος) με 9 (πολύ διψασμένος) που δημιουργήθηκε από τον Young και τους συνεργάτες του (Young, Sawka, Epstein, Decristofano, & Pandolf, 1987). Όταν ένα άτομο βρισκόταν στην κλίμακα μεταξύ του 3 (λίγο διψασμένος) με 5 (μέτρια διψασμένος) τότε μπορεί να ειπωθεί με ασφάλεια ότι το συγκεκριμένο άτομο είναι ήπια αφυδατωμένο. Βέβαια ως προειδοποίηση πρέπει να γίνει γνωστό ότι πολλοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν την αντίληψη της δίψας κάθε ατόμου. Αυτές μπορεί να είναι ο περιορισμένος χρόνος, η ηλικία, το φύλο καθώς και ο εγκλιματισμός (Armstrong, 2005).

Σύμφωνα με μία άλλη μελέτη των Millard και συνεργατών (Millard-Stafford, Wendland, O'Dea, & Norman, 2012) η αξιολόγηση της αίσθησης της δίψας εξαρτάται από το επίπεδο αντίληψης αυτής της αίσθησης ενός ατόμου. Υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές οι οποίες έχουν ποσοτικοποιήσει την υποκειμενική αντίληψη της αίσθησης της δίψας. Αυτές είναι η οπτική αναλογική κλίμακα και η κατηγορική (EIKONA 4). Η συγκεκριμένη ανασκόπηση (Millard-Stafford et al., 2012) συνεχίζει τονίζοντας ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία επίσημη έρευνα η οποία συνέκρινε αυτές τις μεθόδους μεταξύ τους προκειμένου να φανούν οι διαφορές και οι ευαισθησίες όσον αφορά τα επίπεδα αφυδάτωσης, προκειμένου να γίνει πιο αποδεκτή μέθοδος η αξιολόγησης της δίψας (Millard-Stafford et al., 2012). Συνεχίζουν αναφέροντας ότι η ικανότητα των ατόμων να χρησιμοποιούν τη δίψα ως οδηγό για τα επίπεδα αφυδάτωσης τους αποτελεί αμφιλεγόμενο ζήτημα. Σύμφωνα με τις διεθνείς οδηγίες που εκδόθηκαν από Ινστιτούτο Επιστημών Ζωής της Βόρειας Αμερικής (Campbell, 2007) «Οι περισσότεροι υγιείς άνθρωποι ανταποκρίνονται επαρκώς στις καθημερινές ανάγκες τους σε νερό, όταν η δίψα είναι οδηγός τους. Ωστόσο, αυτό δεν είναι αλήθεια για τους αθλητές, τους στρατιώτες που είναι σε θερμά περιβάλλοντα, τους ανθρώπους που είναι άρρωστοι, τους ηλικιωμένους ή τα βρέφη (Millard-Stafford et al.,

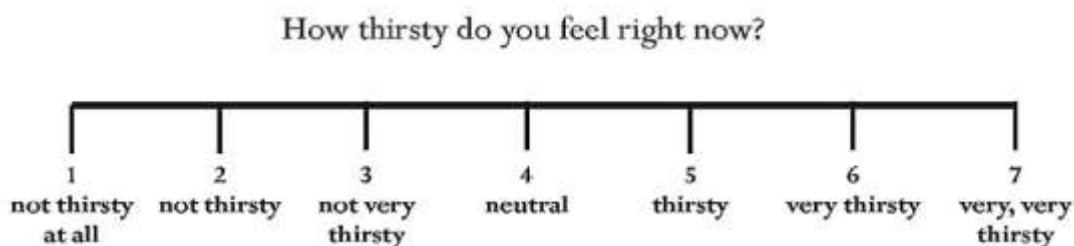
2012). Η αίσθηση της δίψας (ή την ικανότητα του ατόμου να το γνωστοποιήσει στους άλλους) των πληθυσμών αυτών δεν συνιστά επαρκή αντανάκλαση τους σε νερό» (Campbell, 2007). Από την βιβλιογραφία φαίνεται ότι στους ηλικιωμένους ο μηχανισμός της αίσθησης της δίψας μειώνεται. Στην ανασκόπηση των Kenney και Chiu φάνηκε ότι οι ενήλικες άνω των 65 ετών που μπορούν να είναι ανεξάρτητοι και λειτουργικοί, ενυδατώνονται αρκετά (Kenney & Chiu, 2001). Ωστόσο, όσον αφορά, τους ηλικιωμένους αυτή η μικρότερη λήψη υγρών από την συνιστώμενη μπορεί να οφείλεται, σε κλινικές καταστάσεις ή και σε φαρμακευτική αγωγή. Παρόλα αυτά επειδή και οι τροφές περιέχουν νερό, μεγάλη ποσότητα υγρών καλύπτεται από τους ηλικιωμένους μέσω της τροφής (Kenney & Chiu, 2001).

ΕΙΚΟΝΑ 4. Η αναλογική κλίμακα (επάνω) και η κατηγορική (κάτω) κλίμακα αντιλαμβανόμενης δίψας (Millard-Stafford et al., 2012).

Visual Analog Scale (VAS):



Categorical Scale (CS):



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### ΔΕΙΓΜΑ

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελούνταν από 20 άντρες εθελοντές [ηλικία:  $28.20 \pm 3.94$  έτη, βάρος:  $72.69 \pm 5.76$  kg, ύψος:  $1.75 \pm 0.53$  cm, ποσοστό σωματικού λίπους:  $9.34 \pm 2.87\%$ ,  $54.0 \pm 6.5$  ml/kg/min μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2peak}$ )]. Όλοι οι εθελοντές ήταν συστηματικά ασκούμενοι, δηλαδή ασκούνταν τουλάχιστον τρεις φορές τη εβδομάδα. Όλοι οι ασκούμενοι ήταν υγιείς, μη καπνιστές δεν ακολουθούσαν κάποια φαρμακευτική αγωγή και δεν επιτρεπόταν το αλκοόλ τουλάχιστον για έξι ώρες πριν την μέτρηση. Επιπλέον, λήφθηκε ενυπόγραφη συγκατάθεση από όλους τους συμμετέχοντες μετά την πλήρη επεξήγηση των διαδικασιών που εμπλέκονται, καθώς επίσης και ένα ιστορικό υγείας. Τέλος πριν την έναρξη της μελέτης πάρθηκε η απαραίτητη έγκριση από την επιτροπή βιοηθικής

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

Κατά τη διάρκεια της πρώτης επίσκεψής τους στο εργαστήριο, στους συμμετέχοντες δόθηκε μια λεπτομερής λεκτική περιγραφή του πειραματικού πρωτοκόλλου με όλες τις διαδικασίες και τα μέσα συλλογής δεδομένων. Ανθρωπομετρικές μετρήσεις διεξήχθησαν επίσης κατά την πρώτη επίσκεψη. Ο κάθε συμμετέχοντας κατά την πρώτη του επίσκεψη στο εργαστήριο πραγματοποίησε ένα εργομετρικό τεστ μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_{2peak}$ ). Στην συνέχεια οι εθελοντές πραγματοποίησαν τέσσερις μετρήσεις, με ενδιάμεσο κενό τουλάχιστον δύο ημερών η μία από την άλλη. Με την άφιξη του εθελοντή στο εργαστήριο οι ερευνητές είχαν ετοιμάσει τα ρούχα που θα χρησιμοποιούσε για την μέτρηση. Τα ρούχα ήταν ίδια σε κάθε μέτρηση, πιο συγκεκριμένα οι εθελοντές φορούσαν πάντα την ίδια μπλούζα το ίδιο σορτσάκι και τις ίδιες κάλτσες. Ακόμα τους είχε ζητηθεί να φορούν πάντα και τα ίδια



παπούτσια. Στην συνέχεια, αφού ο εθελοντής έδινε ένα δείγμα ούρων εισερχόταν στον θάλαμο όπου και έμενε σε όρθια θέση πάνω στο δαπεδοεργόμετρο για πέντε λεπτά, πριν ξεκινήσει η άσκηση. Για τον κάθε εθελοντή όλες οι μετρήσεις έγιναν την ίδια ώρα με μία απόκλιση δύο ωρών. Όλες οι μετρήσεις έγιναν υπό ελεγχόμενες συνθήκες σε ένα περιβαλλοντικό θάλαμο με θερμοκρασία αέρα 35°C και σχετική υγρασία 30%.

### ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Στην πρώτη επίσκεψη του εθελοντή στο εργαστήριο, οι εξεταστές μετρούσαν το ύψος του εθελοντή, χωρίς παπούτσια και αφού ο εθελοντής στεκόταν εντελώς ακίνητος κοιτώντας ευθεία μπροστά, τον ζύγιζαν, (Version 5.3 KERN & Sohn GmbH,) πάντα με την ίδια ένδυση, η οποία ήταν μόνο το σορτσάκι. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι η ζύγιση γινόταν σε κάθε μέτρηση πριν και μετά την άσκηση. Τέλος γινόταν και η λιπομέτρηση (BF-522W, TANITA, Tokyo Japan), αφού πρώτα οι εξεταστές είχαν επιβεβαιώσει ότι ο εθελοντής δεν ήταν αφυδατωμένος με την μέτρηση του ΕΔΟ.

### ΔΕΙΓΜΑ ΟΥΡΩΝ

Ο εθελοντής πριν μπει στον ειδικό περιβαλλοντικό θάλαμο έδινε ένα μικρό δείγμα ούρων (περίπου 5 ml), το οποίο συλλέχθηκε σε ειδικό δοχείο συλλογής υγρών, και αναλύθηκε από τους εξεταστές με την βοήθεια ενός διαθλασόμετρου [(PAL-10 S, Atago, Tokyo, Japan), (ΠΙΝΑΚΑΣ.1)]. Η ίδια ακριβώς ανάλυση του ΕΔΟ γινόταν αμέσως μετά το τέλος της άσκησης. Κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν επιτρέπεται οποιαδήποτε κατανάλωση υγρών.

## ΔΕΙΓΜΑ ΣΙΕΛΟΥ

Ακριβώς πριν την έναρξη της άσκησης ο εθελοντής έδινε δείγμα σιέλου σε ειδικό αποστειρωμένο δοχείο συλλογής υγρών (erpendorf) ακολουθώντας ένα ειδικό πρωτόκολλο (μάζευε σάλιο στο στόμα του για πέντε δευτερόλεπτα και μετά έδινε το δείγμα), (ΠΙΝΑΚΑΣ.1). Η περισυλλογή σιέλου γινόταν στην έναρξη και στο τέλος της άσκησης (0', 60').

## ΔΕΙΓΜΑ ΙΔΡΩΤΑ

Οι εξεταστές σκούπιζαν το μέτωπο του εθελοντή με μία αποστειρωμένη γάζα εμποτισμένη με οινόπνευμα, ώστε το μέτωπο να είναι έτοιμο για την πρώτη λήψη ιδρώτα στο 15<sup>ο</sup> λεπτό (όταν, δηλαδή, υπήρχε αρκετός ιδρώτας ώστε να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία). Όταν πλησίαζε η ώρα για την επόμενη λήψη ιδρώτα, (δηλαδή κοντά στο 60<sup>ο</sup> λεπτό της άσκησης) ο εξεταζόμενος ενημερωνόταν για να σταματήσει την άσκηση πατώντας στο πλάγιο τμήμα του κυλιόμενου τάπητά και έστρεφε το μέτωπο του στην κατεύθυνση του εξεταστή. Ο εξεταστής λάμβανε δείγμα ιδρώτα από την συνολική επιφάνεια του μετώπου του εθελοντή με την βοήθεια ειδικού αποστειρωμένου δοχείου των 100 ml (Aptaka, SLR Italy) για την συλλογή υγρών, (ΠΙΝΑΚΑΣ. 1). Η διαδικασία συλλογής του ιδρώτα γινόταν στο δέκατο πέμπτο λεπτό και στο τέλος της άσκησης. (15', 60').

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τρόποι και μέσα συλλογής των δειγμάτων (ούρα, σίελος, ιδρώτας)

Ούρα	Σίελος	Ιδρώτας	Ειδικό Βάρος
<p>Δινόταν στον εθελοντή ένα αποστειρωμένο δοχείο συλλογής υγρών</p> 	<p>Οι εθελοντές κρατούσαν σίελο για 5'' προκρινόμενου να προτυποποιηθεί η διαδικασία.</p> 	<p>Οι ερευνητές σκούπιζαν την επιφάνεια λήψης με αποστειρωμένη γάζα και οινόπνευμα προκειμένου η επιφάνεια να είναι καθαρή</p> 	<p>Η αξιολόγηση των δειγμάτων έγινε με την μέτρηση του ειδικού βάρους</p> 

## ΑΣΚΗΣΗ

Το πρωτόκολλο άσκησης στο οποίο υποβλήθηκαν οι συμμετέχοντες ήταν μία ώρα συνεχόμενο τρέξιμο στο 70% της  $VO_{2peak}$ . Κατά την διάρκεια της άσκησης οι εθελοντές δεν μπορούσαν να πιούν νερό η οποιοδήποτε άλλο ρόφημα. Με το πέρας της άσκησης ο εθελοντής έβγαине από τον θάλαμο σκούπιζε τον ιδρώτα και οι εξεταστές τον ζύγιζαν ξανά. Αφού έδινε και το δείγμα ούρων οι εξεταστές τον ενυδάτωναν ξανά δίνοντάς του εμφιαλωμένο νερό ή χυμό

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η συγκεκριμένη μελέτη προσπαθεί να σχεδιάσει και να υλοποιήσει δύο νέες μεθόδους μέτρησης των επιπέδων αφυδάτωσης, αφού το ειδικό βάρος ούρων είναι ευρέος γνωστή τεχνική (Rosinger, 2015). Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το πακέτο στατιστικών αναλύσεων SPSS 22, ως συντελεστής στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε η τιμή  $p < 0.05$ .

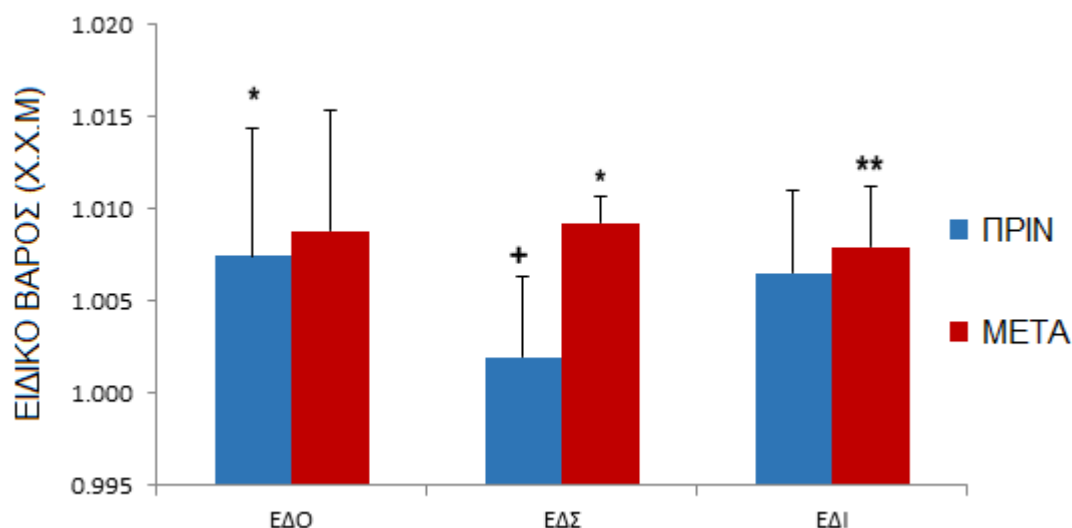
Προκειμένου να εξεταστεί αυτό χρειάστηκε να γίνει μία συγκεκριμένη αλληλουχία στατιστικών αναλύσεων. Οι αναλύσεις αυτές ήταν οι εξής:

1. Kolmogorov-Smirnov τεστ για τον έλεγχο της κανονικότητας των δεδομένων.
2. Ανάλυση Friedman's Test για το κάθε δείγμα πάντα στην ίδια μέτρηση καθώς και για το κάθε δείγμα χωριστά σε κάθε μέτρηση.
3. Ανάλυση Wilcoxon signed-rank test προκειμένου να γίνει σύγκριση πριν και μετά σε κάθε δείγμα χωριστά, σύγκριση του κάθε δείγματος ανά μέτρηση καθώς και σύγκριση του ΕΔΣ και ΕΔΙ με το ΕΔΟ στον ίδιο χρόνο (πριν και μετά) και στην ίδια μέτρηση κάθε φορά.
4. Υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης μεταξύ της υπάρχουσας μεθόδου (δηλαδή, του ΕΔΟ) και της κάθε μίας από τις νέες μεθόδους (δηλαδή, το ΕΔΣ και το ΕΔΙ).
5. Υπολογισμός των 95% ορίων συμφωνίας μεταξύ της υπάρχουσας μεθόδου (δηλαδή, του ΕΔΟ) και της κάθε μίας από τις νέες μεθόδους (δηλαδή, το ΕΔΣ και το ΕΔΙ).
6. Υπολογισμός του συντελεστή διακύμανσης μεταξύ της υπάρχουσας μεθόδου (δηλαδή, του ΕΔΟ) και της κάθε μίας από τις νέες μεθόδους (δηλαδή, το ΕΔΣ και το ΕΔΙ).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ΕΙΚΟΝΑ 5 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις από το ΕΔΟ πριν ( $1.0074 \pm 1.0088$ ) και μετά ( $0.0065 \pm 0.0069$ ) σε σύγκριση με τις μεταβολές του ΕΔΣ πριν ( $1.0019 \pm 1.0092$ ) και μετά ( $1.0092 \pm 0.0043$ ) και με τις μεταβολές του ΕΔΙ πριν ( $1.0065 \pm 0.0032$ ) και μετά ( $1.0079 \pm 0.0044$ ) το πρωτόκολλο άσκησης.

ΕΙΚΟΝΑ 5. Σύγκριση όλων του ειδικού βάρους ούρων (ΕΔΟ), του ειδικού βάρους σιέλου (ΕΔΣ) και του ειδικού βάρους ιδρώτα (ΕΔΙ) πριν και μετά.



\*  $p < 0.05$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά την άσκηση

\*\*  $p < 0.001$  Στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά την άσκηση

+  $p < 0.001$  Στατιστικά σημαντική διαφορά στα ούρα με την σιέλο πριν την άσκηση

Χρησιμοποιήθηκε το τεστ Kolmogorov-Smirnov για τον έλεγχο της κανονικότητας των δεδομένων από όπου προέκυψε ότι  $p = 0.0001$  στατιστικά σημαντικό άρα αποδεχόμαστε την υπόθεση ότι δεν υπάρχει κανονική κατανομή.

Πραγματοποιήθηκε μη παραμετρική στατιστική ανάλυση Friedman's test η οποία έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά το πρωτόκολλο άσκησης

σε όλους τους δείκτες που αξιολογήθηκαν (ΕΔΟ:  $p=0.015$ , ΕΔΣ:  $p=0.0001$ , ΕΔΙ:  $p=0.007$ ). Η ίδια ανάλυση πραγματοποιήθηκε για να συγκρίνει το ΕΔΟ, το ΕΔΣ και το ΕΔΙ πριν και μετά όπου φάνηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΕΔΟ πριν με το ΕΔΟ μετά , στο ΕΔΙ πριν με το ΕΔΙ μετά και τέλος στο ΕΔΣ πριν με το ΕΔΣ μετά με  $p=0.0001$ .

Μη παραμετρικές αναλύσεις Wilcoxon signed-rank test (ΠΙΝΑΚΑΣ 2) χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση των δύο μεθόδων αξιολόγησης των επιπέδων αφυδάτωσης (ΕΔΣ και ΕΔΙ) με το ΕΔΟ σε κάθε μέτρηση και σε κάθε χρονικό σημείο (πριν και μετά) όπου παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ακόμα, η ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε για να συγκριθεί το κάθε δείγμα σε κάθε χρονική διάρκεια με την προηγούμενη μέτρηση όπου φάνηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Αναλύσεις Wilcoxon signed-rank test, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των δειγμάτων.

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ			
		1	2	3	4
ΟΥΡΑ	ΠΡΙΝ	1.00755±0.006708	1.00720±0.006346	1.00655±0.006677	1.00770±0.006845
	ΜΕΤΑ	1.00658±0.005368	1.01035 <sup>+</sup> ±0.006923	1.00860 <sup>+</sup> ±0.008114	1.01015 <sup>+£</sup> ±0.007228
ΣΙΕΛΟΣ	ΠΡΙΝ	1.00200±0.001309	1.00247*±0.001598	1.00200*±0.001458	1.00150* <sup>±£§</sup> ±0.001357
	ΜΕΤΑ	1.01163* <sup>±§</sup> ±0.003335	1.00953 <sup>±§</sup> ±0.004658	1.00912 <sup>£§</sup> ±0.005243	1.00870 <sup>£§</sup> ±0.003294
ΙΔΡΩΤΑΣ	ΠΡΙΝ	1.00700±0.02887	1.00729±0.002998	1.00588 <sup>+£</sup> ±0.002729	1.00622 <sup>£</sup> ±0.004110
	ΜΕΤΑ	1.01100*±0.006831	1.00885±0.005113	1.00964 <sup>£</sup> ±0.003568	1.00694 <sup>§</sup> ±0.002775

\*Στατιστικά σημαντική διαφορά με τα ούρα σύγκριση για την ίδια χρονική περίοδο και ίδια μέτρηση  
<sup>+</sup>Στατιστικά σημαντική διαφορά από την προηγούμενη μέτρηση  
<sup>£</sup> Στατιστικά σημαντική διαφορά με την πρώτη μέτρηση  
<sup>§</sup> Στατιστικά σημαντική διαφορά με την δεύτερη μέτρηση  
<sup>§</sup> Στατιστικά σημαντική διαφορά σύγκριση με το πριν για το ίδιο δείγμα και την ίδια μέτρηση

Πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης των διαφορών των ΕΔΣ και ΕΔΙ σε σχέση με το ΕΔΟ, όπου φαίνεται ότι η πλειοψηφία των τιμών είναι χαμηλή οπότε και διαφορές είναι μικρές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Ανάλυση μεγέθους επίδρασης

ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ	ΣΙΕΛΟΣ	ΙΔΡΩΤΑΣ
1 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.05	-0.33
2 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.46	0.13
3 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.30	0.20
4 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.65	0.41

Πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των 95% ορίων συμφωνίας των ΕΔΣ και ΕΔΙ σε σχέση με το ΕΔΟ., όπου φαίνεται ότι ο δείκτης απόκλισης που είναι πολύ μικρός (ΠΙΝΑΚΑΣ 4)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Ανάλυση 95% ορίων συμφωνίας

95% ΟΡΙΑ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ	ΣΙΕΛΟΣ	ΙΔΡΩΤΑΣ
1 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.0005±0.0137	0.0032±0.0138
2 <sup>η</sup> Μέτρηση	-0.0027±0.0144	-0.0005±0.0133
3 <sup>η</sup> Μέτρηση	-0.0021±0.0155	-0.0008±0.0143
4 <sup>η</sup> Μέτρηση	-0.0030±0.0148	-0.0021±0.0123

Πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του συντελεστή διακύμανσης των ΕΔΣ και ΕΔΙ σε σχέση με το ΕΔΟ, όπου φαίνεται ότι οι διαφορές της σιέλου και του ιδρώτα από τα ούρα είναι μικρές

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Ανάλυση % συντελεστή διακύμανσης

% ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ	ΣΙΕΛΟΣ	ΙΔΡΩΤΑΣ
1 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.70%	0.70%
2 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.73%	0.67%
3 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.79%	0.73%
4 <sup>η</sup> Μέτρηση	0.75%	0.63%

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2, είναι γνωστό ότι ο «χρυσός κανόνας» για την μέτρηση της περιεκτικότητας των υγρών στο σώμα ενός ανθρώπου (ενυδάτωση, αφυδάτωση, υπερενυδάτωση) αναφέρεται ως η οσμώμοριακοτητα του πλάσματος σε συνδυασμό με τον υπολογισμό του συνολικού νερού στο σώμα [(όλα τα εξωκυττάρια υγρά, τα ενδιάμεσα υγρά και το πλάσμα), (Armstrong, 2007)]. Ωστόσο πολλοί είναι και εκείνοι που πιστεύουν ότι δεν υπάρχει κάποιος «χρυσός κανόνας» για την μέτρηση των επιπέδων των σωματικών υγρών και αυτό γιατί υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν και διαταράσσουν αυτές τις ισορροπίες, ανάλογα με τις συνθήκες μέτρησης αλλά και τις συνήθειες του κάθε ανθρώπου ξεχωριστά (Valenti'n E, Alberto Marti'nez-Abella'n2, & Navarro2, 2014). Επιπλέον από την βιβλιογραφία φαίνεται ότι το ειδικό βάρος ούρων έχει πολύ καλή συσχέτιση με την ωσμωμοριακότητα των ούρων, και του πλάσματος του αίματος, όπου η πρώτη χρησιμοποιείται σαν μία μη παρεμβατική και αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης των επιπέδων σωματικής αφυδάτωσης, και είναι πιο εύκολη στην πραγματοποίηση της πιο άμεση και πρακτική μέθοδος και από την ωσμωμοριακότητα (Valenti'n E et al., 2014)

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η σωματική αφυδάτωση μετρώντας το ΕΔΟ, το ΕΔΣ και το ΕΔΙ. Η συγκεκριμένη αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε προκειμένου να γίνει η λήψη δείγματος για τον έλεγχο της αφυδάτωσης στο σώμα πιο εύκολη, πιο προσβάσιμη και πιο πρακτική. Σε μία μέτρηση πεδίου είναι πολύ πιο εύκολο να παρθεί δείγμα σιέλου ή ιδρώτα από το να πρέπει ο αθλητής να πάει στα αποδυτήρια προκειμένου να δώσει δείγμα ούρων. Το ΕΔΟ επιλέχθηκε ως το μέτρο σύγκρισης αυτής της μελέτης γιατί πλέον είναι από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους (Munoz et al., 2013; Thigpen, Green, & O'Neal, 2014). Σκοπός λοιπόν της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθεί εάν το ΕΔΣ και το ΕΔΙ μπορούν να αντικαταστήσουν το ΕΔΟ όταν η πρακτικότητα παίζει καθοριστικό ρόλο.



Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι το ΕΔΣ και το ΕΔΙ ήταν αντίστοιχα και συσχετιζόνταν με τις τιμές των ούρων. Επίσης οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν επιλέχθηκαν προσεχτικά προκειμένου να εξεταστεί αν οι διαφορές που υπήρχαν στο ΕΔΣ και το ΕΔΙ σε σχέση με το ΕΔΟ ήταν όντως πολύ μικρές και εάν θα μπορούσαν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του αθλητή. Από την αξιολόγηση των τιμών που πάρθηκαν μετά από τις αναλύσεις φάνηκε ότι οι διαφορές είναι τόσο μικρές, ώστε να μην μπορούν να προκαλέσουν κάποιο πρόβλημα υγείας στους αθλητές, δηλαδή να είναι πιο αφυδατωμένοι από το φυσιολογικό και αυτό να μην αντικατοπτριζόταν στη σίελο και στον ιδρώτα. Πιο αναλυτικά, η ανάλυση Wilcoxon έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά του δείκτες αφυδάτωσης σε κάθε μέτρηση, κάτι το οποίο σημαίνει ότι οι εθελοντές από μέτρηση σε μέτρηση άρχισαν να εγκλιματίζονται και αυτό τους οδήγησε να έχουν καλύτερες προσαρμογές και επομένως να αφυδατώνονται λιγότερο. Το φαινόμενο αυτό είναι ευρέως γνωστό (Periard, Racinais, & Sawka, 2015), αλλά το σημαντικό στοιχείο που προσθέτει η παρούσα μελέτη είναι ότι το ΕΔΟ, το ΕΔΣ, και το ΕΔΙ μπορούν να ανιχνεύσουν αυτές τις φυσιολογικές προσαρμογές του εγκλιματισμού. Επίσης από την ίδια ανάλυση φάνηκε ότι υπήρχαν μερικές στατιστικά σημαντικές διαφορές από την μία μέθοδο στην άλλη, αλλά αυτό ισχύει περισσότερο για το ΕΔΣ σιέλου παρά για τον ιδρώτα. Τέλος παρατηρούνται ορισμένες στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την μέτρηση πριν και μετά την άσκηση, αποτέλεσμα όμως που είναι λογικό και δείχνει ότι οι εθελοντές αφυδατώνονταν κατά την άσκηση.

Όσον αφορά την δεύτερη ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δηλαδή ο υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης, φαίνεται ότι στις περισσότερες μετρήσεις της σιέλου ο δείκτης αυτός είναι κάτω από το επιτρεπτό όριο κάτι το οποίο σημαίνει ότι η διαφορά του ΕΔΣ είναι μικρότερη από αυτή του ΕΔΟ, ενώ στο ΕΔΙ τα αποτελέσματα ήταν ακόμα καλύτερα καθώς όλες οι τιμές βρίσκονται κάτω από αυτό το όριο.

Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ο υπολογισμός των 95% ορίων συμφωνίας, ο οποίος είναι ένα δείκτης που δείχνει τον αριθμό της απόκλισης που έχει ο δείκτης που συγκρίνεται (σίελος, ιδρώτας) με τον δείκτη που έχει χρησιμοποιηθεί ως πρότυπο αναφοράς στην συγκεκριμένη μελέτη (ούρα). Πάλι εδώ φαίνεται ότι αυτές οι αποκλείσεις είναι πολύ μικρές και για τα δύο δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν κάτι το οποίο σημαίνει ότι η σίελος και ο ιδρώτας δεν έχουν μεγάλη απόκλιση από τα ούρα. Τέλος υπολογίστηκε και ο ποσοστιαίος δείκτης διακύμανσης, ο οποίος επιβεβαιώνει πάλι τα προηγούμενα αποτελέσματα, δείχνοντας ότι οι διαφορές είναι αρκετά μικρές.

Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με την μελέτη των Ely και των συνεργατών του. (Ely et al., 2011), όπου φαίνεται ότι η σίελος αποτελεί ένα πολύ καλό παράγοντα για την αξιολόγηση των επιπέδων αφυδάτωσης αν ακολουθούνται κάποια κριτήρια (όπως για παράδειγμα, ο αθλητής ή ο εργαζόμενος να μην έχει πιεί η φάει 15' πριν την μέτρηση). Στην μελέτη τους ο Ely και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν την ωσμωμοριακότητα της σιέλου σε εργαστηριακές μετρήσεις, οι οποίες σύμφωνα με τους συγγραφείς, είναι δύσκολο να μεταφερθούν στο πεδίο (γήπεδο ή εργασιακό περιβάλλον), χωρίς να υπάρξει κάποιο πρόβλημα. Έτσι η μελέτη μας εξετάζει έναν άλλο τρόπο αξιολόγησης της αφυδάτωσης, που είναι η μέτρηση του ειδικού βάρους σιέλου. Αυτός ο τρόπος αξιολόγησης είναι πιο λειτουργικός και πιο προσβάσιμος, καθώς δεν χρειάζονται εργαστηριακές μετρήσεις και τα αποτελέσματα φαίνονται αμέσως. Δηλαδή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τεστ πεδίου, ώστε η αντίδραση του αθλητή ή του εργαζόμενου στην πιθανή επιπλέον ενυδάτωση, να είναι άμεση και να μην αφυδατωθεί καθόλη την διάρκεια του αγώνα ή της δουλειάς του. Ακόμα στην μελέτη των Cheuvront και τους συνεργάτες του έγινε σύγκριση της ωσμωμοριακότητας της σιέλου με την ωσμωμοριακότητα των ούρων και του πλάσματος, καθώς και του ειδικού βάρους ούρων και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η σωματική αφυδάτωση μπορεί να αξιολογηθεί από την σίελο (Cheuvront et al., 2010). Έτσι η παρούσα μελέτη συμφωνεί με τη

μελέτη των Cheuvront et al όπου πάλι επιβεβαιώνεται ότι η ωσμωμοριακότητα της σιέλου μπορεί να υπολογίσει τα επίπεδα αφυδάτωσης αρκεί βέβαια να τηρούνται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν (Cheuvront et al., 2010).

Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κάποια μελέτη που να αξιολογεί τα επίπεδα της σωματικής αφυδάτωσης με το ΕΔΣ, ώστε να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με μία ίδια μέθοδο. Επίσης, όσον αφορά τον ιδρώτα δεν υπάρχει κάποια μελέτη που να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε μέθοδο μέτρησής του (ωσμωμοριακότητα, ειδικό βάρος ιδρώτα, κλπ.), προκειμένου να αξιολογηθούν τα επίπεδα σωματικής αφυδάτωσης. Η μόνη αναφορά του ιδρώτα γίνεται στο άρθρο του Sawka και των συνεργατών του (Sawka et al., 2007), όπου υπολογίζουν το ρυθμό εφίδρωσης προκειμένου να αξιολογήσουν το συνολικό νερό στο σώμα και, επομένως, τα επίπεδα ενυδάτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης επιβεβαιώνουν την ερευνητική υπόθεση, ότι το ΕΔΣ και το ΕΔΙ θα μπορούσαν με αρκετά μεγάλη ακρίβεια και ασφάλεια να αντικαταστήσουν το ΕΔΟ οπουδήποτε η πρακτικότητα παίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς είναι δύο μέθοδοι μη παρεμβατικές και δεν χρειάζονται εργαστηριακές μετρήσεις. Επομένως μπορούν με μεγάλη ευκολία να χρησιμοποιηθούν σε μετρήσεις πεδίου. Τέλος το κόστος είναι πολύ μικρό καθώς το μέσω της αξιολόγησης είναι ένα απλό διαθλασύμετρο χειρός. Ίσως θα έπρεπε να γίνουν κι άλλες μελέτες που να μετρούν την αφυδάτωση χρησιμοποιώντας το ΕΔΣ προκειμένου να φανεί η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένου μεθόδου. Επιπλέον σίγουρα θα πρέπει να γίνουν κι άλλες μελέτες που να εξετάζουν τον ιδρώτα σαν δείκτη αξιολόγησης της σωματικής αφυδάτωσης, καθώς δείχνει να έχει αρκετή συνάφεια με τα ούρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Armstrong. (1998). Urine indices during dehydration, exercise and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 345-355.
- Armstrong. (2005). Hydration Assessment Techniques. 63(6), S40-S54.
- Armstrong. (2007). Assessing hydration status: the elusive gold standard. *J Am Coll Nutr*, 26(5 Suppl), 575S-584S. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17921468>
- Armstrong, Maresh, C. M., Castellani, J. W., Bergeron, M. F., Kenefick, R. W., LaGasse, K. E., & Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition*, 4(3), 265-279.
- Below, P. R., Mora-Rodriguez, R., Gonzalez-Alonso, J., & Coyle, E. F. (1995). Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 27(2), 200-210. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7723643>
- Campbell, S. (2007). Hydration needs throughout the lifespan. *J Am Coll Nutr.*, 585-587.
- Cheuvront, Ely, B. R., Kenefick, R. W., & Sawka, M. N. (2010). Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers. *Am J Clin Nutr*, 92(3), 565-573.  
doi:10.3945/ajcn.2010.29490
- Cheuvront, & Kenefick, R. W. (2014). Dehydration: Physiology, Assessment, and Performance Effects. *American Physiological Society*.
- De Lorenzo, A., Andreoli, J., & Matthie, P. W. (1997). Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *J Appl Physiol* (1985), 82(5), 1542-1558.
- Dufour, D. R. (1993). The Relational Basis for use of an Underappreciated Diagnostic Tool. *American Association for clinical Chemistry Meeting*, 1-36.
- 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(6), 1080-1084.  
doi:10.1249/MSS.0b013e3182058643

- Ely, B. R., Cheuvront, S. N., Kenefick, R. W., Spitz, M. G., Heavens, K. R., Walsh, N. P., & Sawka, M. N. (2014). Assessment of extracellular dehydration using saliva osmolality. *Eur J Appl Physiol*, *114*(1), 85-92. doi:10.1007/s00421-013-2747-z
- Goulet, E. D. B. (2011). Effect of exercise-induced dehydration on time-trial exercise performance: a meta-analysis. *Br J Sports Med*, *45*(14), 1149-1156. doi:10.1136/bjism.2010.077966
- Hough, J. S., Briggs, D. E., Stevens, R., & Young, T. W. (1991). *Malting and Brewing Science* (Vol. 2).
- Kenney, W. L., & Chiu, P. (2001). Influence of age on thirst and fluid intake. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(9), 1524-1532. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11528342>
- Kenny, G. P., & Flouris, A. D. (2014). *The human thermoregulatory system and its response to thermal stress*.
- 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*, S147-151. doi:10.1111/j.1753-4887.2012.00527.x
- Montain, S. J., Cheuvront, S. N., & Lukaski, H. C. (2007). Sweat mineral-element responses during 7 h of exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *17*(6), 574-582. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18156662>
- Munoz, C. X., Johnson, E. C., Demartini, J. K., Huggins, R. A., McKenzie, A. L., Casa, D. J., . . . Armstrong, L. E. (2013). Assessment of hydration biomarkers including salivary osmolality during passive and active dehydration. *Eur J Clin Nutr*, *67*(12), 1257-1263. doi:10.1038/ejcn.2013.195
- Muobarakm, J. T. (2012). Bioelectrical Impedance as a Diagnostic Factor in the Clinical Practice and Prognostic Factor for Survival in Cancer Patients: Prediction, Accuracy and Reliability. *3*(121).
- Oppliger, R. A., & Bartok, C. (2002). Hydration testing of athletes. *Sports Med*, *32*(15), 959-971. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12457417>

- Periard, J. D., Racinais, S., & Sawka, M. N. (2015). Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports. *Scand J Med Sci Sports*, *25 Suppl 1*, 20-38. doi:10.1111/sms.12408
- Racinais, S., Alonso, J. M., Coutts, A. J., Flouris, A. D., Girard, O., Gonzalez-Alonso, J., . . . Periard, J. D. (2015). Consensus Recommendations on Training and Competing in the Heat. *Sports Med*, *45*(7), 925-938. doi:10.1007/s40279-015-0343-6
- Rosinger, A. (2015). Heat and hydration status: Predictors of repeated measures of urine specific gravity among Tsimane' adults in the Bolivian Amazon. *Am J Phys Anthropol*. doi:10.1002/ajpa.22813
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(2), 377-390. doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597
- Simon, E. E., Hamrahian, S.M., Teran, F.J., Talavera, F., Lederer, E., Batuman, V. (2015). Hyponatremia. *MedScape*.
- Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. *Principles and Practice of Resistance Training*.
- Thigpen, L. K., Green, J. M., & O'Neal, E. K. (2014). Hydration profile and sweat loss perception of male and female division II basketball players during practice. *J Strength Cond Res*, *28*(12), 3425-3431. doi:10.1519/JSC.0000000000000549
- Thomas, D. R., Cote, T. R., Lawhorne, L., Levenson, S. A., Rubenstein, L. Z., Smith, D. A., . . . Dehydration, C. (2008). Understanding clinical dehydration and its treatment. *J Am Med Dir Assoc*, *9*(5), 292-301. doi:10.1016/j.jamda.2008.03.006
- Valenti'n E, F. n.-E. a., Alberto Marti'nez-Abella'n2, J. M. a. L. p.-G. n., Ricardo Mora' n-, & Navarro2, J. s. G. P. s., 2, Ernesto De la Cruz-Sa'nchez2, Ricardo Mora-Rodriguez,. (2014). Validity of Hydration Non-Invasive Indices during the Weightcutting and Official Weigh-In for Olympic Combat

Sports. 9(4), 1-6.

Vander, S., Luciano, Τσακόπουλος. (2001). *Φυσιολογία του Ανθρώπου* (Vol. 1).

Wang, F., & Gao, C. (2014). *Protective Clothing: Managing Thermal Stress*.

Young, A. J., Sawka, M. N., Epstein, Y., Decristofano, B., & Pandolf, K. B. (1987). Cooling different body surfaces during upper and lower body exercise. *J Appl Physiol* (1985), 63(3), 1218-1223.

Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3654466>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΕΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ



**University of Thessaly**  
**Department of Physical Education and Sport Science**



**Internal Ethics Committee**

Trikala: 11/12/2013  
Protocol Number.: 808

**Application for approval of research entitled:** Effects of Dri-Fit clothing on performance and physiological indices during cycling in different environmental temperatures.

**Scientist responsible – supervisor:** Dr. Andreas D. Flouris

**Main researcher – student:** Kostas Spyrou

**Institution & Department:** FAME Laboratory, Centre for Research and Technology Hellas, Department of Physical Education and Sport Science, University of Thessaly.

**The proposed research relates to a:**

Research grant  Postgraduate thesis  Undergraduate thesis  Independent research

**Contact phone:** +30 2431 500 601

**Contact email:** [andreasflouris@gmail.com](mailto:andreasflouris@gmail.com)

Andreas D. Flouris, PhD

FAME Laboratory

Institute of Research and Technology Thessaly

Centre for Research and Technology Hellas

Karies, Trikala, 42100, Greece

---

The Internal Ethics Committee (IEC) of the Department of PE and Sport Science (DPSS), University of Thessaly, examined the proposal in its 4-2/11-12-2013 meeting and approves the implementation of the proposed research.

The Chair of the IEC – DPSS

Athanasios Tsiokanos, PhD