ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Επίδραση δύο διαφορετικών ουσιών (καφεΐνης, κρεατίνης) στα υγρά του σώματος έπειτα από μέτρια αφυδάτωση (2%) που προκλήθηκε λόγω άσκησης σε αθλούμενες γυναίκες

ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΚΑΡΚΟΥΛΙΑ

ΑΜ: ΥΔ2361

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

ΒΕΝΙΑΜΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΜΟΥΡΑΤΙΔΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΣΗΤΕΙΑ, Δεκέμβριος 2020

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

THESIS

for the Undergraduate Degree

Effect of two different substances (caffeine, creatine) on body fluids after moderate dehydration (2%) caused by exercise in athletic women

DESPINA KARKOULIA

YD: 2361

Three-member Examination Committee

VENIAMAKIS ELEYTHERIOS

SFAKIANAKI IRINI

MOURATIDOU THEODORA

SITIA, DECEMBER 2020

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Αποδέχομαι ότι η Βιβλιοθήκη μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από την ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο, καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

Για την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Βενιαμάκη Ελευθέριο για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθειά του όλο αυτό το διάστημα. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω ιδιαίτερες ευχαριστίες στις κοπέλες που συμμετείχαν ως δείγμα στην εργασία.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η κατάλληλη ενυδάτωση του οργανισμού αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την υγεία και την ευεξία. Έχει αποδειχθεί ότι μια ελάχιστη απώλεια υγρών συνδέεται με μείωση φυσικών και γνωστικών επιδόσεων. Ένα μεγάλο πλήθος μελετών έχουν αποδείξει τη σημασία της σωστής ενυδάτωσης στην απόδοση των αθλητών. Είναι γνωστό ότι πολλοί αθλητές προκειμένου να καλύψουν τις αυξημένες ανάγκες τους, καταναλώνουν διάφορες ουσίες και συμπληρώματα. Πολλά από αυτά επηρεάζουν ρυθμιστικούς μηχανισμούς του οργανισμού προκαλώντας διαταραχές στην ενυδάτωση. Κάποιες από τις ουσίες που καταναλώνονται ευρέως και έχουν κατηγορηθεί για τέτοιες διαταραχές είναι η καφεΐνη και η κρεατίνη.

Σκοπός: Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό να μελετηθεί αν η χορήγηση καφεΐνης ή κρεατίνης, μετά από αφυδάτωση που προκαλείται από άσκηση, θα επηρεάσει την ανάκτηση ισορροπίας υγρών και δυνητικά την αθλητική απόδοση σε μετέπειτα άσκηση.

Μέθοδοι και Υλικά: Δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 8 υγιείς αθλούμενες γυναίκες (άσκηση τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα), ηλικίας 18-24 ετών, σύνηθεις χρήστες καφεΐνης (3 φορές τη βδομάδα κατά μέσο όρο). Πέντε από αυτές δεν ήταν καπνίστριες, ενώ τρεις κάπνιζαν περιστασιακά (5-10 τσιγάρα τη βδομάδα). Οι συμμετέχουσες πραγματοποίησαν τρεις τυχαίες πειραματικές δοκιμές. Σε κάθε δοκιμή υποβλήθηκαν σε άσκηση ποδηλασίας μέτριας έντασης, σε θερμό περιβάλλον έως ότου επιτεύχθηκε απώλεια 2% σωματικού βάρους. Μετά τον τερματισμό της άσκησης τα άτομα ξεκουράστηκαν σε άνετο περιβάλλον και κατανάλωσαν ένα ποτό, σε τέσσερις ισόποσες δόσεις, όγκου ίσο με 125% του σωματικού βάρους που χάθηκε. Ένα διαφορετικό ποτό καταναλώθηκε σε καθεμία από τις τρεις δοκιμές, το οποίο περιείχε είτε εικονικό φάρμακο (PCB), είτε (CAF) καφεΐνη, είτε κρεατίνη (CR). Έπειτα παρέμειναν στο εργαστήριο και τις επόμενες τέσσερις ώρες και συλλέχθηκαν δείγματα ούρων για να εκτιμηθεί η ισορροπία υγρών σώματος.

Αποτελέσματα: Από την ανάλυση του δείγματος προέκυψε στατιστικά σημαντική μείωση στο συνολικό όγκο απέκκρισης ούρων (6,8%) όταν καταναλώθηκε κρεατίνη

συγκριτικά με το εικονικό φάρμακο ($p=0,030$, $p<0,05$), χωρίς όμως αυτή η μείωση να επηρεάζει σημαντικά την ισορροπία υγρών σώματος ($p=0,526$, $p>0,05$). Η κατανάλωση καφεΐνης βρέθηκε να μην προκαλεί στατιστικά σημαντική επίδραση στη διούρηση ($p=0,078$, $p>0,05$) και κατ' επέκταση στην ισορροπία υγρών ($p=0,190$, $p>0,05$), σε σχέση με το εικονικό φάρμακο. Επιπλέον, οι αναλύσεις έδειξαν αρνητική ισορροπία υγρών μία ώρα μετά την κατανάλωση ποτού και στις τρεις δοκιμές.

Συμπεράσματα: Παρατηρήθηκε, ότι η χορήγηση καφεΐνης ή κρεατίνης δεν διατάραξε την ισορροπία υγρών σώματος συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού φαρμάκου. Ωστόσο, σημειώθηκε ανεπαρκής ενυδάτωση και στις τρεις δοκιμές, γεγονός που υποδηλώνει την έλλειψη αντικατάστασης ηλεκτρολυτών για όποιο από τα τρία ποτά.

Λέξεις – Κλειδιά

αφυδάτωση, καφεΐνη, κρεατίνη, ενυδάτωση, άσκηση σε θερμότητα

Abstract

Introduction: Proper hydration of the body is a prerequisite for health and wellness. A minimal fluid loss has been shown to be associated with reduced physical and cognitive performance. A large number of studies have proven the importance of proper hydration in the performance of athletes. It is known that many athletes, in order to meet their increased needs, consume various substances and supplements. Many of them affect the body's regulatory mechanisms causing disturbances in hydration. Some of the substances that are widely consumed and have been blamed for such disorders are caffeine and creatine.

Purpose: The present thesis was conducted to investigate whether caffeine or creatine consumption, after exercise-induced dehydration, will affect on fluid balance recovery and potentially athletic performance in subsequent exercise**.**

Methods and Materials: The study sample consisted of 8 healthy women athletes (exercise at least 3 times a week), aged 18-24 years, regular caffeine users (3 times a week on average). Five of them were non-smokers, while three of them smoked occasionally (5-10 cigarettes per week). Participants performed three randomized experimental tests. In each test, they underwent moderate-intensity cycling in a warm environment until they lost 2% of their body weight. After the end of the exercise, the people rested in a comfortable environment and consumed a drink, in four equal doses, volume equal to 125% of the lost body weight. A different beverage was consumed in each of the three trials, which contained either placebo (PCB), (CAF) caffeine, or creatine (CR). They then remained in the laboratory for the next four hours and urine samples were collected to assess body fluid balance.

Results: The analysis of the sample showed a statistically significant reduction in the total volume of urinary excretion (6.8%) when creatine was consumed compared to placebo ($p = 0.030$, $p < 0.05$), but this reduction did not significantly affect on body fluid balance ($p = 0.526$, $p > 0.05$). Caffeine consumption was found to have not a statistically significant effect on diuresis ($p = 0.078$, $p > 0.05$) and consequently on fluid balance (p

= 0.190, p> 0.05), compared with placebo. In addition, the analyzes showed a negative fluid balance one hour after drinking the drink in all three tests.

Conclusions: It was observed that the consumption of caffeine or creatine did not disturb the balance of body fluids compared to the consumption of placebo. However, there was insufficient hydration in all three tests, indicating a lack of electrolytes replacement for either of the three beverages**.**

Keywords

dehydration, caffeine, creatine, hydration, exercise in heat

Περιεχόμενα

Περίληψη v

Abstract..... vii

Περιεχόμενα..... ix

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων xii

Κατάλογος Πινάκων..... xiii

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....xiv

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....1

Εισαγωγή 1

Κεφαλαιο 1: Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας 3

1.1. Ισορροπία υγρών στο σώμα και ο ρόλος του νερού 3

1.2. Αφυδάτωση 3

1.2.1. Επιπτώσεις και κίνδυνοι Αφυδάτωσης 4

1.2.2. Αξιολόγηση αφυδάτωσης – Δείκτες Ενυδάτωσης.....5

1.3. Υπερενυδάτωση.....6

1.4. Ενυδάτωση πριν την άσκηση 6

1.5. Ενυδάτωση μετά την άσκηση.....7

1.5.1. Χαρακτηριστικά ποτού αναπλήρωσης υγρών 7

1.5.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την αναπλήρωση υγρών.....8

1.6. Καφεΐνη.....9

1.6.1. Μεταβολισμός καφεΐνης στο σώμα 10

1.6.2. Περιεκτικότητα τροφίμων και ποτών σε καφεΐνη 10

1.6.3. Επίδραση και εργογόνος δράση Καφεΐνης - Δόση Καφεΐνης 11

1.6.4. Καφεΐνη και ενυδάτωση.....14

1.7. Κρεατίνη 16

1.7.1. Διαιτητικές πηγές Κρεατίνης και συμπληρωματική χορήγηση 16

1.7.2. Επίδραση και εργογόνος δράση Κρεατίνης 17

1.7.3. Κρεατίνη και Ενυδάτωση 19

1.7.4. Δόση Κρεατίνης 21

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 23

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία 23

2.1. Δείγμα 23

2.2. Πειραματικό Σχέδιο 24

2.3. Πρωτόκολλο 25

2.4. Μετρήσεις και Υπολογισμοί 27

2.5. Στατιστική Ανάλυση 28

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα 29

3.1 Αλλαγή Σωματικού Βάρους και Διάρκεια άσκησης 29

3.2 Απέκκριση & Αθροιστική παραγωγή ούρων 30

3.3. Χρώμα Ούρων 32

3.4. Αλλαγή Σωματικού Βάρους & Ισορροπία υγρών 34

3.5. Καρδιακός ρυθμός κατά τη διάρκεια της άσκησης 35

3.6. Borg Scale κατά τη διάρκεια της άσκησης 36

Κεφάλαιο 4: Συζήτηση 39

Συμπεράσματα 43

Περιορισμοί της Έρευνας 44

Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα 45

Βιβλιογραφία 46

Παράρτημα Α: ΓΕΝΙΚΟ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....63

Παράρτημα Β: ΕΝΤΥΠΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ.....65

Παράρτημα Γ: ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ (PAR-Q) 70

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1.1 Πιθανοί Μηχανισμοί της Καφεΐνης στη Δύναμη και Αντοχή……..12

Εικόνα 2.4 Γράφημα χρώματος ούρων……28

Σχήμα 3.1 Απέκκριση Ούρων με τη πάροδο του χρόνου……31

Σχήμα 3.2 Αθροιστική παραγωγή ούρων με τη πάροδο του χρόνου……32

Σχήμα 3.3 Χρώμα Ούρων με τη πάροδο του χρόνου……34

Σχήμα 3.4 Ισορροπία Υγρών Σώματος με το Χρόνο……35

Σχήμα 3.5 Μεταβολή καρδιακών παλμών με τη πάροδο του χρόνου άσκησης……36

Σχήμα 3.6 Μεταβολή Borg Scale με τη πάροδο του χρόνου άσκησης……38

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1 Καφεΐνη που περιέχεται σε ροφήματα……..11

Πίνακας 1.2 Καφεΐνη και Απόδοση……...13

Πίνακας 1.3 Καφεΐνη και Ενυδάτωση……....15

Πίνακας 1.4 Κρεατίνη και Απόδοση……..18

Πίνακας 1.5 Κρεατίνη και Ενυδάτωση……...20

Πίνακας 2.1 Φυσικά Χαρακτηριστικά Δείγματος……...23

Πίνακας 2.3 Borg Scale: Category Ratio Scale……...26

Πίνακας 3.1 Αλλαγές Σωματικού Βάρους Πριν και Μετά την Άσκηση…….....29

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

PCB	Εικονικό φάρμακο
CAF	Καφεΐνη
CR	Κρεατίνη
TBW	Συνολικό νερό σώματος
BM	Σωματικό Βάρος
CHO	Υδατάνθρακες
PRO	Πρωτεΐνες
FAT	Λίπος
RPE	Μέθοδος αξιολόγησης της αντιληπτής προσπάθειας
SE	Τυπικό σφάλμα
SD	Τυπική απόκλιση

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή

Ενυδάτωση είναι η κατάσταση βέλτιστης συνολικής περιεκτικότητας σε νερό, κατά την οποία τα συστήματα του σώματος λειτουργούν πιο αποτελεσματικά (McDermott *et al.*, 2017). Η αξιολόγηση της ανθρώπινης ενυδάτωσης αποτελεί βασικό συστατικό για την πρόληψη και την ορθή αντιμετώπιση των ανισορροπιών υγρών και ηλεκτρολυτών (Cheuvront & Sawka, 2005; Mange *et al.*, 1997; Oppliger & Bartok, 2002). Η παρακολούθηση αλλαγών στην κατάσταση ενυδάτωσης αποτελεί βασική μέθοδο της αξιολόγησης αυτής (McGee *et al.*, 1999; Cheuvront *et al.*, 2010).

Όταν τα υγρά είναι περιορισμένα ή υπάρχει έκθεση σε ακραίες συνθήκες (π.χ. πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή θερμοκρασία), η συνολική έλλειψη υγρών μπορεί να απειλήσει την ομοιόσταση, την υγεία και τις επιδόσεις (Mange *et al.*, 1997; Sawka *et al.*, 2007). Μια ήπια αφυδάτωση, μόλις 2%, είναι το όριο στο οποίο αρχίζει η αποσύνθεση των φυσικών και γνωστικών επιδόσεων (Maughan *et al.*, 2007). Συγκεκριμένα, μπορεί να εμφανιστούν συμπτώματα όπως ζαλάδα, κεφαλαλγία, ταχυκαρδία (Friedman *et al.*, 2004; Steiner *et al.*, 2004), αυξημένη θερμοκρασία πυρήνα του σώματος, αυξημένη καρδιαγγειακή καταπόνηση, αυξημένη χρήση γλυκογόνου και ίσως μεταβλητότητα στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος. Τα συμπτώματα αυτά συμβάλλουν στη μείωση των επιδόσεων της αερόβιας άσκησης (Nybo & Nielsen, 2001a; Sawka & Coyle, 1999; Sawka & Young, 2006). Αν μεταξύ των αθλημάτων, λοιπόν, δεν επιτευχθεί αποτελεσματική αναπλήρωση υγρών, θα επηρεαστεί αναπόφευκτα η απόδοση (Burge, Carey and Payne, 1993). Η αναπλήρωση υγρών παίζει καθοριστικό ρόλο για την ανάκτηση των παραπάνω διαδικασιών του σώματος (Sawka *et al.*, 2007). Παρόλα αυτά, η αποκατάσταση του ελλείμματος υγρών και ηλεκτρολυτών μπορεί να επηρεαστεί από τα αθλητικά ποτά ή τις ουσίες, τα οποία χρησιμοποιούνται για διάφορες τεχνικές, όπως αύξηση της μυϊκής μάζας μετά από άσκηση, αύξηση της απόδοσης κλπ.

Πολλά ποτά που καταναλώνονται συνήθως περιέχουν ουσίες, οι οποίες είναι γνωστό ότι περιέχουν διουρητικές ιδιότητες (π.χ. καφεΐνη, γκουαράνα), συμπεριλαμβανόμενης κυρίως της καφεΐνης, και είναι σαφές ότι οτιδήποτε διεγείρει τη ροή των ούρων μειώνει

την πιθανότητα επιτυχούς επανυδάτωσης (Wemple, Lamb and McKeever, 1997). Ωστόσο, υπάρχουν δεδομένα που υποστηρίζουν πως η κατανάλωση καφεΐνης δεν οδηγεί σε υπερβολική απώλεια υγρών μέσω της διουρητικής της δράσης, και συνεπώς αποτελεί ένα ασφαλές συμπλήρωμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί άφοβα από τους αθλητές (Zhang *et al.*, 2015).

Επιπλέον, μεταξύ των ουσιών που προορίζονται για αθλητική διατροφή, η κρεατίνη είναι ένα από τις πιο δημοφιλείς εργογόνες ουσίες, που χρησιμοποιούνται ευρέως (Hall & Trojian, 2013; Dalbo *et al.*, 2008) και μπορούν να επηρεάσουν την ισορροπία υγρών σώματος. Η πρόσληψη κρεατίνης από τους μυς έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του υγρού μέσα στα κύτταρα των σκελετικών μυών (Lopez *et al.*, 2009), δηλαδή την αύξηση του συνολικού νερού σώματος. Το γεγονός αυτό, οδηγεί σε μια κατάσταση που ονομάζεται υπερενυδάτωση, (Freund *et al.*, 1995; Greenleaf *et al.*, 1998), η οποία μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο αφυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης (Ziegenfuss *et al.*, 1998; Kern *et al.*, 2001; Volek *et al.*, 2001), καθώς επίσης είναι υπεύθυνη για οποιαδήποτε μικρά πλεονεκτήματα απόδοσης (Greenleaf *et al.*, 1997; Kavouras *et al.*, 2006). Παρόλα αυτά, σε μελέτη των Kreider και συνεργατών υποστηρίζεται πως η κρεατίνη δεν επηρεάζει το ποσοστό του συνολικού νερού σώματος (Kreider, Ferreira and Almada, 1998).

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να μελετηθεί αν και κατά πόσο η χορήγηση ορισμένων αθλητικών ποτών που περιέχουν μια από τις δύο εξεταζόμενες ουσίες ή η χορήγηση των ουσιών αυτών ως αυτούσιες μορφές, μετά την άσκηση, θα επηρεάσουν την ανάκτηση ισορροπίας υγρών και δυνητικά την αθλητική απόδοση σε μετέπειτα άσκηση.

Κεφαλαιο 1: Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας

1.1. Ισορροπία υγρών στο σώμα και ο ρόλος του νερού

Εξ' ορισμού, η ισορροπία υγρών είναι η επίτευξη μιας ισορροπίας μεταξύ της απώλειας και της πρόσληψης υγρού. Το σώμα αποτελείται από 50-70% νερό (μέσος όρος 60%) το οποίο αποθηκεύεται ή κυκλοφορεί. Για παράδειγμα, ο μυς περιέχει περίπου 73% νερό, το αίμα 93%, και το λίπος μόλις 10%. Είναι γνωστό ότι περίπου το 5-10% του συνολικού νερού του σώματος μετατρέπεται καθημερινά σε υποχρεωτικές απώλειες (αναπνοή, ούρα και ιδρώτα) (Welch, Buskirk and Iampietro, 1958). Το νερό, επίσης, είναι απαραίτητο για την κυτταρική ομοιόσταση, παίζοντας σημαντικούς ρόλους στις φυσιολογικές και βιοχημικές λειτουργίες. Ο τρόπος με τον οποίο το σώμα ρυθμίζει και χρησιμοποιεί το νερό (ενυδάτωση) είναι συναφής με τη διατροφή και τη σωματική δραστηριότητα. Εάν η απώλεια νερού υπερβαίνει την πρόσληψη υγρών τότε θα προκύψει αφυδάτωση (Maughan, 2003; Manz, 2007). Κατά παρόμοιο τρόπο, η υπερβολική κατανάλωση ποτών σε συνδυασμό με έναν παράγοντα που δεσμεύει το νερό μέσα στο σώμα μπορεί να οδηγήσει σε υπερενυδάτωση (Freund *et al.*, 1995; Greenleaf *et al.*, 1998).

1.2. Αφυδάτωση

Αφυδάτωση είναι η διαδικασία απώλειας νερού του σώματος. Η απώλεια νερού γίνεται μέσω των ούρων (πχ διουρητική χρήση), της εφίδρωσης, την αναπνοή, τα κόπρανα ή τον εμετό (McDermott *et al.*, 2017). Καθώς αυξάνεται η θερμική καταπόνηση από το περιβάλλον, υπάρχει μεγαλύτερη εξάρτηση για ιδρώτα έτσι ώστε να γίνει ψύξη μέσω της εξάτμισης νερού (McCullough and Kenney, 2003). Οι αυξήσεις της θερμοκρασίας του σώματος προκαλούν αποκρίσεις απώλειας της θερμότητας με αυξημένη ροή αίματος στο δέρμα και αυξημένη έκκριση του ιδρώτα (M. N. Sawka and Young, 2006). Επομένως, οι απώλειες του ιδρώτα μπορεί να είναι σημαντικές. Εκτός του ότι περιέχει νερό, ο ιδρώτας περιέχει ηλεκτρολύτες που χάνονται. Εάν δεν αντικατασταθούν

κατάλληλα, οι ανισορροπίες του νερού και των ηλεκτρολυτών (αφυδάτωση και υπονατριαιμία) μπορεί να αναπτυχθούν και να επηρεάσουν δυσμενώς τις επιδόσεις και ίσως την υγεία των ατόμων (Casa, Clarkson and Roberts, 2005).

1.2.1. Επιπτώσεις και κίνδυνοι Αφυδάτωσης

Απώλειες μόλις 1-2% του σωματικού βάρους μπορούν να διεγείρουν τη δίψα (Leibowitz, 1971). Επιπλέον, λιγότερο από 1% έως 2% απώλεια μάζας σώματος στη θερμότητα προκαλεί καρδιαγγειακούς αντισταθμιστικούς μηχανισμούς για την αυξημένη θερμοκρασία σώματος και αυτό είναι πιθανό να οδηγήσει στη μείωση της ικανότητας άσκησης (Havnes & Wells, 1986). Ωστόσο, σύμφωνα με τους Maughan και συνεργάτες, η αποσύνθεση των φυσικών και γνωστικών επιδόσεων ξεκινά, συνήθως, όταν η αφυδάτωση φτάσει το 2%. Αυτή η ήπια αφυδάτωση είναι το όριο στο οποίο παρατηρείται μείωση στον όγκο του πλάσματος, αύξηση του καρδιακού ρυθμού (HR), μείωση της ροής του αίματος στο δέρμα, μείωση της εφίδρωσης καθώς και της θερμότητας και αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος κατά 1°C. Όταν η θερμοκρασία του σώματος φτάσει τους 39°C, παρατηρείται μείωση της απόδοσης λόγω δυσλειτουργίας της παραγωγής ενέργειας καθώς και νευροψυχολογική ανεπάρκεια (Maughan, Shirreffs and Watson, 2007). Όσον αφορά τα φυσικά συμπτώματα (ζαλάδα, κεφαλαλγία, ταχυκαρδία, βυθισμένα μάτια, επιδερμίδα δέρματος), εμφανίζονται μόνο όταν οι απώλειες υγρών είναι σοβαρές (>2%) (Friedman *et al.*, 2004; Steiner, DeWalt and Byerley, 2004). Αξίζει να τονιστεί ότι υπάρχει ξεχωριστή ανταπόκριση στην αφυδάτωση από το κάθε άτομο, όμως οι ελλείψεις των υγρών >2% του σωματικού βάρους, ιδιαίτερα σε περιβάλλον με ζεστό κλίμα, μπορούν να υποβαθμίσουν τη γνωστική λειτουργία και τις επιδόσεις στην αερόβια άσκηση (Sawka *et al.*, 2007; Shirreffs and Sawka, 2011). Ωστόσο, σε ένα δροσερό περιβάλλον, η μείωση στην ικανότητα αερόβιας άσκησης και τις επιδόσεις ασκήσεων υψηλής έντασης εμφανίζονται συχνότερα όταν χάνεται το 3%-5% του συνολικού νερού σώματος (Sawka *et al.*, 2007; Shirreffs & Sawka, 2011). Ακόμη, υπάρχουν δεδομένα που υποστηρίζουν πως σε αφυδάτωση 3%-5% δεν υποβαθμίζεται η μυϊκή δύναμη (Evetovich *et al.*, 2002; Greiwe *et al.*, 1998) ή η αναερόβια απόδοση (Jacobs, 1980; Cheuvront *et al.*, 2006). Τέλος, σε σοβαρή αφυδάτωση 6-10%, παρατηρούνται πιο

έντονες επιδράσεις στις αθλητικές επιδόσεις, στην καρδιακή καταπόνηση, στην παραγωγή ιδρώτα, στη ροή του αίματος του δέρματος και την καταπόνηση των μυών (Armstrong *et al.*, 2007).

1.2.2. Αξιολόγηση αφυδάτωσης – Δείκτες Ενυδάτωσης

Όσον αφορά την μέτρηση ενυδάτωσης, δεν υπάρχει ένα μοναδικό καθολικό πρότυπο αξιολόγησης. Χρησιμοποιούνται αρκετοί και διαφορετικοί τρόποι αξιολόγησης. Οι μέθοδοι αραίωσης του TBW και οι μετρήσεις οσμωμοριακότητας του πλάσματος (σύνθετοι δείκτες), αποτελούν τις πιο έγκυρες και ακριβείς μεθόδους αξιολόγησης, όμως δεν αποτελούν πρακτικές λύσεις για την παρακολούθηση της καθημερινής ενυδάτωσης (Institute of Medicine, 2005; Ritz, 1998). Πιο απλοί δείκτες που χρησιμοποιούνται είναι η συγκέντρωση ούρων, η αξιολόγηση ειδικής βαρύτητας και αγωγιμότητας ούρων (Armstrong *et al.*, 1994; Bartok *et al.*, 2004; Shirreffs and Maughan, 1998) καθώς και ο χάρτης χρωμάτων ούρων (Armstrong *et al.*, 1994). Αν και δεν αποτελούν πρακτική μέτρηση σε καθημερινή βάση, η ποσοτική και ποιοτική αξιολόγησή τους είναι πολύ απλούστεροi και υποδεικνύονται ως αξιόπιστες τεχνικές αξιολόγησης της ενυδάτωσης (Armstrong *et al.*, 1994; Bartok *et al.*, 2004; Shirreffs and Maughan, 1998). Οι δείκτες ούρων χρησιμοποιούνται συχνά, αλλά αντανακλούν τον πρόσφατο όγκο υγρού που καταναλώνεται παρά μια κατάσταση ενυδάτωσης (Armstrong, 2005). Ενώ είναι πιο υποκειμενικό, το χρώμα των ούρων μπορεί να είναι δείκτης της κατάστασης ενυδάτωσης όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια πιο μετρήσιμη μέθοδο (Armstrong *et al.*, 1994). Ακόμα ένα δείκτης, σύμφωνα με τον Armstrong (Armstrong, 2007), αποτελεί η αλλαγή σωματικής μάζας καθώς παρέχει τον απλούστερο και ακριβέστερο δείκτη κατάστασης ενυδάτωσης σε πραγματικό χρόνο όταν οι μετρήσεις συλλέγονται διαδοχικά σε κοντινή χρονική απόσταση. Άλλοι δείκτες που χρησιμοποιούνται αφορούν δείκτες όπως ανάλυση σάλιου καθώς και παρατήρηση συμπτωμάτων (ζάλη, ταχυκαρδία), τα οποία όμως έχει αποδειχθεί πως δεν προσφέρουν σαφή αποτελέσματα (Ship and Fischer, 1999).

1.3. Υπερενυδάτωση

Η υπερενυδάτωση ή η αύξηση του συνολικού νερού του σώματος (TBW) πάνω από το κανονικό θεωρείται μια συνετή στρατηγική βελτίωσης της απόδοσης πριν από την έντονη άσκηση στη θερμότητα (Armstrong, Costill and Fink, 1985; Maresh *et al.*, 2004). Χρησιμοποιώντας αυτήν τη μέθοδο, οι Fortney και συνεργάτες (Fortney *et al.*, 1988) διαπίστωσαν εξασθενημένη αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης στη θερμότητα (διατήρηση όγκου αίματος → αύξηση της ροής του αίματος του δέρματος → απώλεια θερμότητας). Υποστηρίζεται, επίσης, πως όταν ο μηχανισμός της υπερενυδάτωσης χρησιμοποιείται για επακόλουθη άσκηση αντοχής, ειδικά σε θερμό περιβάλλον, θα καθυστερήσει, αποτρέψει ή μετριάσει τις επιπτώσεις της αφυδάτωσης (Wagner, 1999; Lyons *et al.*, 1990). Ωστόσο, ένα από τα προβλήματα που σχετίζονται με την κατακράτηση μεγάλων όγκων υγρού πριν από την άσκηση είναι η έντονη διούρηση που μπορεί να επέλθει κατά τη διάρκεια της άσκησης (Kavouras *et al.*, 2006; Figaro and Mack, 1997).

1.4. Ενυδάτωση πριν την άσκηση

Μεταξύ των ατόμων ο ρυθμός ιδρώτα (Yeargin *et al.*, 2010; Armstrong *et al.*, 2010; Gonzalez *et al.*, 2009), η δίψα (Armstrong, Ganio, *et al.*, 2014; Armstrong, Johnson, *et al.*, 2014) και η πρόσληψη υγρών (Kavouras *et al.*, 2012; McDermott *et al.*, 2009 Shirreffs *et al.*, 2004) κατά τη διάρκεια της άσκησης ποικίλλουν πολύ. Επομένως, οι εξατομικευμένες συστάσεις κατανάλωσης υγρών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τα άτομα με αθλητική δραστηριότητα.

Η ενυδάτωση πριν την άσκηση θα πρέπει να ξεκινά τουλάχιστον μερικές ώρες πριν την άσκηση για να επιτρέψει την απορρόφηση υγρών καθώς και την περίσσεια υγρού να αποβληθεί μέσω των ούρων, ώστε η παραγωγή ούρων να επιστρέψει προς το φυσιολογικό πριν από τη δραστηριότητα (Sawka *et al.*, 2007). Στόχος της προενυδάτωσης είναι να ξεκινήσει η φυσική δραστηριότητα με κανονικά επίπεδα ενυδάτωσης και ηλεκτρολυτών του πλάσματος. Εάν καταναλώνονται αρκετά ποτά με

τα γεύματα και αν έχει παρέλθει μία παρατεταμένη περίοδος ανάκαμψης (8-12 ώρες) από την τελευταία άσκηση, τότε το άτομο θα πρέπει να είναι ήδη κοντά στην πλήρη ενυδάτωση (Institute of Medicine, 2005). Συστήνονται, επίσης, 5-7ml/kg σωματικού βάρους 4 ώρες πριν από την άσκηση. Ωστόσο, αν δεν υπάρχει ούρηση ή αν τα ούρα είναι σκουρόχρωμα (συμπυκνωμένα), θα πρέπει να καταναλωθούν επιπλέον 3-5ml/kg σωματικού βάρους τη διάρκεια των τελευταίων 2 ωρών (Evans, Shirreffs and Maughan, 2009). Επιπλέον, σε γενικότερο επίπεδο, η ACSM (American College of Sports Medicine) έχει δώσει κατευθυντήριες οδηγίες για την κατανάλωση υγρών, οι οποίες περιλαμβάνουν την κατανάλωση 500ml υγρού 2 ώρες πριν από ένα συμβάν για τη διασφάλιση της σωστής ενυδάτωσης (δηλαδή του κανονικού όγκου υγρού και της ωσμωτικότητας). Η πρόσληψη υγρών και μιας διατροφικά ισορροπημένης διατροφής κατά τη διάρκεια των 24 ωρών πριν την άσκηση είναι επίσης κρίσιμη (Convertino, et al., 1996).

1.5. Ενυδάτωση μετά την άσκηση

Η αναπλήρωση υγρών παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάκτηση πολλών διαδικασιών του σώματος (Murray, 1996). Δεδομένου ότι οι απώλειες ιδρώτα και οι υποχρεωτικές απώλειες ούρων συνεχίζονται κατά τη διάρκεια της φάσης μετά την άσκηση, τα άτομα που επιδιώκουν να επιτύχουν γρήγορη και πλήρη ανάκτηση από την αφυδάτωση θα πρέπει να καταναλώνουν περίπου 1,25 - 1,5 λίτρα υγρού για κάθε κιλό απώλειας του βάρους του σώματος (125% -150%) (Sawka *et al.*, 2007; Kenefick & Cheuvront, 2012), με 1-1,5 gr νατρίου (Na), τις πρώτες 6 ώρες μετά την άσκηση (Evans, Shirreffs and Maughan, 2009). Η επιπλέον ποσότητα υγρού απαιτείται για να αντισταθμιστεί η αυξημένη παραγωγή των ούρων που συνοδεύει την ταχεία κατανάλωση των αυξημένων ποσοτήτων των υγρών (Shirreffs & Maughan, 1998).

1.5.1. Χαρακτηριστικά ποτού αναπλήρωσης υγρών

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του ποτού ενυδάτωσης μπορούν να επηρεάσουν δραματικά την έκταση της αντικατάστασης υγρών. Ένας αφυδατωμένος αθλητής που ασκείται σε θερμό περιβάλλον (>25 ºC) προτιμά να καταναλώνει δροσερό ποτό (Hubbard *et al.*, 1984). Η προτιμώμενη θερμοκρασία του νερού είναι συχνά μεταξύ 15 και 21ºC (Engell & Hirsch, 1991). Επιπλέον, η αλατότητα, το χρώμα, η γλυκύτητα, η θερμοκρασία, η γεύση (π.χ. προτιμάται το σταφύλι), η ενανθράκωση και η οξύτητα επηρεάζουν την κατανάλωση από τον αθλητή (Greenleaf, 1992; Wilk & Bar-Or, 1996; Convertino, et al., 1996). Ωστόσο, με βάση τον όγκο και την ωσμωτικότητα, το νερό μπορεί να μην είναι το καλύτερο υγρό μετά την άσκηση για την αντικατάσταση των υγρών που χάνονται μέσω της εφίδρωσης (Costill & Sparks, 1973; Gonzalez-Alonso, Heaps and Coyle, 1992; Nose *et al.*, 1988). Η κατανάλωση νερού προκαλεί γρήγορη διούρηση ακόμα και όταν το άτομο είναι αφυδατωμένο (Costill and Sparks, 1973). Οι ηλεκτρολύτες (είτε σε τρόφιμα είτε σε υγρά) είναι απαραίτητοι για την επαναφορά της κανονικής ενυδάτωσης μετά από αφυδάτωση που προκαλείται από άσκηση. Αυτό δεν προκαλεί έκπληξη επειδή η υπερβολική εφίδρωση κατά τη διάρκεια της άσκησης μεταβάλλει τόσο την ωσμωτικότητα του πλάσματος όσο και τα επίπεδα ηλεκτρολυτών (κυρίως νατρίου) λόγω των επιπέδων αλατιού στον ιδρώτα. Το νάτριο, επίσης, ενισχύει τόσο τη συγκράτηση του νερού όσο και τη γεύση του ποτού. Ακόμα, η συμπερίληψη των υδατανθράκων στο διάλυμα ενυδάτωσης είναι πιθανό να βελτιώσει το ρυθμό επανενυδάτωσης. Η αναπλήρωση των αποθεμάτων γλυκογόνου, επίσης, θα ενισχύσει την απόδοση σε επακόλουθες προπονήσεις (Murray *et al.*, 1987). Η συγκέντρωση υδατανθράκων είναι ιδανικά κοντά στο 6% (gr * 100 ml/L) και δεν συστήνεται να υπερβαίνει το 8%. Αξίζει να τονιστεί πως τα απλά σάκχαρα (γλυκόζη ή σακχαρόζη) ή άμυλο είναι οι καλύτερες μορφές υδατανθράκων και ένας συνδυασμός διαφορετικών τύπων υδατανθράκων θα επιταχύνει την γαστρική κένωση και την εντερική απορρόφηση. Τέλος, η φρουκτόζη δεν προτείνεται ως κύρια πηγή υδατανθράκων, διότι είναι πιθανό να προκαλέσει γαστρεντερικό στρες (Convertino, et al., 1996).

1.5.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την αναπλήρωση υγρών

Παράγοντες που συμβάλλουν στην αντικατάσταση υγρών περιλαμβάνουν τη διάθεση του ατόμου (η ηρεμία σχετίζεται με την ενισχυμένη επανενυδάτωση) και το βαθμό συγκέντρωσης που απαιτείται από την εργασία/ το άθλημα (Booth, 1991). Επιπλέον, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου και η ακτινοβολία επηρεάζουν το βαθμό του περιβαλλοντικού στρες. Η έκταση του περιβαλλοντικού στρες επηρεάζει άμεσα τον βαθμό των φυσιολογικών μεταβολών όπως το ρυθμό εφίδρωσης, την υπεροσμωμοριακότητα των εξωκυτταρικών υγρών κ.λπ.. Αυτές οι φυσιολογικές αλλαγές με τη σειρά τους επηρεάζουν τη διαδικασία επανενυδάτωσης (Armstrong & Maresh, 1996).

1.6. Καφεΐνη

Η καφεΐνη είναι μια από τις πολύ ευρέως καταναλισκόμενες ουσίες στον κόσμο και είναι γνωστό ότι καταναλώνεται από αθλητές για την αύξηση των επιδόσεών τους. Η εισαγωγή της καφεΐνης στα ενεργειακά ποτά και στα αθλητικά ποτά/συμπληρώματα αύξησαν τις ευκαιρίες των αθλητών να καταναλώνουν καφεΐνη, είτε ως μέρος της καθημερινής τους δίαιτας, είτε για συγκεκριμένη χρήση ως εργογονική βοήθεια. Συγκεκριμένα, τα αθλητικά ή ενεργειακά ποτά που περιέχουν καφεΐνη (ή ανάλογα καφεΐνης όπως γκουαράνα) έχουν καθιερωθεί ευρέως (Conway, Orr and Stannard, 2003). Ωστόσο, λόγω της διουρητικής της δράσης, οι αθλητές έχουν ενημερωθεί να απέχουν από την κατανάλωσή της (Sinclair & Geiger, 2000). Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται πως η κατανάλωση ενός αθλητικού ποτού με καφεΐνη αυξάνει την παραγωγή ούρων (Wemple, Lamb and McKeever, 1997) και αυτό το διουρητικό αποτέλεσμα παρατηρείται επίσης όταν χρησιμοποιείται καφεϊνούχο ποτό μετά την άσκηση (González-Alonso, Heaps and Coyle, 1992). Από την άλλη πλευρά, σε μελέτη των Zhang και συνεργατών (Zhang *et al.*, 2014), διαπιστώθηκε ότι η μέτρια κατανάλωση καφεΐνης (μέση τιμή 460 mg) δεν αλλοίωσε την παραγωγή ούρων κατά τη διάρκεια μετά την άσκηση.

1.6.1. Μεταβολισμός καφεΐνης στο σώμα

Τα σημερινά στοιχεία δείχνουν ότι η καφεΐνη δρα ως ανταγωνιστής υποδοχέα της αδενοσίνης. Οι υποδοχείς του ενζύμου είναι ευρέως παρόντες στον ανθρώπινο ιστό, του εγκεφάλου, των σκελετικών μυών και του λιπώδους ιστού (Anselme *et al.*, 1992). Η απορρόφηση της καφεΐνης από τον οργανισμό ολοκληρώνεται σε 45 λεπτά και διανέμεται ευρέως στο σύνολο του νερού του σώματος (Arnaud, 1993) φθάνοντας τις μέγιστες συγκεντρώσεις στο αίμα εντός 1 ώρας μετά την κατανάλωσή της (Forsberg *et al.*, 1991). Ο χρόνος ημιζωής της είναι 2,5-4,5 ώρες στα νεαρά άτομα (Massey, 1998) καταβολίζεται αργά και διατηρεί μέγιστες συγκεντρώσεις για 3-4 ώρες (Graham, 2001a; Graham, 2001b). Ο μηχανισμός της διούρησης που προκαλείται από την καφεΐνη δεν είναι σαφής. Υποστηρίζεται πως η καφεΐνη θα μπορούσε να έχει δυσμενή επίδραση στην ενυδάτωση, καθώς αυξάνει τη ροή του αίματος στα νεφρά και εμποδίζει την επαναρρόφηση νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου, αποβάλλοντας έτσι περισσότερο νερό (Birkner *et al.*, 2006). Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι το φύλο, η άσκηση και η θερμοκρασία δεν έχουν καμία επίδραση στη φαρμακοκινητική επίδραση της καφεΐνης, στην απορρόφηση, τη διανομή ή την αποβολή της σε άνδρες και γυναίκες (McLean & Graham, 2002).

1.6.2. Περιεκτικότητα τροφίμων και ποτών σε καφεΐνη

Η καφεΐνη είναι διαθέσιμη και ως συστατικό τροφίμων (Graham, 2001a). Κύριες διατροφικές πηγές της αποτελούν το τσάι, ο καφές, η σοκολάτα, η κόλα και τα ενεργειακά ποτά, ενώ κυκλοφορούν και ορισμένα συνταγογραφημένα φάρμακα τα οποία περιέχουν 100-200mg καφεΐνης ανά δισκίο (Burke *et al.*, 2006). Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1.1) αναγράφονται οι περιεκτικότητες των σημαντικότερων διατροφικών πηγών καφεΐνης :

Πίνακας 1.1 Καφεϊνη που περιεχέται σε ροφήματα

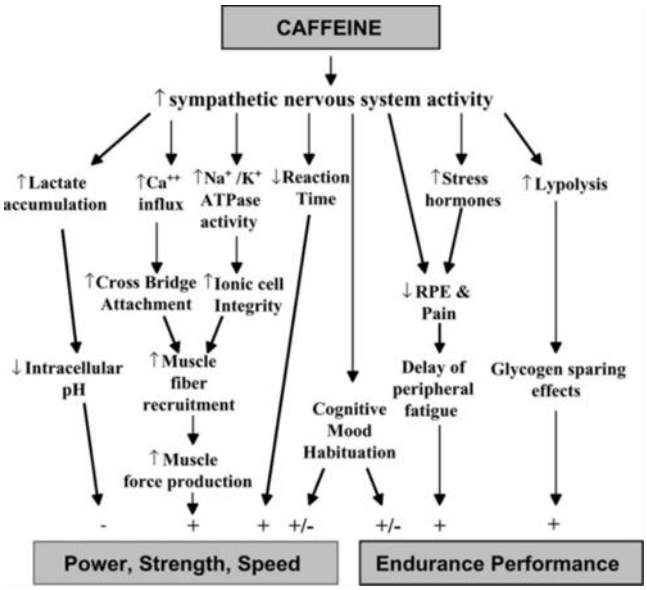
Ποτά (μέγεθος σερβιρίσματος)	***Εύρος (mg/serving)***	***Μέση τιμή(mg/serving)***
Τσάι (190 ml)	1-90	50
Στιγμιαίος καφές (190 ml)	21-120	75
Αλεσμένος καφές (190 ml)	15-254	100
Ζεστή σοκολάτα (150 ml)	1-6	-
Μαύρη σοκολάτα (bar)	-	50*
Cola (330 ml)	11-70	40
Ενεργειακό ποτό (250 ml)	27-87	80

* Η σοκολάτα γάλακτος περιέχει περίπου μισή ποσότητα καφεΐνης

Πηγή: συντάχθηκε από την FSA (2004) και πληροφορίες προϊόντος. Μέσες τιμές από τον ιστότοπο της FSA (Ruxton, 2008).

1.6.3. Επίδραση και εργογόνος δράση Καφεΐνης - Δόση Καφεΐνης

Λόγω της ασφάλειας και της δημοτικότητάς της, η καφεΐνη έχει γίνει η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη εργογόνος ουσία από τους αθλητές (Applegate, 1999). Η καφεΐνη διεγείρει το κεντρικό νευρικό σύστημα με μια σειρά που οδηγεί στην ενίσχυση της απόδοσης κατά την άσκηση (Εικόνα 1.1) (Sökmen *et al.*, 2008). Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι μειώνει την κόπωση στην προπόνηση, ενισχύει την ενέργεια και τη συστολική δύναμη των σκελετικών μυών και αυξάνει το όριο του πόνου (Dunford & Coleman, 2012).



Εικόνα 1.1 ΠΙΘΑΝΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΚΑΦΕΪΝΗΣ ΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗ

Πηγή: Sökmen *et al.*, 2008

Η Ακαδημία Διατροφής και Διαιτολογίας (Academy of Nutrition and Dietetics) αναφέρει 200 έως 300 mg/d ως μέτρια και ασφαλής δόση καφεΐνης (Academy of Nutrition and Dietetics, 2013). Αξίζει να αναφερθεί πως μεγαλύτερες δόσεις καφεΐνης, από τη σύσταση, μπορεί να προκαλέσουν αϋπνία, νευρικότητα, ευερεθιστότητα και άγχος (Goldstein, 1964).

Όσον αφορά την επίδραση της καφεΐνης στην απόδοση της άσκησης ο Πίνακας 1.2 αναφέρεται σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε αθλητές με σκοπό να διερευνηθεί η εργογόνος δράση της. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1.2, οι Graham και συνεργάτες (Graham and Spriet, 1991; T. Graham and Spriet, 1995), απέδειξαν ότι η κατανάλωση καφεΐνης δόσης 3-9 mg/kg, πριν την άσκηση, σε δρομείς αντοχής είναι εργογόνος. Επίσης σε μελέτη των Bell και McLellan (Bell & McLellan, 2003) αποδείχθηκε ότι δόσεις 2,5 mg/kg και 5mg/kg πριν την άσκηση, σε άνδρες ποδηλάτες είχαν εξίσου εργογόνο δράση. Ωστόσο, δύο έρευνες, αυτή των Hunter και συνεργατών (Hunter *et al.*, 2016) σε άνδρες ποδηλάτες με πρόσληψη καφεΐνης πριν αλλά και κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς και η έρευνα των Paton και συνεργατών (Paton, Hopkins and Vollebregt, 2001), σε αθλητές ομαδικού αθλήματος, με δόση 6mg/kg, με πρωτόκολλο αναερόβιας άσκησης, έδειξαν ότι δεν υπάρχει εργογόνος δράση.

Πίνακας 1.2 Καφεΐνη και Απόδοση

Παραπομπή	*Δείγμα*	*Δόση καφεΐνης*	*Μεταβλητές αποτελεσμάτων – Πρωτόκολλο*	*Αποτελέσματα*
Graham and Spriet, 1995	8 άνδρες καλά εκπαιδευμένοι δρομείς αποστάσεων	• 3 mg/kg BM • 6 mg/ kg BM • 9 mg/kg BM 1 ώρα πριν την άσκηση	Τρέξιμο σε διάδρομο με επιβάρυνση 85% VO_2max μέχρι το σημείο εθελοντικής εξάντλησης	• ↑ *Αντοχής*: ✓ <u>3 mg/kg</u> : ↑ 22 +/- 9 % ✓ <u>6 mg/kg</u> : ↑ 22 +/- 7 % ✓ <u>9 mg/kg</u> : Καμία αύξηση αντοχής
Graham and Spriet, 1991	1 γυναίκα & 7 άνδρες καλά εκπαιδευμένοι δρομείς αποστάσεων	9 mg/kg BM 1 ώρα πριν την άσκηση	Τρέξιμο σε διάδρομο ή ποδηλατική σε κυκλοεργόμετρο με επιβάρυνση 85% VO2max μέχρι το σημείο εξάντλησης	↑ χρόνου άσκησης έως την εξάντληση τρεξίματος + ποδηλασίας
Bell and McLellan, 2003	9 άνδρες ποδηλάτες χρήστες καφεΐνης	• 2,5 mg/kg BM • 5 mg/kg BM	Αντοχή ποδηλασίας σε κυκλοεργόμετρο, έως εξάντληση στο 80% $\dot{V}O_2$ max	↑ ο χρόνος έως την εξάντληση αυξήθηκε μετά και από τις 2 δόσεις καφεΐνης
Wiles et al., 2006	8 εκπαιδευμένοι άνδρες ποδηλάτες	5 mg / kg BM πριν τη δοκιμασία	Ταχύτητα και ισχύς ποδηλασίας, 1 km σε κυκλοεργόμετρο	↑ ταχύτητας και ισχύς κατά 3,1%
Bridge and Jones, 2006	8 άνδρες δρομείς αποστάσεων	3 mg / kg BM, 1 ώρα πριν την δοκιμασία	8 χλμ. απόσταση	↑ απόδοση στην άσκηση κατά 1,2%.
Hunter et al., 2016	8 εκπαιδευμένοι άνδρες ποδηλάτες	6 mg / kg BM πριν την δοκιμή & 0,33 mg / kg BM ανα 15' κατά τη διάρκεια της δοκιμής	100 χλμ. δοκιμή χρόνου ποδηλασίας	Καμία επίδραση στην απόδοση
Anderson et al., 2000	8 γυναίκες κωπηλασίας	• 6 mg/kg BM • 9 mg/kg BM 1 ώρα πριν τη δοκιμασία	Δοκιμές χρόνου 2.000 m σε εργονομόμετρο κωπηλασίας	Βελτίωση χρόνου απόδοσης: ✓ 6 mg/kg BM κατά 0,7% ✓ 9 mg/kg BM 1,3%

Paton, Hopkins and Vollebregt, 2001	16 άνδρες αθλητές ομαδικού αθλητισμού	6 mg/ kg BM, 1 ώρα πριν τη δοκιμασία	10 σπριντ 20 μέτρων	Καμία επίδραση στην απόδοση

BM= σωματική μάζα, ↑= αύξηση

Τέλος, υποστηρίζεται πως οι τακτικοί χρήστες καφεΐνης καθίστανται εξοικειωμένοι με τις επιπτώσεις της καφεΐνης, μειώνοντας τις δράσεις της (Maughan & Griffin, 2003). Οι Bangsbo και συνεργάτες (Bangsbo *et al.*, 1992) διαπίστωσαν ότι οι συνήθεις χρήστες καφεΐνης μετά από 6 βδομάδες αυξημένης πρόσληψης, είχαν μικρότερη αύξηση αδρεναλίνης σε σχέση με τους μη συνήθεις χρήστες.

1.6.4. Καφεΐνη και ενυδάτωση

Παρά τη δημοτικότητα και τις εργογόνες ιδιότητες της καφεΐνης όσον αφορά την αθλητική απόδοση (Graham, 2001a; Davis & Green, 2009), η καφεΐνη γενικά αναγνωρίζεται ως έχουσα ήπια διουρητική δράση. Σε πρώιμη βιβλιογραφία, μια ανασκόπηση από τους Maughan και Griffin (Maughan & Griffin, 2003) υποδηλώνεται ότι η οξεία κατανάλωση της καφεΐνης (250-300mg) οδηγεί σε βραχυπρόθεσμη διέγερση (αύξηση) της παραγωγής ούρων. Τα τρέχοντα αποτελέσματα, από την άλλη, παρέχουν υποστηρικτικές αποδείξεις ότι η καφεΐνη δεν θα έθετε σε κίνδυνο την ισορροπία υγρών κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Ο Πίνακας 1.3 αναφέρεται σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της επίδρασης της καφεΐνης στην ενυδάτωση. Σε 3 μελέτες η κατανάλωση καφεΐνης δεν επηρέασε την ισορροπία υγρών και στις υπόλοιπες 2 παρατηρήθηκε αύξηση παραγωγής ούρων μετά την άσκηση. Στη μελέτη των Wemple και συνεργατών (Wemple, Lamb and McKeever, 1997) αποδείχθηκε επίσης ότι υπάρχει πιθανότητα η προσθήκη υδατανθράκων και ηλεκτρολυτών σε υγρά (π.χ. Αθλητικά ποτά) μπορεί να βοηθήσει στην κατακράτηση υγρών, εξουδετερώνοντας τα διουρητικά αποτελέσματα της καφεΐνης.

Πίνακας 1.3 Καφεΐνη και Ενυδάτωση

Παραπομπή	*Δείγμα*	*Δόση καφεΐνης*	*Πρωτόκολλο Δοκιμασίας*	*Αποτελέσματα*
Dias et al., 2005	59 άνδρες φοιτητές	3 mg / kg BM και 6 mg / kg BM για 12 ημέρες	Δοκιμή αντοχής στη θερμότητα (EHT) που αποτελείται από 90 λεπτά περπατήματος σε διάδρομο (5,6 km / h) στη ζέστη (37,7 ° C) τη 12η ημέρα	Η κατάσταση ενυδάτωσης 16 ώρες μετά την EHT δεν άλλαξε
Coso, Estevez and Mora-Rodriguez, 2009	7 άνδρες αθλητές αντοχής	6 mg/kg BM 45 λεπτά πριν την δοκιμασία	Ποδηλασία 120 λεπτά σε 63% VO_2 max σε ζεστό-ξηρό περιβάλλον	↑ της παραγωγής ούρων • CAF : ↑ 21% • CAF + H_2O: ↑ 43% • CAF + Αθλητικό ποτό : ↑ 15%
Zhang et al., 2014	8 σωματικά δραστήριοι άνδρες	6 mg/kg BM 10 λεπτά πριν τη δοκιμασία	Ποδηλασία σε θερμό περιβάλλον έως ότου επιτευχθεί απώλεια μάζας σώματος 2,5% ακολουθούμενη από 3 ώρες αποκατάστασης	Δεν επηρεάστηκε η ισορροπία υγρών
Millard-Stafford et al., 2007	16 άνδρες ποδηλάτες	1,2 mg / kg BM πριν από την άσκηση, 3,5 mg / kg BW μετά από 60 λεπτά (συνολικά 5,3 mg / kg BM).	Ποδηλασία 120 λεπτά σε 60-75% VO_2 max ακολουθούμενο από 15 λεπτά κύκλου μέγιστης προσπάθειας σε θερμό περιβάλλον	Καμία επίδραση
Wemple, Lamb and McKeever, 1997	6 εκπαιδευμένοι ποδηλάτες	8,75 mg / kg BM σε διάστημα 4 ωρών	3 ώρες ποδηλασίας στο 60% VO_2 max σε έξι θέματα ακολουθούμενη από μέγιστη απόδοση στο 85% $V0_2$ max	↑ αποβολή ούρων κατά 400 ml σε ηρεμία

BM= σωματική μάζα, CAF= καφεΐνη, ↓: μείωση, ↑: αύξηση

1.7. Κρεατίνη

Η κρεατίνη είναι μια ένωση που προέρχεται από αμινοξέα και αποθηκεύεται κυρίως σε σκελετικούς μύες σε τυπικές συγκεντρώσεις μυών 100-150 mmol/kg ξηρού βάρους (dw) (Greenhaff, 2001). Αποτελεί ένα μυϊκό καύσιμο και χρησιμοποιείται ως εργογονική βοήθεια για τη βελτίωση της υγείας και των αθλητικών επιδόσεων (Buford *et al.*, 2007). Για το λόγο αυτό, η κρεατίνη αποτελεί μια από τις πιο γνωστές και πλέον μελετημένες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της ενέργειας του σώματος στους αθλητές (Vranes & Papović, 2015). Έχει αναφερθεί, επίσης, πως η συμπλήρωση κρεατίνης πριν την άσκηση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο αφυδάτωσης κατά τη διάρκεια άσκησης, αυξάνοντας το συνολικό νερό σώματος (Ziegenfuss, Lowery and Lemon, 1998; Kern *et al.*, 2001). Από την άλλη πλευρά, το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής, στα τέλη της δεκαετίας του 1990, ανέπτυξε ένα θέμα με τίτλο «Οι Φυσιολογικές και Επιδράσεις στην Υγεία της Συμπλήρωσης Κρεατίνης από το στόμα». Οι συμμετέχοντες συμβούλευαν τους αθλητές να αποφύγουν τη συμπλήρωση κρεατίνης, αν ήθελαν να ελέγξουν το βάρος τους ή να υποβληθούν σε έντονη άσκηση ή / και ζεστό περιβάλλον. Επίσης, συνέστησαν να αποφεύγονται υψηλές δόσεις κρεατίνης κατά τη διάρκεια περιόδων αυξημένης θερμικής καταπόνησης, όπως οι αθλητικές δραστηριότητες που εκτελούνται υπό συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντος / υγρασίας. Αυτές οι συστάσεις προέκυψαν από την αρχή ότι η συμπλήρωση με κρεατίνη μπορεί να οδηγήσει σε δυνητικά μειωμένη θερμορύθμιση και αλλοιωμένη ισορροπία υγρών. Θεωρητικά, η πρόσληψη κρεατίνης από τους μυς έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του υγρού μέσα στα κύτταρα των σκελετικών μυών. Το αν η αύξηση αυτή βοηθάει, παρεμποδίζει ή δεν επηρεάζει τη ρύθμιση της θερμότητας δεν έχει προσδιοριστεί (Terjung *et al.*, 2000).

1.7.1. Διαιτητικές πηγές Κρεατίνης και συμπληρωματική χορήγηση

Η κρεατίνη αποτελεί μια τροφική ένωση που απαντάται κυρίως στο κρέας, τα ψάρια και άλλα ζωικά προϊόντα. Τέτοιες διαιτητικές πηγές έχουν εκτιμηθεί ότι συνήθως συμβάλλουν στην καθημερινή πρόσληψη κρεατίνης περίπου 1-2 gr (Poortmans *et al.*, 2010). Η ενδογενής σύνθεση και η διατροφική πρόσληψη κρεατίνης συνεισφέρουν από 50% στην καθημερινή ζήτηση κρεατίνης (*VKM,* 2010). Ο παράγοντας που καθορίζει το μέγεθος της αύξησης της μυϊκής κρεατίνης σε απόκριση της συμπλήρωσης φαίνεται να είναι η αρχική μυϊκή κρεατίνη. Πιο συγκεκριμένα, τα άτομα με χαμηλά βασικά επίπεδα θα έχουν μεγαλύτερες αυξήσεις με χορήγηση συμπληρώματος (Harris, Soderlund and Hultman, 1992). Ωστόσο, έχει αναφερθεί ότι οι χορτοφάγοι που δεν καταναλώνουν διαιτητική πηγή κρεατίνης πιστεύεται ότι δεν αντισταθμίζουν πλήρως την έλλειψη διαιτητικής πρόσληψης (Green & MacDonald, 1997). Ακόμη, η χρήση συμπληρωμάτων κρεατίνης μειώνει την ενδογενή παραγωγή κρεατίνης στο σώμα και τα επίπεδα επανέρχονται στο φυσιολογικό μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα όταν σταματήσει η χορήγηση (Persky and Brazeau, 2001; Terjung *et al.*, 2000) , το οποίο υπολογίζεται να είναι 4-5 εβδομάδες (Hultman *et al.*, 1996).

1.7.2. Επίδραση και εργογόνος δράση Κρεατίνης

Η κρεατίνη εμπλέκεται στις διεργασίες ενεργειακού μεταβολισμού κυρίως σε όργανα/ιστούς με υψηλή ζήτηση ενέργειας όπως ο σκελετικός μυς, ο εγκέφαλος και η καρδιά (Gualano *et al.*, 2012). Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) αξιολόγησε διάφορους ισχυρισμούς υγείας σχετικά με την κρεατίνη και τη φυσική απόδοση/ικανότητα ή τη λειτουργία μνήμης. Ο ισχυρισμός υγείας σχετικά με την κρεατίνη και η αύξηση της φυσικής απόδοσης κατά τη διάρκεια βραχυπρόθεσμων, υψηλής έντασης, επανειλημμένων περιόδων άσκησης εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (*EU Register on Nutrition and Health Claims - European Commission*, 2016). Στον Πίνακα 1.4 περιγράφονται μελέτες που έχουν γίνει σε διαφορετικά αθλήματα, εξετάζοντας την επίδραση της χορήγησης κρεατίνης στη φυσική απόδοση.

Πίνακας 1.4 Κρεατίνη και Απόδοση

Παραπομπή	*Δείγμα*	*Δόση καφεΐνης*	*Πειραματικό πρωτόκολλο & Μεταβλητές αποτελεσμάτων*	*Αποτελέσματα*
Vogel et al., 2000	16 άνδρες	20 gr/d για 5 ημέρες. Την ημέρα της δοκιμασίας 20 gr σε 4 δόσεις των 5gr ανάμεσα στις 2 δοκιμασίες	5 μέγιστης απόδοσης σπριντ ποδηλασίας 5 sec, ακολουθούμενο από μια συνεδρία άσκησης 75 min	Καμία βελτίωση απόδοσης της άσκησης
Volek et al., 2004	19 άνδρες μέτρια εκπαιδευμένοι στην αντίσταση	25 gr/d για 7 μέρες & φάση συντήρησης 5 gr/d για 11 εβδομάδες	Προπονήσεις 12 εβδομάδων	<u>↑ απόδοσης</u>: ✓ ασκήσεις πάγκου ↑ 24% ✓ σκουότς ↑ 32%
Kreider, Ferreira and Almada, 1998	25 ποδοσφαιριστές	15,75gr/d για 28 ημέρες πριν την δοκιμασία	• Άσκηση μέγιστης προσπάθειας στον πάγκο και σκουότς & • τεστ σπριντ εργονομικού κύκλου 12 × 6 sec με ανάπαυση 30 sec μεταξύ σπριντ.	<u>↑ απόδοσης:</u> • Σημαντικά μεγαλύτερος όγκος ανύψωσης (bench press, squat, power clean) • 51% ↑ απόδοσης για την εκτέλεση των σπριντ 12 × 6 sec
Vandenberghe et al., 1997	19 υγιείς γυναίκες μη αθλούμενες	20gr/d για 4 ημέρες ακολουθούμενη από 5 gr/d για 10 εβδομάδες	<u>7 διαφορετικές ασκήσεις</u> : κάθε άσκηση 5 σειρές 12 επαναλήψεων στο 70% της μέγιστης επανάληψης	↑ στην επίδραση της προπόνησης αντίστασης : 20-25%
Balsom et al., 1993	18 άνδρες καλά εξοικειωμένοι στην άθληση	20 gr/d 6 ημέρες πριν την δοκιμασία	<u>2 δοκιμές</u> : 6χλμ σε τερέν τρεξίματος με ≈120% VO_2 max	Καμία βελτίωση της απόδοσης
Ledford and Branch, 1999	9 καλά προπονημένες	Φόρτωση 20gr/d 5 ημέρες	<u>3 δοκιμές</u> Wingate αναερόβιας	Καμία βελτίωση της απόδοσης

γυναίκες	πριν τη δοκιμασία	παραγωγής ισχύος

↑: αύξηση

Τέλος, οι μυϊκές προσαρμογές που σχετίζονται με τη συμπλήρωση κρεατίνης μπορούν να βελτιώσουν τις ανταποκρίσεις της προπόνησης και να ενισχύσουν την ανάρρωση από μια περίοδο αδράνειας όπως κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης από έναν τραυματισμό (Rawson, Miles and Larson-Meyer, 2018).

1.7.3. Κρεατίνη και Ενυδάτωση

Παρά τους ισχυρισμούς για ανεπιθύμητες ενέργειες όπως γαστρεντερικές παθήσεις και αύξηση σωματικού βάρους (Thomas, Erdman and Burke, 2016), φαίνεται ότι η κατανάλωση κρεατίνης έχει θετικές επιδράσεις στις μυϊκές κράμπες και στην αφυδάτωση. Συγκεκριμένα, η κρεατίνη βρέθηκε να αυξάνει το συνολικό νερό του σώματος και πιθανώς να μειώνει τον κίνδυνο αφυδάτωσης, μειώνοντας το ρυθμό εφίδρωσης και τη θερμοκρασία του σώματος καθώς και τον κιρκαδικό ρυθμο (Dalbo *et al.*, 2008). Πολλές μελέτες έχουν αναφέρει μια οξεία αύξηση της σωματικής μάζας κατά περίπου 1kg κατά τη διάρκεια γρήγορης φόρτωσης κρεατίνης. Αυτό είναι πιθανό να είναι ένα κέρδος στο νερό του σώματος και αντικατοπτρίζεται από τη μείωση της παραγωγής ούρων κατά τη διάρκεια των ημερών φόρτωσης (Hultman *et al.*, 1996). Επιπλέον, σε μελέτη από τους Steenge και συνεργάτες (Steenge, Simpson and Greenhaff, 2000), βρέθηκε ότι η κατανάλωση κρεατίνης 20gr (4 × 5gr) με 47-97gr υδατανθράκων αύξησαν την κατακράτηση κρεατίνης. Πιο αναλυτικά, ο Πίνακας 1.5 αναφέρεται σε μελέτες για το πως η συμπλήρωση κρεατίνης μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία υγρών του σώματος.

Πίνακας 1.5 Κρεατίνη και Ενυδάτωση

Παραπομπή	*Δείγμα*	*Δόση καφεΐνης*	*Πρωτόκολλο Δοκιμασίας*	*Αποτελέσματα*
Biwer et al., 2003	15 φοιτητές παίκτες ποδοσφαίρου (8 γυναίκες, 7 άνδρες)	Φόρτωση 0,3gr/kg BM/d 6 ημέρες πριν την πειραματική δοκιμασία	Υπομέγιστη δοκιμασία. Διάσπαρτα διαστήματα υψηλής έντασης σε διάδρομο (≈30 λεπτά)	• ↑ BM στους άνδρες • Καμία αλλαγή BW στις γυναίκες
Ledford and Branch, 1999	9 καλά προπονημένες γυναίκες	Φόρτωση 20gr/d 5 ημέρες πριν τη πειραματική δοκιμασία	3 δοκιμές Wingate αναερόβιας παραγωγής ισχύος και ικανότητας εργασίας	Καμία αλλαγή BM
Powers et al., 2003	16 άνδρες και 16 γυναίκες αθλητές αντιστάσεων	Φόρτωση 25 gr/d για 7 ημέρες & συντήρηση 5 gr/d για 21 ημέρες	• 3 προπονήσεις αντίστασης την εβδομάδα κατά την περίοδο λήψης συμπληρώματος	Σημαντική ↑ στο TBW
Volek et al., 2001	20 υγιείς άνδρες	0,3 gr/kg BM/d για 7 ημέρες	Ποδηλασία για 30 λεπτά σε 60-70% VO_2 max ακολουθούμενη από τρία σπριντ 10 s στους 37 ^oC και 80% υγρασία πριν και μετά τη συμπλήρωση κρεατίνης	Η TBW εμφανίζεται σε αναλογία με τις αυξήσεις του συνολικού BW, άρα το % TBW παρέμεινε αμετάβλητο.
Branch, Schwarz and Van Lunen, 2007	7 ανταγωνιστικοί άνδρες ποδηλάτες και τρίαθλοι	20 gr/d 5 ημέρες	3 υπερθερμικές (38,7 ± 1,0 ° C, υγρασία = 33 ± 4%) 1 ώρας συνεδρίες άσκησης στα 181 ± 12 W (1 πριν,1 μετά τη συμπλήρωση κρεατίνης και 1 μετά από 28 ημέρες έκπλυσης)	Καμία αλλαγή BM

Kilduff et al., 2004	21 άνδρες καλά εκπαιδευμένοι σε άθληση αντοχής	20 gr/d 7 ημέρες πριν τη δοκιμασία & 7 μέρες μετά τη δοκιμασία	2 δοκιμασίες σε κυκλοεργόμετρο μέχρι εξαντλήσεως, 47 λεπτά, 63% VO_2 max (30,3 ^oC)	↑ BM, ↑ TBW

BM= σωματική μάζα, TBW= συνολικό νερό σώματος, ↑: αύξηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, η άποψη ότι η κρεατίνη είναι υπεύθυνη για κατακράτηση υγρών στο σώμα και συνεπώς για την οξεία αύξηση της σωματικής μάζας, δεν μπορεί να προσδιοριστεί, αφού πολλές από τις μελέτες (Branch, Schwarz and Van Lunen, 2007; (Kreider, Ferreira and Almada, 1998)Ledford and Branch, 1999; Biwer *et al.*, 2003; Volek *et al.*, 2001) έχουν απδείξει ότι η κρεατίνη δεν επηρεάζει την ισορροπία υγρών στο σώμα, ενώ άλλες απέδειξαν πως η κρεατίνη συμβάλλει στην αύξηση της σωματικής μάζας (BM) (Biwer *et al.*, 2003), καθώς και του συνολικού νερού σώματος (TBW) (Powers *et al.*, 2003; Kilduff *et al.*, 2004).

1.7.4. Δόση Κρεατίνης

Η αύξηση της μυϊκής περιεκτικότητας σε κρεατίνη μπορεί να επιτευχθεί είτε με τη λήψη 20gr κρεατίνης ανά ημέρα για 4 ή 5 ημέρες ή 3gr κρεατίνης ανά ημέρα για 1 μήνα (φάση φόρτωσης). Στη συνέχεια, μπορεί να διατηρηθεί αυξημένη η κρεατίνη στους μύες με ημερήσια συμπλήρωση 2 έως 3gr κρεατίνης (φάση συντήρησης). Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη ατομική μεταβλητότητα στην έκταση της αύξησης της κρεατίνης στους μύες, κυμαινόμενη από 0 έως 40% (Greenhaff *et al.*, 1994). Επιπλέον, η Νορβηγική Επιστημονική Επιτροπή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (Norwegian Scientific Committee for Food Safety: VKM) παρατήρησε ότι οι μακροχρόνιες μελέτες με δόσεις κρεατίνης 5-10 g ημερησίως δεν προκάλεσαν ανεπιθύμητες ενέργειες σε ενήλικες αθλητές (*VKM,* 2010). Ακόμα, η υπερβολική συμπληρωματική κρεατίνη, η οποία δεν απορροφάται από τους ιστούς, εκκρίνεται στα ούρα (Rawson et al., 2002) Τέλος, έχει αποδειχθεί πως η συν-κατάποση σημαντικών ποσοτήτων υδατάνθρακα (75-100gr) με

δόσεις κρεατίνης ενισχύει τη συσσώρευση κρεατίνης στους μυς (Green *et al.*, 1996a; Green *et al.*, 1996b). Οπότε, για βελτιστοποίηση της πρόσληψης κρεατίνης προτείνεται η κατανάλωση συμπληρώματος μετά από ένα γεύμα με υδατάνθρακες ή υδατάνθρακες/ πρωτεΐνες ή μετά την άσκηση.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία

2.1. Δείγμα

Οκτώ υγιείς νεαρές γυναίκες φοιτήτριες πανεπιστημίου προσφέρθηκαν εθελοντικά ως δείγμα αυτής της μελέτης. Όλες οι συμμετέχουσες, ασκούνταν τακτικά 3-5 φορές την εβδομάδα. Πέντε από αυτές δεν ήταν καπνίστριες, ενώ 3 κάπνιζαν περιστασιακά (5-10 τσιγάρα τη βδομάδα). Ακόμα, έξι άτομα κατανάλωναν σε καθημερινή βάση καφεΐνη, ενώ δύο άτομα κατανάλωναν 1-2 φορές τη βδομάδα. Επίσης, καμία από τις συμμετέχουσες δεν κατανάλωνε κρεατίνη. Πριν τη συμπερίληψη στη μελέτη, τα άτομα ενημερώθηκαν για τις πειραματικές διαδικασίες καθώς και τυχόν πιθανούς κινδύνους και κλήθηκαν να υπογράψουν ένα ενημερωτικό έντυπο συγκατάθεσης που εγκρίθηκε από το Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο. Ακόμη, τα άτομα συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο, στο οποίο ανέφεραν ότι δεν υπήρχε κάποιο ιατρικό ιστορικό ή ασθένειες που σχετίζονται με την άσκηση και την έκθεση στη θερμότητα, και κανένα από τα άτομα δεν έλαβε φάρμακα την περίοδο του πειράματος. Τα φυσικά χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 Φυσικά Χαρακτηριστικά Δείγματος

Φυσικά χαρακτηριστικά	**Μέσος όρος ± SD**
Ηλικία (yrs)	21,4 ± 2,3
Ύψος (cm)	164,4 ± 6,5
Βάρος (kg)	54,5 ± 6,7
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m^2)	20,1 ± 1,7

SD = τυπική απόκλιση, yrs=χρόνια, cm=εκατοστά, kg=βάρος

2.2. Πειραματικό Σχέδιο

Χρησιμοποιήθηκε ένας τυχαιοποιημένος και τυφλός πειραματικός σχεδιασμός για τις συμμετέχουσες. Η πειραματική διαδικασία χωρίζεται σε τρεις φάσεις: 1) αφυδάτωση (≈ 1,8%) που προκαλείται από άσκηση σε θερμό περιβάλλον, 2) λήψη ποτού 15 λεπτά από το τέλος της άσκησης και 3) παρακολούθηση της ισορροπίας υγρών για 5 ώρες μετά την άσκηση. Η πρόθεση ήταν να αφυδατωθούν τα άτομα κατά 2% της σωματικής τους μάζας, ώστε να προκύψει μέτρια αφυδάτωση. Η άσκηση συνεχίστηκε μέχρις ότου η απώλεια σωματικής μάζας πέσει κατά περίπου 1,8%, καθώς υπάρχει και επιπλέον απώλεια ιδρώτα για μικρό χρονικό διάστημα μετά την άσκηση. Κάθε άτομο ολοκλήρωσε τρείς πειραματικές δοκιμές και σε κάθε δοκιμή λήφθηκε ένα διαφορετικό ποτό μετά την αφυδάτωση που προκλήθηκε από την άσκηση: i) το ένα (PCB : εικονικό φάρμακο) ήταν ζαχαρούχος χυμός πορτοκάλι Βιοχήμ (Ενέργεια: 564 kcal, CHO: 140,4gr, PRO: 0,6gr, FAT: 0gr Na: 0gr κατά μέσο όρο) αραιωμένος με νερό βρύσης (αναλογία 1:4) και τα άλλα δύο ποτά αποτελούσαν την ίδια βάση (χυμό + νερό βρύσης) με την προσθήκη των ουσιών ii) καφεΐνης (CAF) και iii) κρεατίνης (CR), για κάθε δοκιμή αντίστοιχα. Η δόση καφεΐνης που καταναλώθηκε (3 mg/kg BM), έχει αποδειχθεί ότι έχει εργογόνο δράση (Graham and Spriet, 1991; Graham and Spriet, 1995). Επιπλέον, η δόση κρεατίνης που χρησιμοποιήθηκε αποτελεί την ελάχιστη δόση (5-10 gr), που δεν έχει προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες σε ενήλικες αθλητές, σύμφωνα με την Νορβηγική Επιστημονική Επιτροπή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (Norwegian Scientific Committee for Food Safety: VKM) (VKM, 2010). Όλες οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν πρωί, την ίδια ώρα, ώστε να μην υπάρξουν διακυμάνσεις στην ενυδάτωση των ατόμων και κάτω από ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος. Επιπλέον, για να αποφευχθούν οι επιδράσεις εγκλιματισμού ως συνέπεια της άσκησης στη θερμότητα, οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν σε διάστημα τουλάχιστον 7 ημερών, για κάθε άτομο. Ακόμη, ζητήθηκε από τις δοκιμαζόμενες να απέχουν από έντονη άσκηση για 24 ώρες, καθώς και από την κατανάλωση καφεΐνης και αλκοόλ 24-48 ώρες πριν τη δοκιμασία. Όσον αφορά το διαιτολόγιό τους διατηρήθηκε αμετάβλητο μέχρι την προηγούμενη ημέρα, όμως, την ημέρα του πειράματος, όλοι οι δοκιμαζόμενοι

ακολούθησαν την ίδια δίαιτα, που αποτελούταν από μια μπάρα δημητριακών Digestive Bar 28 gr (Ενέργεια: 118 kcal, CHO: 19,7gr, PRO: 1,5gr, FAT: 3,9gr Na: 0,11gr), καθώς και την ίδια δοσολογία πρόσληψης υγρών, η οποία ήταν 500 ml νερό, και ένα χυμό φρούτων Life 330 ml (Ενέργεια: 120 kcal, CHO: 23,4gr, PRO: 0,3gr, FAT: 0gr, Na: 0gr), δύο ώρες πριν το πείραμα. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας δεν επιτράπηκε η κατανάλωση υγρού. Επίσης, το ποτό επανενυδάτωσης που καταναλώθηκε μετά την άσκηση ήταν ζαχαρούχος χυμός πορτοκάλι Βιοχήμ (Ενέργεια: 564 kcal, CHO: 140,4gr, PRO: 0,6gr, FAT: 0gr Na: 0gr κατά μέσο όρο) αραιωμένος με νερό βρύσης (αναλογία 1:4).

2.3. Πρωτόκολλο

Μετά από ολονύκτια νηστεία τα άτομα έλαβαν ένα τυποποιημένο πρωινό (1 μπάρα δημητριακών και 1 χυμό φρούτων 330 ml), καθώς και 500 ml νερό, για να εξασφαλιστεί μια φυσιολογική κατάσταση ενυδάτωσης, 2 ώρες πριν τη δοκιμασία. Οι δοκιμαζόμενοι έφθασαν στο εργαστήριο 30 λεπτά πριν την έναρξη της δοκιμής. Κατά την άφιξή τους, κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα επιστημονικό ερωτηματολόγιο ετοιμότητας (PAR-Q). Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τις συμμετέχουσες, να αδειάσουν την ουροδόχο κύστη τους όσο το δυνατό πληρέστερα, ώστε να συλλεχθεί ολόκληρος ο όγκος για ανάλυση. Αργότερα, αφού έγιναν οι αναλύσεις όγκου και χρώματος ούρων και διαπιστώθηκε ότι όλα τα άτομα ήταν καλά ενυδατωμένα, πραγματοποιήθηκε η ζύγιση των δοκιμαζόμενων. Πραγματοποιήθηκαν 3 διαδοχικές μετρήσεις σε μηχανικό ζυγό με κολόνα (Seca), με ακρίβεια 0,1 kg, ώστε να προσδιοριστεί το αρχικό σωματικό βάρος (baseline body weight). Έπειτα, τα άτομα φόρεσαν έναν ανιχνευτή καρδιακών παλμών (Polar Heart Rate Monitor), ένα ελαφρύ σορτς και μια ελαφριά μπλούζα και μπήκαν σε ένα δωμάτιο με θερμοκρασία περιβάλλοντος 30,1 ±2,1 ^{o}C (Μέσος όρος ± SD) και σχετική υγρασία 54 ± 0,1 %. Αφού διαπιστώθηκε ότι τα άτομα ήταν έτοιμα να ξεκινήσουν τη δοκιμασία (Heart Rate < 90 παλμοί/min), δόθηκε η εντολή να ποδηλατίσουν σε κυκλοεργόμετρο Monark 874E. Η δοκιμασία αποτελούταν από μια σειρά περιόδων άσκησης 10 λεπτών σε ένταση που αντιστοιχούσε το 65-70% VO_2 max

(54,9 ± 4,5 RPE). Στο τελευταίο λεπτό κάθε δεκάλεπτης περιόδου άσκησης, τα άτομα απαντούσαν σε μια κλίμακα Borg (Πίνακας 2.3), για να προσδιοριστεί το σημείο εξάντλησης. Οι περίοδοι άσκησης διαχωρίστηκαν με περιόδους ανάπαυσης 5 λεπτών κατά τη διάρκεια των οποίων οι δοκιμαζόμενες αφαιρούσαν όλα τα ρούχα τους, στέγνωναν καλά με μια πετσέτα και ζυγίζονταν γυμνές. Ο αριθμός των περιόδων που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε δοκιμασία, ήταν 4 έως 7 και ήταν ανάλογες με τον ρυθμό εφίδρωσης του κάθε ατόμου, μέχρι δηλαδή να επιτευχθεί η επιθυμητή απώλεια 1,8% του αρχικού σωματικού βάρους (baseline body weight). Μόλις επιτεύχθηκε η επιθυμητή απώλεια βάρους, ζητήθηκε από τις δοκιμαζόμενες να αδειάσουν την ουροδόχο κύστη τους και τα ούρα συλλέχθηκαν για ανάλυση. Αμέσως μετά, τα άτομα στέγνωσαν πολύ καλά με μια πετσέτα και έγινε η τελική ζύγιση βάρους σώματος (γυμνό σωματικό βάρος). Έπειτα, ντύθηκαν και επέστρεψαν σε ένα άνετο περιβάλλον (≈25 ^{o}C). Αργότερα, 15 λεπτά από το τέλος της άσκησης, τα άτομα κατανάλωσαν ένα από τα ποτά επανενυδάτωσης. Κάθε ποτό, δόθηκε σε όγκο ίσο με το 125% της εκτιμώμενης απώλειας ιδρώτα, υποθέτοντας ότι όλη η μετρούμενη απώλεια μάζας σώματος αντιστοιχεί σε απώλεια ιδρώτα. Το ποτό δόθηκε σε τέσσερις ισόποσες δόσεις, μία κάθε περίοδο 15 λεπτών. Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τα άτομα να αδειάζουν την ουροδόχο κύστη τους κάθε μία ώρα για τις επόμενες 4 ώρες. Τα ούρα κάθε ώρας συλλέγονταν και αναλύονταν ως προς τον όγκο και το χρώμα. Τα άτομα παρέμειναν στο εργαστηριακό περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου ανάρρωσης και δεν τους επιτράπηκε να καταναλώσουν επιπλέον ποτό ή φαγητό. Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία συλλογής ούρων, οι συμμετέχουσες ζυγίστηκαν για τελευταία φορά (γυμνό σωματικό βάρος) και ήταν ελεύθερες να αποχωρήσουν από το εργαστήριο.

Πίνακας 2.3 Borg Scale : Category Ratio Scale

0	**Nothing at all**
0.5	Extremely weak (just noticable)
1	Very weak
2	Weak (light)
3	Moderate
4	

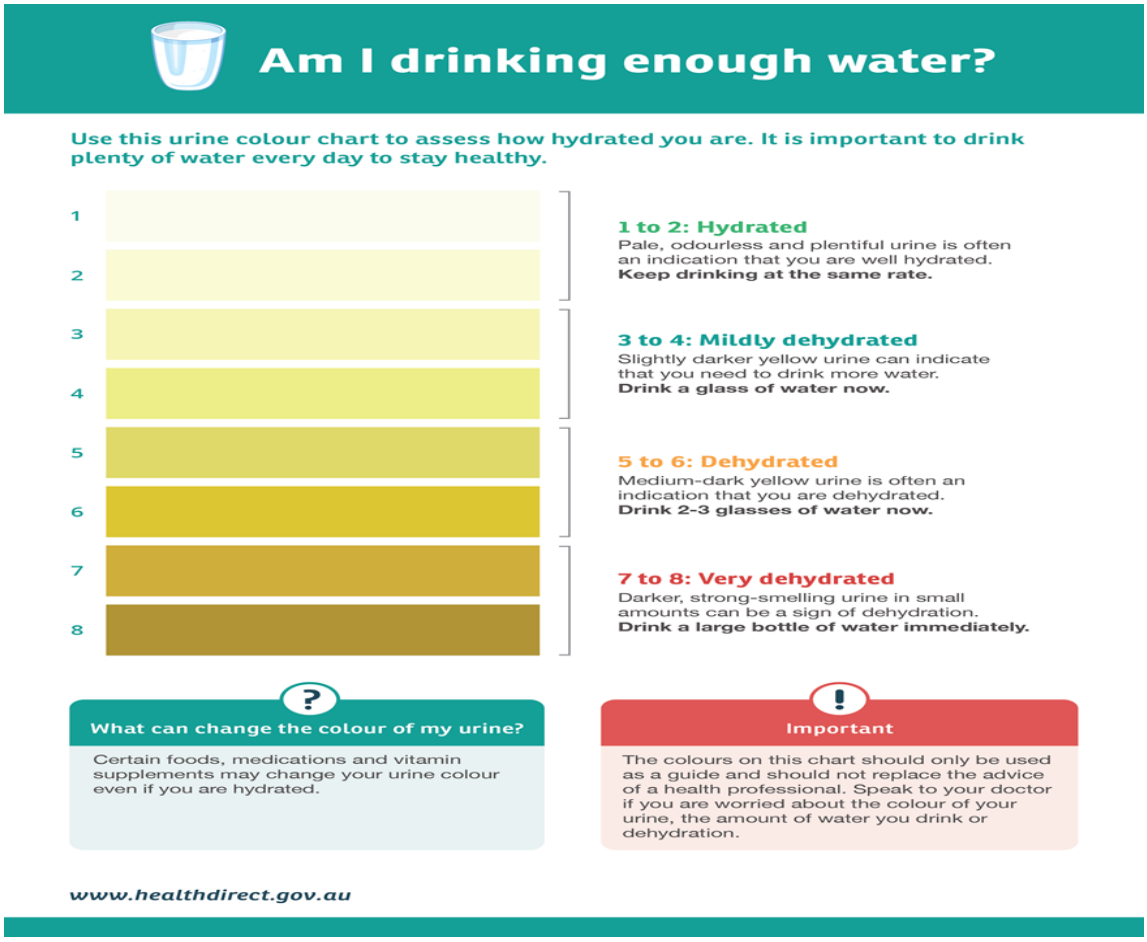
5	Strong (heavy)
6	
7	Very strong
8	
9	
10	Extremely strong (almost max)

Πηγή: (Borg, 1982)

2.4. Μετρήσεις και Υπολογισμοί

Για την αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης των ατόμων για τις τρεις δοκιμές αναλύθηκαν 3 βιοδείκτες ενυδάτωσης οι οποίοι είναι i) ο όγκος απέκκρισης ούρων, ii) το σωματικό βάρος και iii) η αξιολόγηση του χρώματος των ούρων (βάση της Εικόνας 1).Το σωματικό βάρος μετρήθηκε με ακρίβεια 0,1 kg σε μηχανικό ζυγό με κολόνα Seca. Στις ζυγίσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας και μετά, υπήρξε ένα σφάλμα, το οποίο ήταν ο ιδρώτας που υπήρχε πάνω στα μαλλιά των δοκιμαζόμενων. Θεωρήθηκε ότι το επιπλέον αυτό βάρος ζύγιζε 0,1 kg και αφαιρέθηκε από τις συγκεκριμένες μετρήσεις. Όσον αφορά τις δοκιμασίες, έγιναν όλες σε κυκλοεργόμετρο Monark 874E. Οι καρδιακοί παλμοί πριν και κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας υπολογίστηκαν με ανιχνευτή καρδιακών παλμών Polar Heart Rate Monitor. Στη συνέχεια, ο όγκος των συλλεγόμενων ούρων μετρήθηκε σε ποτήρι ζέσεως 100 ml και η αξιολόγηση του χρώματος ούρων έγινε με βάση την Εικόνα 2.4. Σύμφωνα με την αυτή, οι τιμές 1-2 αντιστοιχούν σε ενυδάτωση, οι τιμές 3-4 αντιστοιχούν σε ήπια αφυδάτωση, οι τιμές 5-6 σε αφυδάτωση και τέλος, οι τιμές 7-8 αντιστοιχούν σε αυξημένη αφυδάτωση. Επίσης, οι όγκοι των ποτών που καταναλώθηκαν μετρήθηκαν σε ποτήρι ζέσεως 1L, ενώ οι ουσίες καφεΐνη και κρεατίνη, οι οποίες ήταν σε μορφή σκόνης, μετρήθηκαν με ζυγαριά ακριβείας Kern PFB 120-3 με ακρίβεια 0,01 kg. Όσον αφορά την ισορροπία υγρών ολόκληρου του σώματος σε σχέση με την αρχική κατάσταση των ατόμων, υπολογίσθηκε από την απώλεια ιδρώτα, τον όγκο του υγρού που καταναλώθηκε και την απέκκριση των ούρων.

Εικόνα 2.4 Γράφημα χρώματος ούρων



Πηγή: (Health Direct, 2019)

2.5. Στατιστική Ανάλυση

Τα περισσότερα δεδομένα αναφέρονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση (SD), ενώ στην ισορροπία υγρών σώματος (Σχήμα 5.4), αναφέρεται ως μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα (SE) και αναλύθηκαν με SPSS για Windows (έκδοση 23.0). Οι στατιστικές συγκρίσεις έγιναν με ανάλυση Paired-Samples T test και αναλύθηκαν ανά ζεύγη PCB – CAF, PCB – CR, CAF – CR. Τα στατιστικά δεδομένα παρουσιάζονται σε όλο το κείμενο και στον Πίνακα 3.1 και στα Σχήματα 3.1 – 3.6. Οι διαφορές μεταξύ και εντός των δοκιμών θεωρήθηκαν σημαντικές όπου $p < 0,05$.

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

3.1 Αλλαγή Σωματικού Βάρους και Διάρκεια άσκησης

Κατά τη διάρκεια της άσκησης σε θερμό περιβάλλον (30,1 ± 2,1 ^{o}C), η απώλεια σωματικής μάζας δεν ήταν διαφορετική υπό τις θεραπείες PCB, CAF και CR, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.1. Επίσης, η σχετική αφυδάτωση (ποσοστιαία μεταβολή στο σωματικό βάρος) και ο ρυθμός ιδρώτα δεν διέφεραν μεταξύ των δοκιμών (Πίνακας 3.1). Ο μέσος χρόνος άσκησης και έκθεσης σε θερμό περιβάλλον που απαιτήθηκε από τις συμμετέχουσες για την επίτευξη του επιθυμητού ποσοστού αφυδάτωσης (1,8%), ήταν 73,8 ± 7 λεπτά για τη δοκιμή με PCB, 71,9 ± 9,6 λεπτά για τη δοκιμή με CAF και 75,7 ± 11,2 λεπτά για τη δοκιμή με CR. Δεν υπήρξε προσαρμογή από τις συμμετέχουσες κατά τη διάρκεια των τριών διαδοχικών πειραματικών δοκιμασιών, αφού τηρήθηκε το πρωτόκολλο ώστε να απέχει η κάθε πειραματική δοκιμή από την επόμενη τουλάχιστον 7 ημέρες για κάθε δοκιμαζόμενη.

Η συνολική πρόσληψη υγρού που καταναλώθηκε μετά από κάθε δοκιμή δεν διέφερε και συγκεκριμένα ήταν 1185 ± 150,6 ml ποτού με PCB, 1153 ± 113,3 ml ποτού με CAF και 1186,3 ± 137 ml ποτού με CR. Ακόμα, η μέση συγκέντρωση καφεΐνης (CAF) των ποτών που καταναλώθηκαν ήταν 160 ± 24 mg (3mg/kg BM) και η συγκέντρωση κρεατίνης των ποτών ήταν 5 gr για κάθε δοκιμή.

Πίνακας 3.1 Αλλαγές Σωματικού Βάρους Πριν και Μετά την Άσκηση

	Μέσος Όρος ± SD		
	PCB	CAF	CR
Baseline body weight(kg)	54,8 ± 7,1	54,5 ± 7,3	54,3 ± 6,5
Σωματικό βάρος μετά την άσκηση	53,8 ± 7,0	53,6 ± 7,2	53,3 ± 6,4

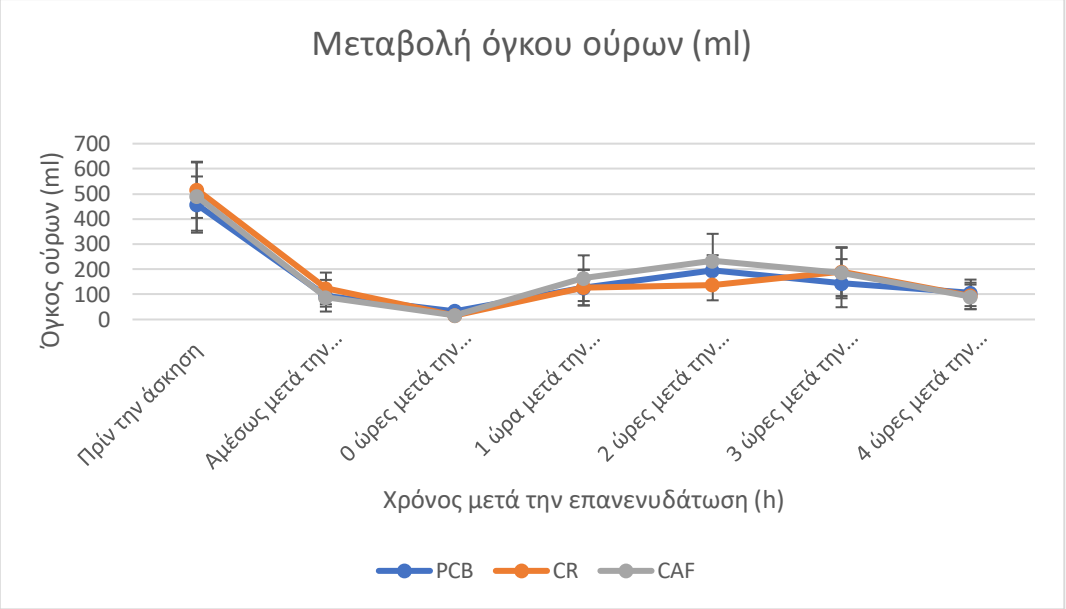
(kg)			
Απώλεια Βάρους μετά την άσκηση (kg)	0,95 ± 0,11	0,94 ± 0,11	0,95 ± 0,11
% Απώλεια Βάρους μετά την άσκηση	1,78 ± 0,0	1,76 ± 0,0	1,79 ± 0,0

SD = τυπική απόκλιση

3.2 Απέκκριση & Αθροιστική παραγωγή ούρων

Ο όγκος ούρων πριν την άσκηση (PCB 457,5 ± 135,6 ml, CAF 489,4 ± 135,9 ml, CR 516 ± 111,9 ml) δεν διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στις τρεις δοκιμασίες ($p>0,05$). Επίσης, ο όγκος ούρων που απεκκρίθηκε μετά την επανενυδάτωση ποικίλλει με την πάροδο του χρόνου για τις τρεις δοκιμές, χωρίς η ποικιλότητα αυτή να είναι στατιστικά σημαντική ($p>0,05$). Επιπλέον, για τις δοκιμές με κατανάλωση εικονικού φαρμάκου (PCB) και καφεΐνης (CAF), ο μέγιστος όγκος ούρων (PCB: 195 ± 80,2 ml, CAF: 233 ± 107,3 ml) παρατηρήθηκε 2 ώρες μετά τη θεραπεία επανενυδάτωσης. Όμως, για τη δοκιμή με κατανάλωση κρεατίνης ο μέγιστος όγκος απέκκρισης ούρων (CR: 189,4 ± 95,7 ml) σημειώθηκε 3 ώρες μετά την επανενυδάτωση όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1.

Σχήμα 3.1 Απέκκριση Ούρων με τη πάροδο του χρόνου.

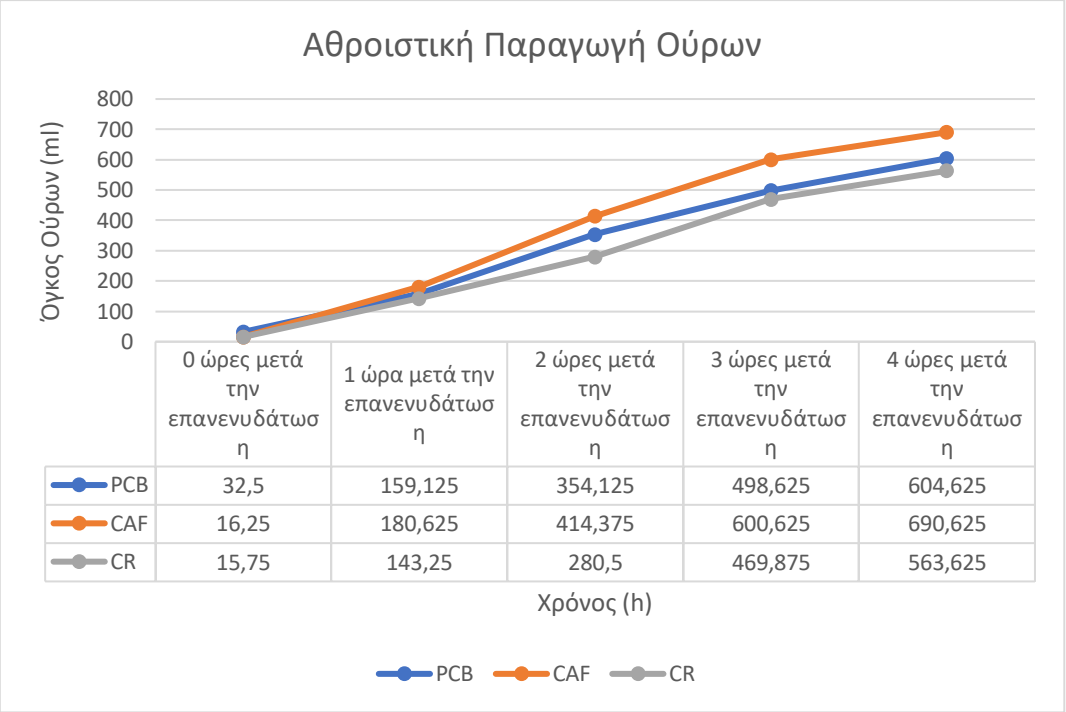


Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι και περιβάλλονται από την τυπική απόκλιση (SD). Οι μέσες τιμές δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές με p >0,05. (PCB – CAF : p=0,174, PCB – CR : p=0,676, CAF – CR : p=0,607).

Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάζεται η αθροιστική παραγωγή ούρων στο διάστημα μετά τη θεραπεία επανενυδάτωσης των τριών δοκιμών (PCB, CAF, CR). Η αθροιστική παραγωγή ούρων υπολογίσθηκε ως άθροισμα απέκκρισης ούρων για κάθε χρονική περίοδο μετά την αντικατάσταση υγρού. Παρατηρείται ένας σχετικά σταθερός ρυθμός στην αύξηση παραγωγής ούρων από την 1η ώρα και μετά τη θεραπεία για όλες τις δοκιμές PCB, CAF και CR με τιμές αύξησης +126,6 ml, +164,4 ml και +127,5 ml αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε μόνο μια μικρή τάση για μεγαλύτερη διούρηση για τη δοκιμή με CAF (+233,7 ml) μετά τη 2η ώρα σε σχέση με τις δοκιμές PCB (+195 ml) και CR (+188,4 ml), χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική (p>0,05). Ακόμα, μετά την 3η ώρα έως την 4η παρατηρείται μείωση του ρυθμού παραγωγής ούρων για όλες τις δοκιμές PCB, CAF και CR 106 ml, 90 ml και 93,7 ml αντίστοιχα (Σχήμα 5.1). Όσον αφορά τη τελική αθροιστική παραγωγή ούρων στη δοκιμή με CAF ανήλθε στα 690,6 ml και παρουσιάζεται ως η μεγαλύτερη τιμή. Ακολουθεί η δοκιμή με PCB με 604,6 ml, ενώ την πιο χαμηλή τιμή αθροιστικής παραγωγής ούρων παρουσιάζεται να έχει η δοκιμή με CR με 563,6 ml (Σχήμα 5.2). Φαίνεται ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην παραγωγή ούρων μεταξύ PCB και CAF (p=0,078 , p>0,05). Σημειώθηκε όμως

σημαντική διαφορά στην αθροιστική παραγωγή ούρων μεταξύ PCB και CR (↓6,8 %), ($p=0,030$, $p<0,05$, με σφάλμα υπόθεσης 5%). Το γενικό πρότυπο για τη παραγωγή ούρων ήταν ότι ο όγκος που απεκκρίθηκε ανά ώρα δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των δοκιμών, όμως ο συνολικός όγκος ούρων στη δοκιμή CR σημειώθηκε σημαντικά μειωμένος σε σχέση με τη δοκιμή εικονικού φαρμάκου (PCB) και τη δοκιμή καφεΐνης (CAF).

Σχήμα 3.2 Αθροιστική παραγωγή ούρων με τη πάροδο του χρόνου



	0 ώρες μετά την επανενυδάτωση	1 ώρα μετά την επανενυδάτωση	2 ώρες μετά την επανενυδάτωση	3 ώρες μετά την επανενυδάτωση	4 ώρες μετά την επανενυδάτωση
PCB	32,5	159,125	354,125	498,625	604,625
CAF	16,25	180,625	414,375	600,625	690,625
CR	15,75	143,25	280,5	469,875	563,625

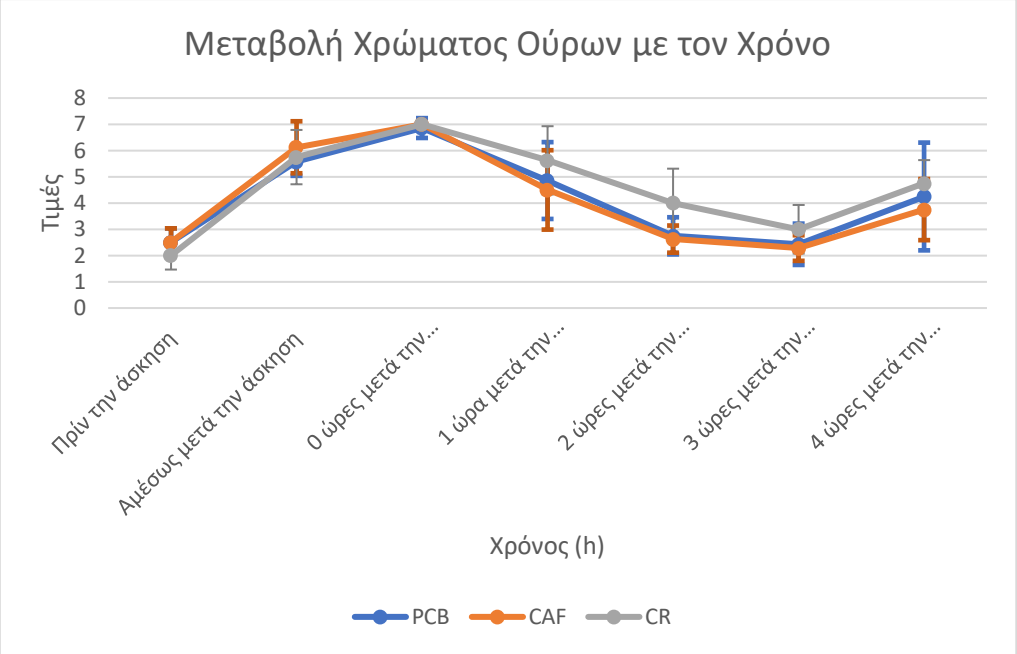
Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι. Η αθροιστική παραγωγή ούρων υπολογίσθηκε ως άθροισμα απέκκρισης ούρων για κάθε χρονική περίοδο μετά την αντικατάσταση υγρού. Οι μέσες τιμές δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές μεταξύ PCB και CAF ($p=0,078$, $p>0,05$). Σημαντική διαφορά σημειώθηκε μεταξύ PCB και CR ($p=0,030$, $p<0,05$, $p>0,01$) και μεταξύ CAF και CR ($p=0,037$, $p<0,05$, $p>0,01$).

3.3. Χρώμα Ούρων

Στο Σχήμα 3.3 παρουσιάζονται οι τιμές χρώματος ούρων για όλη τη διάρκεια του πειράματος και για τις τρεις δοκιμές (PCB, CAF, CR). Δεν υπήρξαν σημαντικές

διαφορές στις τιμές για τις τρεις ουσίες με τη πάροδο του χρόνου ($p>0,05$). Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε δείκτες και περιγράφουν την κατάσταση ενυδάτωσης των δοκιμαζόμενων σε κάθε χρονική στιγμή του πειράματος. Παρατηρείται πως στο διάστημα πριν την άσκηση οι τιμές και για τις τρεις δοκιμές κυμαίνονται στο 2-2,5 (PCB : 2,5 ± 0,5 , CAF: 2,5 ± 0,5 , CR: 2 ± 0,5). Οι τιμές αυτές δείχνουν ότι τα άτομα ήταν ενυδατωμένα και σε παρόμοια αρχική κατάσταση ενυδάτωσης πριν από την έναρξη των πρωτοκόλλων ποδηλασίας. Αμέσως μετά την άσκηση, σημειώνεται αύξηση των τιμών και για τις τρεις δοκιμές (PCB : 5,6 ± 0,5 , CAF: 6,1 ± 1 , CR: 5,8 ± 1), που υποδηλώνει παρόμοια αφυδάτωση και στις τρεις δοκιμές. Στο διάστημα μετά την άσκηση και στο τέλος της διάρκειας επανενυδάτωσης (0 ώρες μετά την επανενυδάτωση), παρατηρείται η μέγιστη αύξηση τιμών και για τις τρεις ουσίες (PCB : 6,9 ± 0,4 , CAF: 7,0 ± 0 , CR: 7,0 ± 0), που αποδεικνύει ότι η αφυδάτωση συνέχισε να αυξάνεται για ένα διάστημα μετά την άσκηση. Ακόμα, οι μικρότερες τιμές για όλες τις δοκιμές παρατηρήθηκαν 3 ώρες μετά την επανενυδάτωση (PCB : 2,4 ± 0,8 , CAF: 2,3 ± 0,5 , CR: 3,0 ± 0,9) και δείχνει ότι στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα υπήρξε μέγιστη ενυδάτωση και για τις τρεις δοκιμές. Επίσης, από το σημείο αυτό και έπειτα, ξεκινάει ξανά η αύξηση τιμών μέχρι και την 4η ώρα μετά τη επανενυδάτωση (PCB : 4,3 ± 2 , CAF: 3,8 ± 1,2 , CR: 4,8 ± 0,9). Δηλαδή, από την 3η ώρα και μετά ξεκινά ξανά η αφυδάτωση των ατόμων και για τις τρεις δοκιμές.

Σχήμα 3.3 Χρώμα Ούρων με τη πάροδο του χρόνου



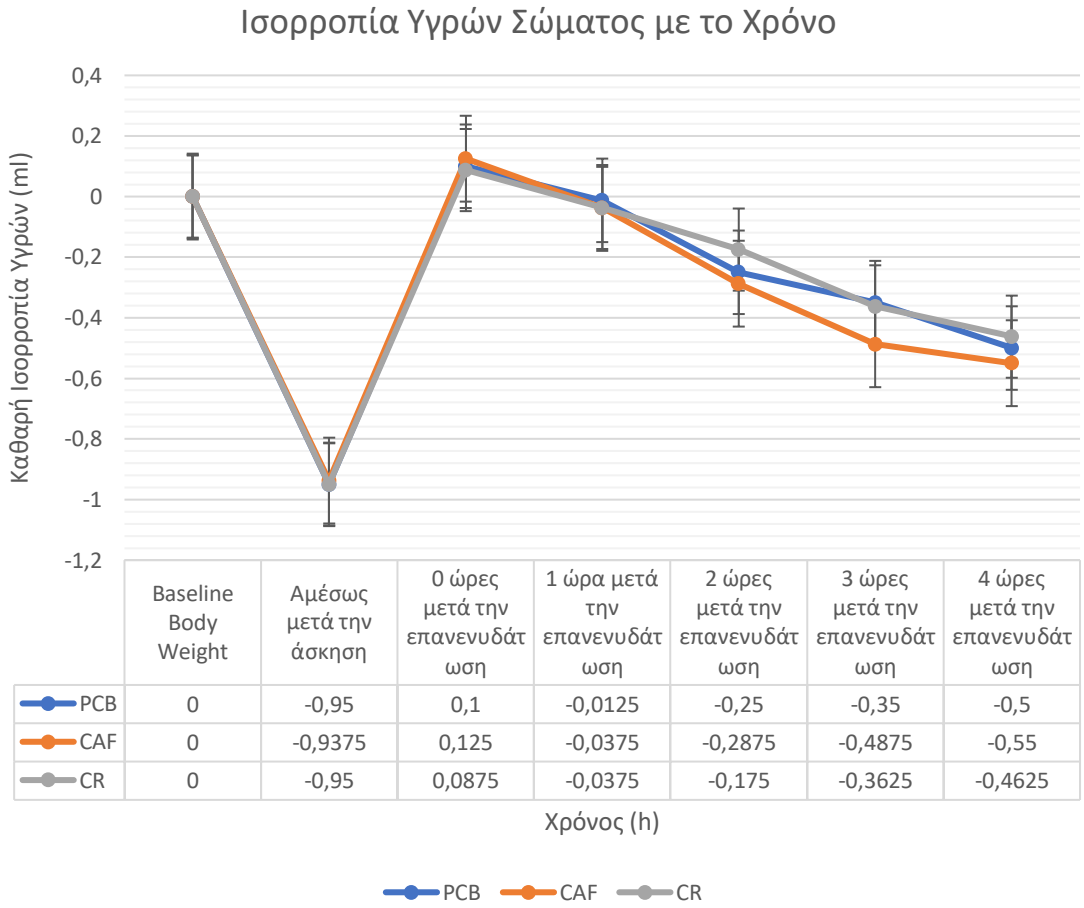
Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι και περιβάλλονται από την τυπική απόκλιση (SD). Οι μέσες τιμές δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές με p >0,05. (PCB – CAF : p=0,655, PCB – CR : p=0,093, CAF – CR : p=0,148).

3.4. Αλλαγή Σωματικού Βάρους & Ισορροπία υγρών

Αμέσως μετά την άσκηση, παρατηρήθηκε αρνητική ισορροπία υγρού, που προέκυψε από το πρωτόκολλο αφυδάτωσης και σημειώθηκε απώλεια υγρού (ιδρώτα) κατά μέσο όρο 0,95 ± 0,11 ml για τη δοκιμή με PCB, 0,94 ± 0,11 ml για τη δοκιμή με CAF και 0,95 ± 0,11 ml για τη δοκιμή με CR (Πίνακας 5.1). Η ισορροπία καθαρών υγρών ολόκληρου του σώματος, σε σχέση με την αρχική κατάσταση των ατόμων, υπολογίσθηκε από την απώλεια ιδρώτα, τον όγκο του υγρού που καταναλώθηκε και την έξοδο των ούρων (Σχήμα 3.4). Μετά την κατανάλωση του ποτού ενυδάτωσης (125% της απώλειας μάζας σώματος) και στο τέλος της θεραπείας ενυδάτωσης, τα άτομα ενυδατώθηκαν θετικά. Επειδή καταναλώθηκε ο ίδιος όγκος υγρού σε κάθε δοκιμή, τα άτομα ενυδατώθηκαν θετικά στον ίδιο βαθμό σε όλες τις δοκιμές στο τέλος της περιόδου ενυδάτωσης. Το καθαρό ισοζύγιο υγρού έφτασε σε μέγιστο ρυθμό και για τις τρεις ουσίες μετά την περίοδο επανενυδάτωσης (PCB: + 0,10 , CAF: + 0,12 , CR: +

0,09). Μετά από αυτό το διάστημα, τα άτομα δεν κατανάλωσαν κανένα άλλο φαγητό ή ποτό, αλλά ο σχηματισμός ούρων συνεχίστηκε, επιστρέφοντας τα άτομα σε κατάσταση αρνητικής ισορροπίας υγρού. Το Σχήμα 5.4 παρουσιάζει τη σχετική ισορροπία υγρών μετά τη φάση ενυδάτωσης για διάστημα 4 ωρών. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην ισορροπία καθαρού υγρού ολόκληρου του σώματος για όλες τις δοκιμές (p>0,05)

Σχήμα 3.4 Ισορροπία Υγρών Σώματος με το Χρόνο



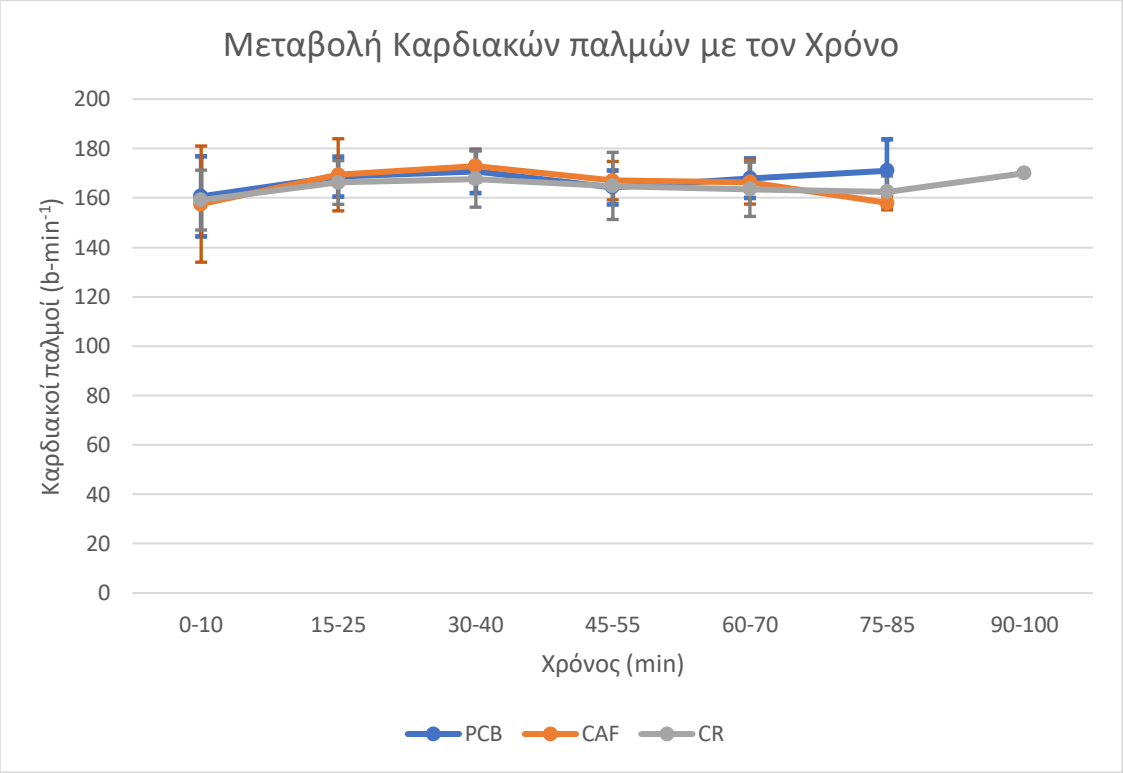
	Baseline Body Weight	Αμέσως μετά την άσκηση	0 ώρες μετά την επανενυδάτωση	1 ώρα μετά την επανενυδάτωση	2 ώρες μετά την επανενυδάτωση	3 ώρες μετά την επανενυδάτωση	4 ώρες μετά την επανενυδάτωση
PCB	0	-0,95	0,1	-0,0125	-0,25	-0,35	-0,5
CAF	0	-0,9375	0,125	-0,0375	-0,2875	-0,4875	-0,55
CR	0	-0,95	0,0875	-0,0375	-0,175	-0,3625	-0,4625

Η ισορροπία υγρού ολόκληρου του σώματος υπολογίζεται από την εκτιμώμενη απώλεια ιδρώτα, τον όγκο του υγρού που καταναλώνεται και την παραγωγή ούρων κατά τη διάρκεια του πειράματος. Οι τιμές είναι μέσες τιμές και στην κορυφή υπάρχουν συγκεντρωτικά μπαρ τυπικού σφάλματος (SE) σε κάθε χρονικό σημείο. Οι μέσες τιμές δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές με p >0,05. (PCB – CAF : p=0,190, PCB – CR : p=0,526, CAF – CR : p=0,170).

3.5. Καρδιακός ρυθμός κατά τη διάρκεια της άσκησης

Οι τιμές του κιρκαδικού ρυθμού των ατόμων κατά τη διάρκεια της άσκησης σε θερμότητα όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.5, μεταβάλλονται σχετικά με τον ίδιο αριθμό για όλες τις δοκιμές και δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών δοκιμών (p>0,05).

Σχήμα 3.5 Μεταβολή καρδιακών παλμών με τη πάροδο του χρόνου άσκησης



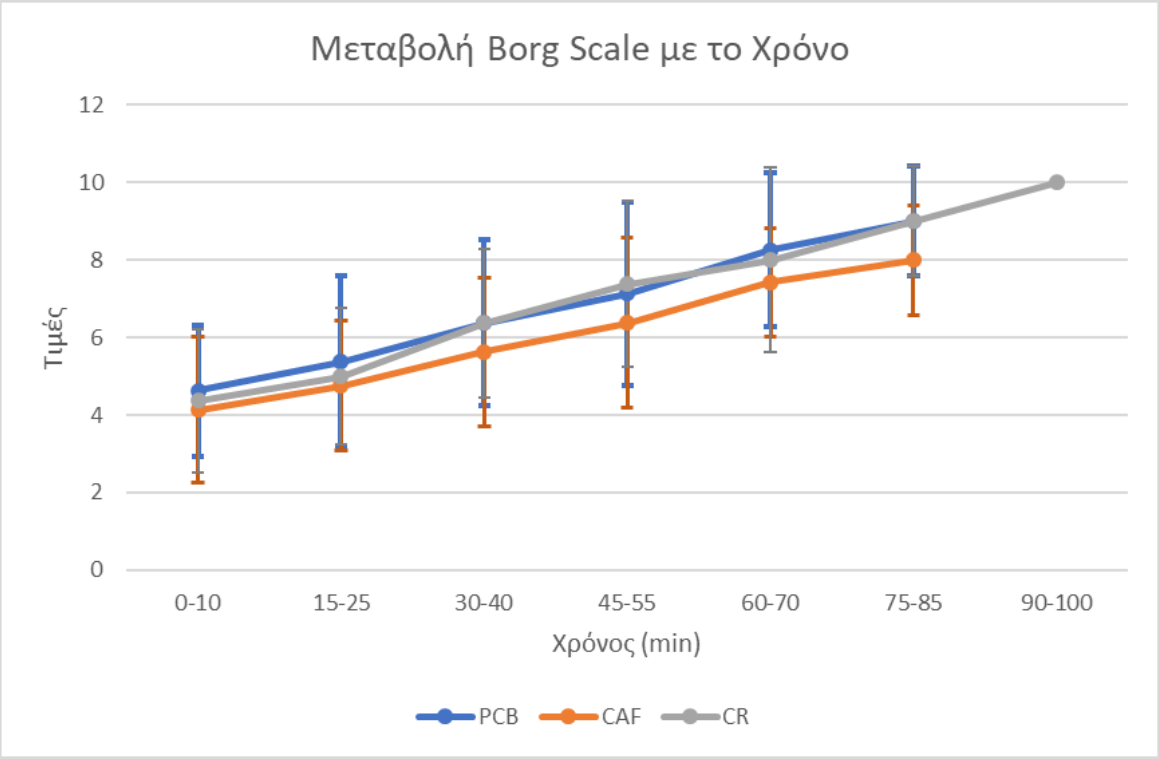
Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι και περιβάλλονται από την τυπική απόκλιση (SD). Οι μέσες τιμές δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές με p >0,05. (PCB – CAF : p=0,316 , PCB – CR : p=0,051, CAF – CR : p=0,631).

3.6. Borg Scale κατά τη διάρκεια της άσκησης

Στο Σχήμα 5.6 σημειώνεται η μεταβολή των τιμών Borg Scale ανάλογα με το χρόνο άσκησης στη θερμότητα. Οι τιμές Borg Scale παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2 και παρατηρείται ότι κάθε τιμή αντιστοιχεί στο επίπεδο εξάντλησης των δοκιμαζόμενων. Σύμφωνα με το Σχήμα 3.6 , δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών των τριών δοκιμών, σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, βάση των τιμών του Πίνακα 4.2.

Σημειώνεται μία συνεχής και παρόμοια αύξηση των τιμών καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης για όλες τις δοκιμές (PCB, CAF, CR). Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι οι τιμές στο πρώτο δεκάλεπτο της άσκησης (0-10 min) κυμαίνονται στο 4,1 - 4,6 (PCB: 4,6 ± 1,7 , CAF: 4,1 ± 1,9 , CR: 4,4 ± 1,8), που σημαίνει ότι στο δεκάλεπτο αυτό η άσκηση σε θερμό περιβάλλον αξιολογείται ως μέτρια (moderate). Η μέση αφυδάτωση στο σημείο αυτό ήταν μόλις 0,26%. Στο δεύτερο δεκάλεπτο (15-25 min) οι τιμές αυξάνονται με εύρος 4,4 - 5,4 (PCB: 5,4 ± 2,2 , CAF: 4,8 ± 1,7 , CR: 5 ± 1,8) και η εξάντληση αξιολογείται ως μέτρια με δυνατή (moderate – strong), με μέση αφυδάτωση 0,50%. Στο τρίτο δεκάλεπτο (30-40 min), η μέση αφυδάτωση ανήλθε στο 0,80%, οι τιμές κλίμακας Borg κυμαίνονται στο 5,6 - 6,4 (PCB: 6,4 ± 2,1 , CAF: 5,6 ± 1,9 , CR: 6,4 ± 1,9), και η εξάντληση αξιολογείται ως δυνατή (strong). Παρατηρείται ότι όσο αυξάνονται ο χρόνος άσκησης σε θερμό περιβάλλον και η αφυδάτωση, αυξάνεται και ο ρυθμός εξάντλησης. Επιπλέον, στα δεκάλεπτα 60-70 min,75-85 min και 90-100 min, όπου έχουμε απώλεια υγρών 1,60% και πάνω, οι τιμές Borg Scale σημειώνονται από 7,3 και πάνω (επίπεδο εξάντλησης: very strong) και επιπλέον, αναφέρθηκαν συμπτώματα όπως ζάλη, έντονη αίσθηση δίψας και έντονη κούραση.

Σχήμα 3.6 Μεταβολή Borg Scale με τη πάροδο του χρόνου άσκησης



Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι και περιβάλλονται από την τυπική απόκλιση (SD).

Κεφάλαιο 4: Συζήτηση

Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει τις επιδράσεις δύο διαφορετικών συμπληρωμάτων, καφεΐνης (CAF) και κρεατίνης (CR), στην ισορροπία υγρών σώματος και στην παραγωγή ούρων κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 4 ωρών μετά από αφυδάτωση (1,8%) που προκλήθηκε από άσκηση σε θερμό περιβάλλον (30,1 ± 2,1 ^{o}C), ακολουθούμενη από μια περίοδο επανενυδάτωσης. Σε πρώτη φάση, τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η καφεΐνη (CAF) που καταναλώθηκε σε δόση 160 ± 24 mg (3mg/kg BM), δεν επηρέασε την ισορροπία υγρών σώματος σε σύγκριση με το ποτό ενυδάτωσης εικονικού φαρμάκου (PCB), ακριβώς μετά την περίοδο επανενυδάτωσης και για 4 ώρες αργότερα (Σχήμα 5.4). Η παραγωγή όγκου ούρων (διούρηση), εξίσου, δεν επηρεάστηκε σημαντικά ($p>0,05$) (Σχήμα 5.1, Σχήμα 5.2). Τα αποτελέσματα αυτά, υποδηλώνουν πως η κατανάλωση καφεΐνης στη συγκεκριμένη δοσολογία, μετά από αφυδάτωση που προκλήθηκε από άσκηση σε θερμό περιβάλλον, δεν θα επηρεάσει την ενυδάτωση, κατά την διάρκεια ανάκτησης ισορροπίας. Τα αποτελέσματα επίσης, συμφωνούν με την έρευνα των Millard-Stafford και συνεργατών (Millard-Stafford *et al.*, 2007), στην οποία πραγματοποιήθηκε ένα πρωτόκολλο άσκησης ποδηλασίας 120 λεπτών σε 60-75 % VO_2max ακολουθούμενη από 15 λεπτά κύκλου μέγιστης προσπάθειας σε θερμό περιβάλλον, από 16 άνδρες ποδηλάτες, και κατόπιν κατανάλωσαν 3,5mg/kg σωματικού βάρους καφεΐνη (CAF). Δεν σημειώθηκε κάποια διαταραχή στην ισορροπία υγρών σώματος. Επιπλέον, σε μια ακόμη έρευνα χορηγήθηκαν 3mg/kg σωματικού βάρους και 6mg/kg σωματικού βάρους CAF για 12 ημέρες, σε 59 άνδρες. Την 12^{η} ημέρα πραγματοποιήθηκε μια δοκιμή ανοχής στη θερμότητα (διάδρομος 5,6 km/h), για 90 λεπτά. Η κατάσταση ενυδάτωσης 16 ώρες και μετά την δοκιμή ανοχής, δεν άλλαξε σε καμία από τις δύο δόσεις CAF (Dias *et al.*, 2005). Ωστόσο, σε μελέτη των Wemple και συνεργατών (Wemple, Lamb and McKeever, 1997), αποδεικνύεται ότι μια μεγάλη δόση CAF (8,7mg/kg BM), άσκησε διουρητική δράση σε ηρεμία, μετά από την άσκηση. Ακόμα, σε έρευνα των Coso και συνεργατών (Del Coso, Estevez and Mora-Rodriguez, 2009), σημειώθηκε αύξηση παραγωγής ούρων με δόση CAF 6mg/kg σωματικού βάρους που χορηγήθηκε πριν την άσκηση. Η διαφορά των δύο παραπάνω ερευνών με τη παρούσα έρευνα στη διουρητική δράση, ίσως να οφείλεται στη χορηγούμενη δόση

καφεΐνης, που ήταν αρκετά μεγαλύτερη. Ακόμα, η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται και στη χρονική διαφορά χορήγησης της καφεΐνης (πριν-μετά την άσκηση). Τα αποτελέσματα της έρευνάς μας, συμφωνούν επίσης, με την έρευνα των Massey και Wise (Massey and Wise, 1984), στην οποία διαπίστωσαν ότι η πρόσληψη CAF σε νεαρές υγιής γυναίκες (ηλικίας 22-30 ετών), σε δόσεις 150mg και 300mg δεν είχε διουρητική δράση. Σε δεύτερη φάση, όσον αφορά τη συμπλήρωση κρεατίνης (CR) 5gr, μετά από άσκηση σε θερμό περιβάλλον, παρατηρήθηκε μειωμένη διούρηση και συγκεκριμένα, μειωμένη αθροιστική παραγωγή ούρων σε σχέση με αυτή που σημειώθηκε με χορήγηση εικονικού φαρμάκου (PCB) ($p=0,030$, $p<0,05$) (Σχήμα 5.2). Ωστόσο, αυτό δεν φάνηκε να επηρεάζει τη συνολική ισορροπία υγρών σώματος ($p=0,190$, $p>0,05$) (Σχήμα 5.4). Το αποτέλεσμα αυτό, συμφωνεί με πολλές μελέτες στις οποίες η χορήγηση κρεατίνης δεν επηρέασε την ισορροπία υγρών σώματος (Biwer et al., 2003; Ledford and Branch, 1999; Volek et al., 2001; Branch, Schwarz and Van Lunen, 2007), κάποιες από τις οποίες θα αναλυθούν παρακάτω. Από την άλλη, ο Hultman και συνεργάτες (E. Hultman *et al.*, 1996), υποστηρίζουν πως η κατανάλωση CR, οδηγεί σε μια αύξηση στο TBW και αυτό αντικατοπτρίζεται από τη μείωση παραγωγής ούρων κατά τη διάρκεια ημερών φόρτωσης. Έχει επίσης διαπιστωθεί από τους Powers και συνεργάτες (Powers *et al.*, 2003), σημαντική αύξηση TBW με φόρτωση CR 25gr/d για 7 ημέρες και συντήρηση 5gr/d για 21 ημέρες παράλληλα με άσκηση. Θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα διαφέρουν από την έρευνά μας, λόγω του χρονικού διαστήματος φόρτωσης CR (φόρτωση CR έναντι μεμονωμένης δόσης), αλλά και στην ποσότητα της χορηγούμενης δόσης. Σε μια ακόμα μελέτη, πραγματοποιήθηκε φόρτωση CR 6 ημερών με δόση 0,3gr/d. Μετά τις ημέρες φόρτωσης ακολούθησε πειραματική διαδικασία υπομέγιστης δοκιμασίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του ΒΜ των ανδρών, αλλά καμία αλλαγή ΒΜ στις γυναίκες (Biwer et al., 2003). Επιπλέον, οι Volek και συνεργάτες (Volek et al., 2001), διαπίστωσαν πως το ποσοστό ισορροπίας υγρών σώματος παρέμεινε αμετάβλητο μετά τη συμπλήρωση CR, της οποίας προηγήθηκε άσκηση για 40 λεπτά σε θερμό περιβάλλον. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τα αποτελέσματα της μελέτης μας. Στη παρούσα έρευνα, σκοπός ήταν να ελέγξουμε την παραγωγή ούρων και την επίδραση της χορήγησης μεμονωμένης δόσης (πρώτη μέρα φόρτωσης) CR στην ισορροπία υγρών σώματος σε

γυναίκες μετά από αφυδάτωση που προκλήθηκε από άσκηση. Φαίνεται ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί συστηματικές μελέτες για τη διερεύνηση των επιπτώσεων αυτών στην ισορροπία υγρών μετά από χορήγηση μεμονωμένης δόσης CR. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας, παρατηρήθηκε επίσης, ότι στη δοκιμή με CR ο μέγιστος όγκος απέκκρισης ούρων, σημειώθηκε 3 ώρες μετά την επανενυδάτωση, ενώ για τι δοκιμές PCB και CAF, σημειώθηκε μετά από 2 ώρες (Σχήμα 5.1). Αυτή η καθυστέρηση στην παραγωγή ούρων, μπορεί να οφείλεται σε βραδύτερο ρυθμό εκκένωσης του στομάχου, αφού υπάρχουν αναφορές για γαστρεντερική δυσφορία όσον αφορά την κατανάλωση CR (Greenwood *et al.*, 2000). Υποστηρίζεται επίσης, ότι η κατανάλωση υδατανθράκων μαζί με CR, όπως έγινε στην παρούσα έρευνα (χυμός ενυδάτωσης + CR με CHO: 140,4gr), μπορεί να επιβραδύνει την απορρόφηση από το έντερο (McCall and Persky, 2007). Ακόμα, όσον αφορά την ισορροπία υγρών στο σώμα, παρατηρείται πως μετά τη θεραπεία επανενυδάτωσης, η ισορροπία διατηρείται έως και μετά από 1 ώρα, και για τις τρεις δοκιμές (Σχήμα 5.4). Από το χρονικό σημείο αυτό και έπειτα, η παραγωγή ούρων άρχισε να αυξάνεται και σταδιακά να οδηγεί σε αρνητική ισορροπία υγρών (έως και 0,9% τις επόμενες 4 ώρες). Συνδυαστικά με τους δείκτες σώματος ούρων (Σχήμα 5.3), σημειώνεται ήπια αφυδάτωση των ατόμων 4 ώρες μετά την επανενυδάτωση και στις τρεις δοκιμές (PCB, CAF, CR). Το αποτέλεσμα αυτό, θεωρούμε ότι οφείλεται στην ανεπαρκή αποκατάσταση ηλεκτρολυτών και ειδικότερα του νατρίου, αφού το ποτό επανενυδάτωσης και στις τρεις δοκιμές δεν περιείχε νάτριο. Υποστηρίζεται πως η αποτυχία να αντικατασταθούν επαρκώς οι απώλειες του νατρίου, αποτρέπει την πλήρη επανενυδάτωση (Shirreffs and Maughan, 1998). Προκειμένου η αποτελεσματική ενυδάτωση να διατηρηθεί, μερικές ώρες μετά την κατανάλωση ποτού, αφού έχει προηγηθεί αφυδάτωση από άσκηση σε θερμό περιβάλλον, θα ήταν αναγκαίο το ποτό να περιέχει μέτρια έως υψηλά επίπεδα νατρίου (50mmol/l) και ενδεχομένως καλίου, ώστε να αποκατασταθούν οι απώλειες ιδρώτα (Maughan, Leiper and Shirreffs, 1997). Επιπλέον, τα αποτελέσματα της παρούσης έρευνας, διαπιστώνουν πως με την πάροδο του χρόνου άσκησης σε θερμό περιβάλλον, αυξάνεται σταδιακά το επίπεδο εξάντλησης (Σχήμα 5.6). Μια έρευνα έδειξε ότι ο χρόνος αντοχής σε ένταση άσκησης που μπορούσε να διατηρηθεί για 92 λεπτά σε θερμοκρασία 11°C μειώθηκε στα 83 λεπτά όταν η θερμοκρασία αυξήθηκε στους 21°C και στα 51 λεπτά όταν η θερμοκρασία

αυξήθηκε στους 30°C.(Maughan and Shirreffs, 2011). Σημειώνεται, λοιπόν, ότι η αύξηση θερμοκρασίας επιδρά στα επίπεδα αντοχής κατά της άσκηση. Επιπλέον, η σταδιακή αύξηση της αφυδάτωσης (% αφυδάτωση) που προκλήθηκε από την άσκηση, εφόσον κατά τη διάρκειά της δεν επιτράπηκε η κατανάλωση υγρών, ίσως να σημείωσε αύξηση του επιπέδου εξάντλησης. Ειδικότερα, από τα 60 λεπτά και έπειτα, όπου η αφυδάτωση είχε φτάσει στο 1,60% και σταδιακά αυξανόταν έως 1,80%, παρουσιάστηκε έντονη εξάντληση και κάποια συμπτώματα αφυδάτωσης όπως ζάλη, έντονη κούραση και έντονη αύξηση δίψας. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με την υπόθεση των Havnes και Wells (Havnes & Wells, 1986), οι οποίοι υποστηρίζουν πως απώλεια μάζας σώματος λιγότερο από 1% έως 2% είναι πιθανό να οδηγήσει στη μείωση ικανότητας άσκησης. Επιπλέον, υποστηρίζεται πως φυσικά συμπτώματα (ζάλη, καφαλαλγία, ταχυκαρδία, βυθισμένα μάτια, επιδερμίδα δέρματος), εμφανίζονται μόνο όταν οι απώλειες υγρών είναι σοβαρές (>2%). Στην έρευνά μας, σημειώθηκαν κάποια συμπτώματα, όταν οι απώλειες υγρών ήταν κοντά στο 2% και συγκεκριμένα στο 1,6%. Όσον αφορά τους καρδιακούς παλμούς το λεπτό, δεν σημειώθηκε σημαντική αύξηση κατά τη διάρκεια της άσκησης (Σχήμα 5.5) και αυτό ίσως να εξουδετερώνεται από τη σταδιακή μείωση έντασης άσκησης, που προκύπτει από την εξάντληση.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν στην παρούσα πτυχιακή εργασία, αποδεικνύουν ότι η κατανάλωση καφεΐνης ή κρεατίνης μετά από άσκηση δεν θα επηρεάσουν σημαντικά την ανάκτηση ισορροπίας υγρών. Επιπλέον, τονίζεται το γεγονός ότι η κατανάλωση μόνο μεγαλύτερου όγκου υγρού (125% απώλειας υγρού) από τις απώλειες, απουσίας ηλεκτρολυτών, είναι αναποτελεσματικός για τη σωστή επανενυδάτωση. Η ενυδάτωση αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού. Επιπλέον μπορεί να έχει καθοριστικό ρόλο στις επιδόσεις των αθλητών. Κατ' επέκταση, τα παραπάνω ευρήματα θα ήταν χρήσιμα για άτομα που αθλούνται δύο φορές σε μία μέρα και χάνουν σημαντικές ποσότητες σωματικών υγρών και ηλεκτρολυτών. Η κατανάλωση καφεΐνης σε δόση 3mg/kg σωματικού βάρους, καθώς και η κατανάλωση μεμονωμένης δόσης κρεατίνης 5gr, μπορούν άφοβα να καταναλώνονται από αθλητές και αθλούμενους μετά από άσκηση. Επίσης, για να επιτευχθεί σωστή ανάκτηση ισορροπίας υγρών μετά την άσκηση, η κατανάλωση ενός ποτού ενυδάτωσης (125% απώλειας υγρού) θα ήταν χρήσιμο να περιέχει ηλεκτρολύτες.

Περιορισμοί της Έρευνας

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς ως προς τον σχεδιασμό της. Ένας από αυτούς είναι η απουσία σύνθετων δεικτών αξιολόγησης ενυδάτωσης, όπως μέθοδοι αραίωσης συνολικού νερού σώματος.

Άλλος σημαντικός περιορισμός της μελέτης είναι το γεγονός ότι οι τρεις πειραματικές δοκιμές απείχαν μεγάλο χρονικό διάστημα η μια από την άλλη (8-10 μήνες), σε δυο άτομα από το δείγμα, λόγω πανδημίας (Covid-19).

Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Περαιτέρω έρευνα για τις επιπτώσεις στην ισορροπία υγρών μετά από μέτρια αφυδάτωση (2%) που προκλήθηκε από άσκηση σε γυναίκες, μπορεί να είναι χρήσιμη με χορήγηση ποτού με καφεΐνη και ηλεκτρολύτες σε σύγκριση με ένα ποτό με ηλεκτρολύτες και εικονικό φάρμακο.

Επιπλέον, μια πρόταση για μελλοντική έρευνα αποτελεί η χορήγηση ποτού με μεμονωμένη δόση κρεατίνης και ηλεκτρολύτες σε σύγκριση με ένα ποτό με ηλεκτρολύτες και εικονικό φάρμακο μετά από από μέτρια αφυδάτωση (2%) που προκλήθηκε από άσκηση σε γυναίκες, για τη διερεύνηση της ισορροπίας υγρών σώματος.

Βιβλιογραφία

Academy of Nutrition and Dietetics, 2013. *The buzz on caffeine.* [Ηλεκτρονικό] Available at: http:// www.eatright.org/Public/content.aspx?id=6442452080&terms=caffeine%20moderate [access 13 December 2013].

Anderson, M. E., Bruce, C. R.,Fraser, S. F., Stepto, N. K., Klein, R., Hopkins, W. G., Hawley, J. A. (2000) 'Improved 2000-meter rowing performance in competitive oarswomen after caffeine ingestion', *International Journal of Sport Nutrition*, 10(4), pp. 464–475. doi: 10.1123/ijsnem.10.4.464.

Anselme, F., Collomp, K., Mercier, B., Ahmaïdi, S., Prefaut, Ch (1992) 'Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration', *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(2), pp. 188–191. doi: 10.1007/BF00705079.

Applegate, E. (1999) 'Effective nutritional ergogenic aids', in *International Journal of Sport Nutrition*. Human Kinetics Publishers Inc., pp. 229–239. doi: 10.1123/ijsn.9.2.229.

Armstrong, L. E., 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), pp. 265–279. doi: 10.1123/ijsn.4.3.265.

Armstrong, L. E. & Maresh, C. M., 1996. Fluid replacement during exercise and recovery from exercise. In: E. R. Buskirk & S. M. Puhl, *Body Fluid Balance Exercise and Sport.* New York, NY: CRC Press, pp. 259-281.

Armstrong, L. E. (2005) 'Hydration Assessment Techniques', *Nutrition Reviews*, 63(6 Pt 2), pp. S40–S54. doi: 10.1111/j.1753-4887.2005.tb00153.x.

Armstrong, L. E. (2007) 'Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard', *Journal of the American College of Nutrition*, 26, pp. 575S-584S. doi: 10.1080/07315724.2007.10719661.

Armstrong, L. E., Casa, D. J.,Millard-Stafford, M.,Moran, D. S.,Pyne, S. W.,Roberts,

W. O. (2007) 'Exertional Heat Illness during Training and Competition', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), pp. 556–572. doi: 10.1249/MSS.0b013e31802fa199.

Armstrong, L. E., Johnson, E. C., Casa, D. J., Ganio, M. S., McDermott, B. P., Yamamoto, L. M., Lopez, R. M., Emmanuel, H. (2010) 'The American football uniform: Uncompensable heat stress and hyperthermic exhaustion', *Journal of Athletic Training*, 45(2), pp. 117–127. doi: 10.4085/1062-6050-45.2.117.

Armstrong, L. E., Johnson, E. C., Kunces, L. J., Ganio, M. S., Judelson, D. A., Kupchak, B. R., Vingren, J. L., Munoz, C. X., Huggins, R. A., Hydren, J. R., Moyen, N. E., Williamson, K. H. (2014) 'Drinking to thirst versus drinking ad libitum during road cycling', *Journal of Athletic Training*, 49(5), pp. 624–631. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.85.

Armstrong, L. E., Ganio, M. S., Klau, J F., Johnson, E C.,Casa, Do J., Maresh, M. (2014) 'Novel hydration assessment techniques employing thirst and a water intake challenge in healthy men', *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(2), pp. 138–144. doi: 10.1139/apnm-2012-0369.

Armstrong, L. E., Costill, D. L. and Fink, W. J. (1985) 'Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(4), pp. 456–461. doi: 10.1249/00005768-198508000-00009.

Arnaud, M. J. (1993) 'Metabolism of caffeine and other components of coffee', *Caffeine, Coffee, and Health, edited by Garattini S. New York: Raven*, (3), pp. 43–95.

Balsom, P. D., Harridge, S. D. R.,Soderlund, K.,Sjodin, B., Ekblom, B. (1993) 'Creatine supplementation per se does not enhance endurance exercise performance', *Acta Physiologica Scandinavica*, 149(4), pp. 521–523. doi: 10.1111/j.1748-1716.1993.tb09649.x.

Bangsbo, J., Jacobsen, K.,Nordberg, N.,Christensen, N. J.,Graham, T. (1992) 'Acute and habitual caffeine ingestion and metabolic responses to steady- state exercise', *Journal of Applied Physiology*, 72(4), pp. 1297–1303. doi: 10.1152/jappl.1992.72.4.1297.

Bartok, C., Schoeller, D. A., Sullivan, J. C., Clark, R. R., Landry, G. L. (2004) 'Hydration Testing in Collegiate Wrestlers Undergoing Hypertonic Dehydration', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), pp. 510–517. doi: 10.1249/01.MSS.0000117164.25986.F6.

Bell, D. G. and McLellan, T. M. (2003) 'Effect of Repeated Caffeine Ingestion on Repeated Exhaustive Exercise Endurance', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), pp. 1348–1354. doi: 10.1249/01.MSS.0000079071.92647.F2.

Birkner, E., Grucka-Mamczar, E, Zwirska-Korczala, K, Zalejska-Fiolka, J, Stawiarska-Pięta, B, Kasperczyk, S, Kasperczyk, A (2006) 'Influence of sodium fluoride and caffeine on the kidney function and free-radical processes in that organ in adult rats', *Biological Trace Element Research*, 109(1), pp. 35–47. doi: 10.1385/bter:109:1:035.

Biwer, C. J., Jensen, R. L., Schmidt, W. D.,Watts, P.B. (2003) 'The effect of creatine on treadmill running with high-intensity intervals', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), pp. 439–445. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0439:TEOCOT>2.0.CO;2.

Booth, D. A. (1991) Influences on human fluid consumption. In: D. J. Ramsay & D. A. Booth, *Thirst: Physiological and Psychological Aspects.* London, UK: Springer-Verlag, pp. 53-70.

Borg, G., (1982) A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In: *Psychophysical Judgment and the Process of Perception.* Berlin(Wissenschaften): Deutscher Verlag , pp. 25-33.

Branch, J. D., Schwarz, W. D. and Van Lunen, B. (2007) 'Effect of creatine supplementation on cycle ergometer exercise in a hyperthermic environment', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), pp. 57–61. doi: 10.1519/00124278-200702000-00011.

Bridge, C. A. and Jones, M. A. (2006) 'The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting', *Journal of Sports Sciences*, 24(4), pp. 433–439. doi: 10.1080/02640410500231496.

Buford, T. W., Kreider, R. B., Stout, J. R., Greenwood, M., Campbell, B., Spano, M.,

Ziegenfuss, T., Lopez, H., Landis, J. (2007) 'International Society of Sports Nutrition position stand: Creatine supplementation and exercise', *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. BioMed Central, pp. 1–8. doi: 10.1186/1550-2783-4-6.

Burge, C. M., Carey, M. F. and Payne, W. R. (1993) 'Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration.', *Medicine and science in sports and exercise*, 25(12), pp. 1358–64. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8107542.

Burke, L., Cort, M., Cox, G., Crawford, R., Desbrow, B., Farthing, L., Minehan, M., Shaw, N., Warnes, O. (2006) 'Supplements and sports foods', *Clinical Sports Nutrition*, pp. 485–580.

Casa, D. J., Clarkson, P. M. and Roberts, W. O. (2005) 'American college of sports medicine roundtable on hydration and physical activity: Consensus statements', *Current Sports Medicine Reports*, 4(3), pp. 115–127. doi: 10.1097/01.CSMR.0000306194.67241.76.

Cheuvront, S. N., Carter Iii, R., Haymes, E. M., Sawka, M. N. (2006) 'No Effect of Moderate Hypohydration or Hyperthermia on Anaerobic Exercise Performance', *Med. Sci. Sports Exerc*, 38(6), pp. 1093–1097. doi: 10.1249/01.mss.0000222838.74015.15.

Cheuvront, S. N., Ely, B. R., Kenefick, R. W., Sawka, M. N. (2010) 'Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers 1-4'. doi: 10.3945/ajcn.2010.29490.

Cheuvront, S. N. and Sawka, M. N. (2005) Hydration Assessment of Athletes, *Sports Science Exchange 97*, 48(2), Available at: https://secure.footprint.net/gatorade/stg/gssiweb/pdf/20075312374835.pdf

Convertino, V. A., L E Armstrong, E F Coyle, G W Mack, M N Sawka, L C Senay Jr, W M Sherman (1996). ACSM Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, October, 28(1), pp. i-vii.

Conway, K. J., Orr, R. and Stannard, S. R. (2003) 'Effect of a divided caffeine dose on endurance cycling performance, postexercise urinary caffeine concentration, and plasma paraxanthine', *Journal of Applied Physiology*, 94(4), pp. 1557–1562. doi:

10.1152/japplphysiol.00911.2002.

DEL Coso, J., Estevez, E. and Mora-Rodriguez, R. (2009) 'Caffeine during Exercise in the Heat', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), pp. 164–173. doi: 10.1249/MSS.0b013e318184f45e.

Costill, D. L. and Sparks, K. E. (1973) 'Rapid fluid replacement following thermal dehydration.', *Journal of applied physiology*, 34(3), pp. 299–303. doi: 10.1152/jappl.1973.34.3.299.

Dalbo, V. J., Roberts, M. D., Stout, J. R., Kerksick, C. M. (2008) 'Putting to rest the myth of creatine supplementation leading to muscle cramps and dehydration', *British Journal of Sports Medicine*. British Association of Sport and Excercise Medicine, pp. 567–573. doi: 10.1136/bjsm.2007.042473.

Davis, J. K. and Green, J. M. (2009) 'Caffeine and anaerobic performance: Ergogenic value and mechanisms of action', *Sports Medicine*. Springer, pp. 813–832. doi: 10.2165/11317770-000000000-00000.

Dias, J. C., Roti, M. W, Pumerantz, A. C, Watson, G., Judelson, D. A, Casa, D. J, Armstrong, L. E (2005) *Rehydration After Exercise Dehydration in Heat: Effects of Caffeine Intake, J Sport Rehabil., J Sport Rehabil,* pp. 294-300.

Dunford, M. & Coleman, E. J., (2012) Ergogenic aids, dietary supplements, and exercise. In: C. A. Rosenbloom & E. J. Coleman, *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals.* 5th, Chicago, IL: Academy of Nutrition and Dietetics, pp. 128-161.

Engell, D. and Hirsch, E. (1991) 'Environmental and Sensory Modulation of Fluid Intake in Humans', in. Springer, London, pp. 382–390. doi: 10.1007/978-1-4471-1817-6_24.

EU Register on Nutrition and Health Claims - European Commission (2016). Available at: https://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=search

Evans, G. H., Shirreffs, S. M. and Maughan, R. J. (2009) 'Postexercise rehydration in man: The effects of osmolality and carbohydrate content of ingested drinks', *Nutrition*, 25(9), pp. 905–913. doi: 10.1016/j.nut.2008.12.014.

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(2), pp. 225–231. doi: 10.1002/mus.10203.

Figaro, M. K. and Mack, G. W. (1997) 'Regulation of fluid intake in dehydrated humans: Role of oropharyngeal stimulation', *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 272(6 41-6). doi: 10.1152/ajpregu.1997.272.6.r1740.

Forsberg, A. M., Nilsson, E., Werneman, J., Bergström, J., Hultman, E. (1991) 'Muscle composition in relation to age and sex', *Clinical Science*, 81(2), pp. 249–256. doi: 10.1042/cs0810249.

Fortney, S. M., Vroman, N. B., Beckett, W. S., Permutt, S., LaFrance, N. D. (1988) 'Effect of exercise hemoconcentration and hyperosmolality on exercise responses', *Journal of Applied Physiology*, 65(2), pp. 519–524. doi: 10.1152/jappl.1988.65.2.519.

Freund, B. J., Montain, S. J., Young, A. J., Sawka, M. N., DeLuca, J. P., Pandolf, K. B.

Valeri, C. R. (1995) 'Glycerol hyperhydration: Hormonal, renal, and vascular fluid responses', *Journal of Applied Physiology*, 79(6), pp. 2069–2077. doi: 10.1152/jappl.1995.79.6.2069.

Friedman, J. N., Goldman, R. D., Srivastava, R., Parkin, P. C. (2004) 'Development of a clinical dehydration scale for use in children between 1 and 36 months of age', *The Journal of Pediatrics*, 145(2), pp. 201–207. doi: 10.1016/J.JPEDS.2004.05.035.

Goldstein, A. (1964) 'Wakefulness caused by caffeine', *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für Experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, 248(3), pp. 269–278. doi: 10.1007/BF00348597.

González-Alonso, J., Heaps, C. and Coyle, E. (1992) 'Rehydration after Exercise with Common Beverages and Water', *International Journal of Sports Medicine*, 13(05), pp. 399–406. doi: 10.1055/s-2007-1021288.

Gonzalez, R. R., Cheuvront, S. N.,Montain, S. J.,Goodman, D. A.,Blanchard, L. A.,Berglund, L. G.,Sawka, M. N. (2009) 'Expanded prediction equations of human

sweat loss and water needs', *Journal of Applied Physiology*, 107(2), pp. 379–388. doi: 10.1152/japplphysiol.00089.2009.

Goulet, E. D. (2012) 'Dehydration and endurance performance in competitive athletes', *Nutrition Reviews*, 70(SUPPL/2), pp. S132–S136. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00530.x.

Graham, T. E. (2001a) 'Caffeine, Coffee and Ephedrine: Impact on Exercise Performance and Metabolism', *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(S1), pp. S186–S191. doi: 10.1139/h2001-046.

Graham, T. E. (2001b) 'Caffeine and exercise metabolism, endurance and performance', *Sports Medicine*. Adis International Ltd, pp. 785–807. doi: 10.2165/00007256-200131110-00002.

Graham, T. E. and Spriet, L. L. (1991) 'Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise', *Journal of Applied Physiology*, 71(6), pp. 2292–2298. doi: 10.1152/jappl.1991.71.6.2292.

Graham, T. E. and Spriet, L. L. (1995) 'Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine', *Journal of Applied Physiology*, 78(3), pp. 867–874. doi: 10.1152/jappl.1995.78.3.867.

Green, A. L., Simpson, E. J., , Littlewood, J. J., McDonald, I. A., Greenhaff, P. L (1996) 'Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in humans', *Acta Physiologica Scandinavica*, 158(2), pp. 195–202. doi: 10.1046/j.1365-201X.1996.528300000.x.

Green, A. L., Hultman, E., Macdonald, I. A., Sewell, D. A., Greenhaff, P. L (1996) 'Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans', *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 271(5 34-5), pp. 812–26. doi: 10.1152/ajpendo.1996.271.5.e821.

Green, A. L. & MacDonald, I. A., (1997). The effects of creatine and carbohydrate on whole body creatine retention in vegetarians. *Proc Nutr Soc*, pp. 56-81.

Greenhaff, P. L., Bodin, K., Soderlund, K., Hultman, E. (1994) 'Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis', *American Journal of*

Physiology - Endocrinology and Metabolism, 266(5 29-5). doi: 10.1152/ajpendo.1994.266.5.e725.

Greenhaff, P. L. (2001) 'The creatine-phosphocreatine system: there's more than one song in its repertoire', *The Journal of Physiology*, 537(3), pp. 657–657. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.00657.x.

Greenleaf, J. E. (1992) 'Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(6), pp. 645–656. doi: 10.1249/00005768-199206000-00007.

Greenleaf, J. E., Looft-Wilson, R,Wisherd, J L,Jackson, C G,Fung, P P,Ertl, A C, Barnes, P R, Jensen, C D, Whittam, J H (1998) 'Hypervolemia in men from fluid ingestion at rest and during exercise.', *Aviation, space, and environmental medicine*, 69(4), pp. 374–86. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9561285.

Greenleaf Robin Looft-Wilson, J. E. and Wisherd M A McKenzie C D Jensen, J. L. (1997) *Pre-exercise hypervolemia and cycle ergometer endurance in men*, *Biology of Sport*. Available at: https://scholarworks.wm.edu/aspubs/1721.

Greenwood, M., Farris, J., Kreider, R., Greenwood, L., Byars, A. (2000) 'Creatine supplementation patterns and perceived effects in select Division I collegiate athletes', *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(3), pp. 191–194. doi: 10.1097/00042752-200007000-00007.

Greiwe, J. S., Staffey, K. S., Melrose, D. R., Narve, M. D., Knowlton, R. G. (1998) 'Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(2), pp. 284–288. doi: 10.1097/00005768-199802000-00017.

Gualano, B., Roschel, H., Lancha, A. H., Brightbill, C. E., Rawson, E. S (2012) 'In sickness and in health: The widespread application of creatine supplementation', *Amino Acids*. Springer, pp. 519–529. doi: 10.1007/s00726-011-1132-7.

Hall, M. and Trojian, T. H. (2013) 'Creatine Supplementation', *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), pp. 240–244. doi: 10.1249/JSR.0b013e31829cdff2.

Harris, R. C., Soderlund, K. and Hultman, E. (1992) 'Elevation of creatine in resting

and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation', *Clinical Science*, 83(3), pp. 367–374. doi: 10.1042/cs0830367.

Havnes, E. M. & Wells, C. L. (1986). Heat stress and performance. In: *Environment and Human Perfomance* . Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 13-41

Health Direct, 2019. *Health Direct.* [Ηλεκτρονικό] Available at: https://www.healthdirect.gov.au/urine-colour-chart

Hubbard, R. W., Sandick, B. L., Matthew, W. T., Francesconi, R. P., Sampson, J. B., Durkot, M. J., Maller, O., Engell, D. B. (1984) 'Voluntary dehydration and alliesthesia for water', *Journal of Applied Physiology*, 57(3), pp. 868–873. doi: 10.1152/jappl.1984.57.3.868.

Hultman, E., Soderlund, K, Timmons, J A, Cederblad, G, Greenhaff, P L (1996) 'Muscle creatine loading in men', *Journal of Applied Physiology*, 81(1), pp. 232–237. doi: 10.1152/jappl.1996.81.1.232.

Hunter, A. M., St, A., Gibson, C., Collins, M., Lambert, M., Noakes, T. D. (2016) 'Caffeine Ingestion Does Not Alter Performance during a 100-km Cycling Time-Trial Performance', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12(4), pp. 438–452. doi: 10.1123/ijsnem.12.4.438.

Institute of Medicine, (2005). Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate. Washigton, DC: The National Academies Press.

Jacobs, I. (1980) 'The Effects of Thermal Dehydration on Performance of the Wingate Anaerobic Test', *International Journal of Sports Medicine*, 01(01), pp. 21–24. doi: 10.1055/s-2008-1034625.

Kavouras, S. A., Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Casa, D. J., Herrera-Soto, J. A., Scheett, T. P., Stoppani, J., Mack, G. W., Kraemer, W. J. (2006) 'Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular, and thermoregulatory responses during exercise in the heat', *Journal of Applied Physiology*, 100(2), pp. 442–450. doi: 10.1152/japplphysiol.00187.2005.

Kavouras, S. A., Arnaoutis, G., Makrillos, M., Garagouni, C., Nikolaou, E., Chira, O., Ellinikaki, E., Sidossis, L. S. (2012) 'Educational intervention on water intake improves

hydration status and enhances exercise performance in athletic youth', *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(5), pp. 684–689. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01296.x.

Kenefick, R. W. and Cheuvront, S. N. (2012) 'Hydration for recreational sport and physical activity', *Nutrition Reviews*, 70(SUPPL/2), pp. S137–S142. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00523.x.

Kern, M., Podewils, L. J., Vukovich, M., Buono, M. J (2001) *Nutrition Physiological Response To Exercise In The Heat Following Creatine Supplementation, JEPonline Journal of Exercise Physiologyonline Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists*. Available at: https://www.asep.org/asep/asep/Kern.pdf.

Kilduff, L. P., Georgiades, E., James, N., Minnion, R. H., Mitchell, M., Kingsmore, D., Hadjicharlambous, M., Pitsiladis, Y. P. (2004) 'The effects of creatine supplementation on cardiovascular, metabolic, and thermoregulatory responses during exercise in the heat in endurance-trained humans', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14(4), pp. 443–460. doi: 10.1123/ijsnem.14.4.443.

Kreider, R., Ferreira, M. P. and Almada, A. L. (1998) 'Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(1), pp. 73–82. doi: 10.1097/00005768-199801000-00011.

Ledford, A. and Branch, J. D. (1999) *Creatine Supplementation Does Not Increase Peak Power Production and Work Capacity During Repetitive Wingate Testing in Women, Journal of Strength and Conditioning Research*.

Leibowitz, S. F. (1971) 'Hypothalamic alpha- and beta-adrenergic systems regulate both thirst and hunger in the rat.', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 68(2), pp. 332–334. doi: 10.1073/pnas.68.2.332.

Lopez, R. M., Casa, D. J., McDermott, B. P., Ganio, M. S., Armstrong, L. E., Maresh, C. M. (2009) 'Does creatine supplementation hinder exercise heat tolerance or hydration status? A systematic review with meta-analyses.', *Journal of Athletic Training*, 44(2), pp. 215–223. doi: 10.4085/1062-6050-44.2.215.

Lyons, T. P., Riedesel, M L, Meuli, L E, Chick, T W (1990) 'Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature.', *Medicine and science in sports and exercise*, 22(4), pp. 477–83. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2402207.

Mange, K., Matsuura, D, Cizman, B (1997) 'Language guiding therapy: the case of dehydration versus volume depletion', *Am Coll Physicians*. Available at: https://annals.org/aim/fullarticle/710951/language-guiding-therapy-case-dehydration-versus-volume-depletion.

Manz, F. (2007) 'Hydration and Disease', *Journal of the American College of Nutrition*, 26, pp. 535S-541S. doi: 10.1080/07315724.2007.10719655.

Maresh, C. M., Gabaree-Boulant, C. L., Armstrong, L. E., Judelson, D. A., Hoffman, J. R., Castellani, J. W. (2004) 'Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat', *Journal of Applied Physiology*, 97(1), pp. 39–44. doi: 10.1152/japplphysiol.00956.2003.

Massey, L. K. (1998) 'Caffeine and the elderly', *Drugs and Aging*, pp. 43–50. doi: 10.2165/00002512-199813010-00005.

Massey, L. K. and Wise, K. J. (1984) 'The effect of dietary caffeine on urinary excretion of calcium, magnesium, sodium and potassium in healthy young females', *Nutrition Research*, 4(1), pp. 43–50. doi: 10.1016/S0271-5317(84)80132-3.

Maughan, R. J. (2003) 'Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance', *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(2), pp. S19–S23. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601897.

Maughan, R. J. and Griffin, J. (2003) 'Caffeine ingestion and fluid balance: a review', *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 16(6), pp. 411–420. doi: 10.1046/j.1365-277X.2003.00477.x.

Maughan, R. J., Leiper, J. B. and Shirreffs, S. M. (1997) 'Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat', *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group, pp. 175–182. doi: 10.1136/bjsm.31.3.175.

Maughan, R. J., Shirreffs, S. M. and Watson, P. (2007) 'Exercise, Heat, Hydration and

the Brain', *Journal of the American College of Nutrition*, 26(sup5), pp. 604S-612S. doi: 10.1080/07315724.2007.10719666.

Maughan, R. and Shirreffs, S. (2011) 'Exercise in the heat: challenges and opportunities', *Journal of Sports Sciences,* 22(10), pp. 917-927. doi: 10.1080/02640410400005909.

McCall, W. and Persky, A. M. (2007) 'Pharmacokinetics of creatine', *Subcellular Biochemistry*, 46, pp. 261–273. doi: 10.1007/978-1-4020-6486-9_13.

McCullough, E. A. and Kenney, W. L. (2003) 'Thermal insulation and evaporative resistance of football uniforms', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), pp. 832–837. doi: 10.1249/01.MSS.0000064998.48130.22.

McDermott, B. P., Casa, D. J., Yeargin, S. W., Ganio, M. S., Lopez, R. M., Mooradian, E. A (2009) 'Hydration status, sweat rates, and rehydration education of youth football campers', *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), pp. 535–552. doi: 10.1123/jsr.18.4.535.

McDermott, B. P., Anderson, S. A., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Cheuvront, S. N., Cooper, L., Larry Kenney, W., *et al.* (2017) 'National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for the physically active', *Journal of Athletic Training*. National Athletic Trainers' Association Inc., pp. 877–895. doi: 10.4085/1062-6050-52.9.02.

McGee S., Abernethy W. B. III, Simel D. L. (1999) 'Is this patient hypovolemic?', *jamanetwork.com*. Available at: https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/189113.

McLean, C. and Graham, T. E. (2002) 'Effects of exercise and thermal stress on caffeine pharmacokinetics in men and eumenorrheic women', *Journal of Applied Physiology*, 93(4), pp. 1471–1478. doi: 10.1152/japplphysiol.00762.2000.

Millard-Stafford, M. L., Cureton, K. J., Wingo, J. E., Trilk, J.,Warren, G. L., Buyckx, M. (2007) 'Hydration during exercise in warm, humid conditions: Effect of a caffeinated sports drink', *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(2), pp. 163–177. doi: 10.1123/ijsnem.17.2.163.

Murray, R., Eddy, D. E., Murray, T. W., Seifert, J. G., Paul, G. L., Halaby, G. A. (1987) 'The effect of fluid and carbohydrate feedings during intermittent cycling exercise', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(6), pp. 597–604. doi: 10.1249/00005768-198712000-00010.

Murray, R., (1996). Fluid replacement: The American College of Sports Medicine position stand. *Sports Science Exchange*, 9(4).

Nose, H., Mack, G. W., Shi, X., Nadel, E. R. (1988) 'Role of osmolality and plasma volume during rehydration in humans', *Journal of Applied Physiology*, 65(1), pp. 325–331. doi: 10.1152/jappl.1988.65.1.325.

Nybo, L. and Nielsen, B. (2001) 'Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans', *Journal of Applied Physiology*, 91(3), pp. 1055–1060. doi: 10.1152/jappl.2001.91.3.1055.

Oppliger, R. A. and Bartok, C. (2002) 'Hydration Testing of Athletes', *Sports Medicine*, 32(15), pp. 959–971. doi: 10.2165/00007256-200232150-00001.

Paton, C. D., Hopkins, W. G. and Vollebregt, L. (2001) 'Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), pp. 822–825. doi: 10.1097/00005768-200105000-00023.

Persky, A. M. and Brazeau, G. A. (2001) 'Clinical Pharmacology of the Dietary Supplement Creatine Monohydrate'. doi: 10.1124/pharmrev1.

Poortmans, J. R., Rawson, E. S., Burke, L. M., Stear, S. J., Castell, L. M. (2010) 'A-Z of nutritional supplements: Dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 11', *British Journal of Sports Medicine*, 44(10), pp. 765–766. doi: 10.1136/bjsm.2010.076117.

Powers, M. E., Arnold, B. L., Weltman, A. L., Perrin, D. H., Mistry, D., Kahler, D. M. (2003) 'Creatine Supplementation Increases Total Body Water Without Altering Fluid Distribution.', *Journal of athletic training*, 38(1), pp. 44–50. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12937471.

Rawson, E. S., Miles, M. P. and Larson-Meyer, D. E. (2018) 'Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes', *International Journal of Sport Nutrition*

and Exercise Metabolism, 28, pp. 188–199. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0340.

Ruxton, C. H. S. (2008) 'The impact of caffeine on mood, cognitive function, performance and hydration: a review of benefits and risks', *Nutrition Bulletin*, 33(1), pp. 15–25. doi: 10.1111/j.1467-3010.2007.00665.x.

Sawka, M. N., Coyle, E. F. (1999) 'Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat', *Exercise and sport sciences*, pp. 167-218. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Michael_Sawka/publication/12526386_Influence_of_body_water_and_blood_volume_on_thermoregulation_and_exercise_performance_in_the_heat/links/55a3cea308aed99da24d24dd/Influence-of-body-water-and-blood-volume-on-thermoregu.

Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., Stachenfeld, N. S. (2007) 'Exercise and fluid replacement', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), pp. 377–390. doi: 10.1249/mss.0b013e31802ca597.

Sawka, M. N. and Young, A. J. (2006) 'Physiological systems and their responses to conditions of heat and cold'. Available at: https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA448266.

Ship, J. A. and Fischer, D. J. (1999) 'Metabolic indicators of hydration status in the prediction of parotid salivary-gland function', *Archives of Oral Biology*, 44(4), pp. 343–350. doi: 10.1016/S0003-9969(99)00004-7.

Shirreffs, S. M., Merson, S. J., Fraser, S. M., Archer, D. T. (2004) 'The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man', *British Journal of Nutrition*, 91(6), pp. 951–958. doi: 10.1079/bjn20041149.

Shirreffs, S. M. and Maughan, R. J. (1998a) 'Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(11), pp. 1598–1602. doi: 10.1097/00005768-199811000-00007.

Shirreffs, S. M. and Maughan, R. J. (1998b) 'Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: Replacement of water and sodium losses', *American Journal of Physiology - Renal Physiology*, 274(5 43-5). doi:

10.1152/ajprenal.1998.274.5.f868.

Shirreffs, S. M. and Sawka, M. N. (2011) 'Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery', *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1). doi: 10.1080/02640414.2011.614269.

Sinclair, C. J. D. and Geiger, J. D. (2000) 'Caffeine use in sports. A pharmacological review', *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, pp. 71–79.

Sökmen, B., Armstrong, L. E., Kraemer, W. J., Casa, D. J., Dias, J. C., Judelson, D. A., Maresh, C. M. (2008) 'Caffeine Use in Sports: Considerations for the Athlete', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), pp. 978–986. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181660cec.

Steenge, G. R., Simpson, E. J. and Greenhaff, P. L. (2000) 'Protein- and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans', *Journal of Applied Physiology*, 89(3), pp. 1165–1171. doi: 10.1152/jappl.2000.89.3.1165.

Steiner, M. J., DeWalt, D. A. and Byerley, J. S. (2004) 'Is this child dehydrated?', *Journal of the American Medical Association*. American Medical Association, pp. 2746–2754. doi: 10.1001/jama.291.22.2746.

Terjung, R. L., Clarkson, P., Eichner, E. R., Greenhaff, P. L., Hespel, P. J., Israel, R. G., Kraemer, W. J., Meyer, R. A., Spriet, L. L., Tarnopolsky, M. A., Wagenmakers, A., J.M., Williams, M. H. (2000) 'American College of Sports Medicine roundtable: Physiological and Health Effects of Oral Creatine Supplementation', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(3), pp. 706–717. doi: 10.1097/00005768-200003000-00024.

Thomas, D. T., Erdman, K. A. and Burke, L. M. (2016) 'Nutrition and Athletic Performance', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), pp. 543–568. doi: 10.1249/MSS.0000000000000852.

Vandenberghe, K., Goris, M., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., Vangerven, L., Hespel, P. (1997) 'Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training', *Journal of Applied Physiology*, 83(6), pp. 2055–2063. doi: 10.1152/jappl.1997.83.6.2055.

VKM, *(Norwegian Scientific Committee for Food Safety), Assessment of creatine in sports product* (2010).

Vogel, R., Webster, M., Erdmann, L., Clark, R. (2000) 'Creatine Supplementation: Effect on Supramaximal Exercise Performance at Two Levels of Acute Hypohydration', *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2). Available at: https://aquila.usm.edu/fac_pubs/4219.

Volek, J S., Mazzetti, S A, Farquhar, W B, Barnes, B R, Gómez, A L, Kraemer, W J (2001) 'Physiological responses to short-term exercise in the heat after creatine loading.', *Medicine and science in sports and exercise*, 33(7), pp. 1101–8. doi: 10.1097/00005768-200107000-00006.

Volek, J. S., Ratamess, N. A., Rubin, M. R., Gómez, A. L., French, D. N., McGuigan, M. M., Scheett, T. P., Sharman, M. J., Häkkinen, K. (2004) 'The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching', *European Journal of Applied Physiology*, 91(5–6), pp. 628–637. doi: 10.1007/s00421-003-1031-z.

Vranes, M. and Papović, S. (2015) 'New forms of creatine in human nutrition', *Human Health and Nutrition: New Research*, (January 2015), pp. 105–143.

Wagner, D. R. (1999) 'Hyperhydrating with glycerol: Implications for athletic performance', *Journal of the American Dietetic Association*, 99(2), pp. 207–212. doi: 10.1016/S0002-8223(99)00049-8.

Welch, B. E., Buskirk, E. R. and Iampietro, P. F. (1958) 'Relation of climate and temperature to food and water intake in man.', *Metabolism*, 7, pp. 141–148.

Wemple, R., Lamb, D. and McKeever, K. (1997) 'Caffeine vs Caffeine-Free Sports Drinks: Effects on Urine Production at Rest and During Prolonged Exercise', *International Journal of Sports Medicine*, 18(01), pp. 40–46. doi: 10.1055/s-2007-972593.

Wiles, J. D., Coleman, D., Tegerdine, M., Swaine, I. L. (2006) 'The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial', *Journal of Sports Sciences*, 24(11), pp. 1165–1171. doi:

10.1080/02640410500457687.

Wilk, B. and Bar-Or, O. (1996) 'Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat', *Journal of Applied Physiology*, 80(4), pp. 1112–1117. doi: 10.1152/jappl.1996.80.4.1112.

Yeargin, S. W., Casa, D. J., Judelson, D. A., McDermott, B. P., Ganio, M. S., Lee, E., C., Lopez, R. M., Stearns, R. L., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. (2010) 'Thermoregulatory responses and hydration practices in heat-acclimatized adolescents during preseason high school football', *Journal of Athletic Training*, 45(2), pp. 136–146. doi: 10.4085/1062-6050-45.2.136.

Zhang, Y., Carter, S J, Schumacker, R E, Neggers, Y H, Curtner-Smith,, M D, Richardson, M T, Green, J M, Bishop, P A (2014) 'Effect of caffeine ingestion on fluid balance during exercise in the heat and during recovery', *South African Journal of Sports Medicine*, 26(2), p. 43. doi: 10.7196/sajsm.513.

Zhang, Y., Coca, A., Casa, D. J., Antonio, J., Green, J. M., Bishop, P. A. (2015) 'Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis', *Journal of Science and Medicine in Sport*. Elsevier Ltd, pp. 569–574. doi: 10.1016/j.jsams.2014.07.017.

Ziegenfuss, T., Lowery, L. and Lemon, P. (1998) *Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation*, *Journal of Exercise Physiology Online*. Available at: http://www.asep.org/asep/asep/jan13d.htm.

Παράρτημα Α: ΓΕΝΙΚΟ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΘΕΜΑ: Επίδραση δύο διαφορετικών ουσιών (καφεΐνης, κρεατίνης) στα υγρά του σώματος έπειτα από μέτρια αφυδάτωση (2%) που προκλήθηκε λόγω άσκησης σε αθλούμενες γυναίκες.

Νο Δοκιμαζόμενου :……

ΟΝΟΜΑ:…….

ΕΠΩΝΥΜΟ:……

ΗΛΙΚΙΑ:……..

1. Κατά τη διάρκεια μιας τυπικής βδομάδας, πόσες μέρες κάνετε μέτρια ή έντονη αερόβια φυσική δραστηριότητα (π.χ. γρήγορο περπάτημα, ποδηλασία ή τζόκινγκ);

   .....μέρες την εβδομάδα.

2. Ασχολείστε με κάποιο συγκεκριμένο άθλημα (π.χ. ποδόσφαιρο, τένις, μπάσκετ, στίβο); Αν ναι, αναφέρετε ποιό άθλημα.
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

   .....

3. Ακολουθείτε κάποια ειδική διατροφή (π.χ. χορτοφαγία); Αν ναι, αναφέρετε.
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

   .....

4. Καταναλώνετε τροφές που περιέχουν καφεΐνη, όπως καφέ, σοκολάτα ή τσάι; Αν ναι, πόσο συχνά;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

.....

5. Χρησιμοποιείτε κάποιο συμπλήρωμα διατροφής αυτή την περίοδο (π.χ. καφεΐνη, κρεατίνη, γλουταμίνη, βιταμίνες κτλ); Αν ναι, ποιο/α και με τι συχνότητα (πόσες φορές τη μέρα, μετά ή πριν από άσκηση).
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

.....

6. Είστε καπνίστρια; Αν ναι, πόσα τσιγάρα ανά βδομάδα;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

.....

7. Λαμβάνετε κάποια φαρμακευτική αγωγή αυτή την περίοδο; Αν ναι, αναφέρετε.
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

.....

8. Έχετε διαγνωσθεί ποτέ από γιατρό με μια χρόνια πάθηση, όπως στεφανιαία νόσο, υπέρταση (υψηλή αρτηριακή πίεση), υψηλή χοληστερόλη, διαβήτη ή νεφρική νόσο; Αν ναι, αναφέρετε.
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

.....

Παράρτημα Β: ΕΝΤΥΠΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Επίδραση δύο διαφορετικών ουσιών (καφεΐνης, κρεατίνης) στα υγρά του σώματος έπειτα από μέτρια αφυδάτωση (2%) που προκλήθηκε λόγω άσκησης σε αθλούμενες γυναίκες.

Καλείστε να πάρετε μέρος σε μια ερευνητική πτυχιακή εργασία του τμήματος Διατροφής και διαιτολογίας Τ.Ε.Ι. Σητείας. Πριν πάρετε την απόφαση να συμμετάσχετε στη συγκεκριμένη έρευνα παρακαλώ διαβάστε προσεκτικά το παρακάτω έντυπο πληροφόρησης, γιατί είναι σημαντικό να γνωρίζετε το τι θα χρειαστεί να κάνετε καθώς και το λόγο για τον οποίο γίνεται η συγκεκριμένη έρευνα.

ΓΙΑΤΙ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΥΤΗ Η ΕΡΕΥΝΑ;

Στη προκειμένη έρευνα θέλουμε να εξετάσουμε αν η χορήγηση ορισμένων αθλητικών ποτών που περιέχουν μια από τις δύο εξεταζόμενες ουσίες ή η χορήγηση των ουσιών αυτών ως αυτούσιες μορφές, μετά την άσκηση, θα επηρεάσουν την υδατική ισορροπία και την αθλητική απόδοση σε μετέπειτα άσκηση.

.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

1. Την ίδια μέρα, θα ακολουθήσετε όλοι οι δοκιμαζόμενοι την ίδια δίαιτα, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι διακυμάνσεις της κατάστασης του μυϊκού γλυκογόνου πριν από την άσκηση, και ίδια δοσολογία πρόσληψης υγρών.
2. Θα σας δοθούν ερωτηματολόγια ελέγχου υγείας και λήψης φαρμάκων.
3. Τρεις πειραματικές δοκιμασίες θα πραγματοποιηθούν από κάθε άτομο και σε κάθε δοκιμή θα ληφθεί ένα διαφορετικό συμπλήρωμα (καφεΐνη, κρεατίνη, placebo) μετά την αφυδάτωση από την άσκηση.
4. Οι δοκιμές θα πραγματοποιηθούν με τυχαία σειρά και θα είναι τυφλές για τα εσάς.
5. Οι δοκιμασίες θα πραγματοποιηθούν σε διάστημα τουλάχιστον 7 ημερών για κάθε άτομο ώστε να μην υπάρξουν επιδράσεις εγκλιματισμού ως συνέπεια της άσκησης στη θερμότητα.
6. Η εργομετρική διαδικασία που θα πραγματοποιηθεί θα τηρεί τις προϋποθέσεις εργομέτρησης (προ-εργομετρική φάση εξοικείωσης του δοκιμαζόμενου και

ελέγχου οργάνων μέτρησης, την κυρίως εργομετρική που θα γίνουν οι κυρίως μετρήσεις και την μετα-εργομετρική φάση κατά την οποία αποκαθιστάται ο οργανισμός στην κατάσταση ηρεμίας).

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

- Η αφυδάτωση θα προκληθεί από άσκηση στο κυκλοεργόμετρο (Monark 874E). Όλες οι δοκιμασίες θα γίνουν με το ίδιο εργόμετρο.
- Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθεί ένας ανιχνευτής καρδιακών παλμών (Polar Heart Rate Monitor).
- Η δοκιμασία θα διεξαχθεί σε θερμό περιβάλλον (≈30-36°C), ώστε να έχουμε πιο γρήγορη αφυδάτωση.
- Δεν επιτρέπεται η κατανάλωση υγρού κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.
- Η δοκιμασία θα αποτελείται από μια σειρά περιόδων άσκησης 10 λεπτών σε ένταση που αντιστοιχεί στο 60-65% VO_{2max} (1watt/kg σωματικού βάρους).
- Οι περίοδοι άσκησης θα διαχωριστούν με περιόδους ανάπαυσης 5 λεπτών κατά τη διάρκεια των οποίων θα χρειαστεί να αφαιρείτε τα ρούχα σας, να στεγνώνετε και να ζυγίζεστε.
- Μόλις επιτευχθεί η μείωση του βάρους στόχου, θα χρειαστεί να στεγνώσετε καλά ώστε να γίνει η τελική μέτρηση.
- Κατόπιν θα ληφθεί δείγμα ούρων. Για αυτό όπως και για όλα τα δείγματα θα σας ζητηθεί να αδειάσετε την ουροδόχο κύστη σας όσο το δυνατόν πληρέστερα, καθώς θα συλλεχθεί ολόκληρος ο όγκος για ανάλυση.
- Μέσα στα επόμενα 30 λεπτά μετά την άσκηση, θα καταναλώσετε ένα από τα ποτά ενυδάτωσης που θα περιέχει ένα από τις ουσίες κάθε φορά. Το ποτό θα δοθεί σε τέσσερις ισόποσες δόσεις, μία κάθε περίοδο 15 λεπτών.
- Περαιτέρω δείγματα ούρων θα συλλεχθούν στο τέλος της περιόδου επανυδάτωσης και κάθε 1, 2, 3, 4 και 5 ώρες.
- Κατά τις ώρες αυτές θα έχετε τη δυνατότητα είτε να μείνετε στον εργαστηριακό χώρο, είτε να παρακολουθήσετε τα μαθήματα που διεξάγονται στο πανεπιστήμιο (αφού ο εργαστηριακός χώρος βρίσκεται στο πανεπιστήμιο), και δεν θα επιτραπεί να καταναλώσετε άλλο ποτό ή φαγητό.

ΠΟΤΟ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ

Η αποτελεσματική επανυδάτωση απαιτεί την πρόσληψη περισσότερων υγρών (125% -150%) από το τελική έλλειψη υγρών (π.χ. 1 kg BW απώλεια). Συνεπώς, η ποσότητα υγρού που θα καταναλώσουν τα άτομα για να επιτευχθεί η γρήγορη και πλήρη

ανάκτηση από την αφυδάτωση θα πρέπει να είναι περίπου 1,25 - 1,50 λίτρα υγρού για κάθε κιλό απώλειας του βάρους του σώματος, τις πρώτες 6 ώρες μετά την άσκηση.

Οι ποσότητες των ουσιών που θα περιέχονται στα ποτά ενυδάτωσης θα είναι:

- **καφεΐνη : 3mg/kg σωματικής μάζας** : δόση 3-9mg/kg σωματικής μάζας έχει αποδειχθεί ότι είναι εργογόνος.
- **κρεατίνη : 5gr** : έχουν αναφερθεί θετικά αποτελέσματα σε υγιείς ενήλικες από τη λήψη περίπου 20gr την ημέρα. Δόσεις μεγαλύτερες των 20gr ημερησίως δεν συνιστώνται επειδή ο κορεσμός των κρεατινικών μυών έχει ξεπεραστεί και οι υψηλότερες δόσεις μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένες ανεπιθύμητες ενέργειες.

ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΕΞΕΤΕ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ;

Τι θα χρειαστεί να κάνει κάποιος για να λάβει μέρος στη δοκιμασία:

- Να απέχετε από έντονη σωματική δραστηριότητα κατά την προηγούμενη ημέρα της εργομέτρησης.
- Το διαιτολόγιό σας να διατηρείται αμετάβλητο μέχρι την προηγούμενη ημέρα, ενώ κατά την ημέρα της εργομέτρησης να έχει παρέλθει τουλάχιστον μία ώρα μετά από ελαφρύ γεύμα, αποτελούμενο αποκλειστικά από υδατάνθρακες και τουλάχιστον τρείς ώρες μετά από κανονικό γεύμα.
- Να πίνετε άφθονα υγρά κατά το 24ωρο που προηγείται της εργομέτρησης για να εξασφαλιστεί η επαρκής ενυδάτωση του οργανισμού.
- Να αποφύγετε διεγερτικά όπως κάπνισμα >3 ώρες πριν την εργομέτρηση, καφεΐνη >12-24 ώρες πριν και αλκοόλ >24 ώρες πριν την εργομέτρηση.
- Να έχετε προγραμματίσει το γεύμα σας 2-3 ώρες πριν την έναρξη των μετρήσεων. Το συγκεκριμένο γεύμα θα σχεδιαστεί και σας δοθεί, αφού αποφασιστεί η ώρα έναρξης των εργομετρικών μετρήσεων, και θα είναι το ίδιο για όλους τους αθλητές και στις τρείς εργομετρικές μετρήσεις.
- Να έχετε καταναλώσει 500ml νερό 2 ώρες μεταξύ κατανάλωσης νερού και της έναρξης άσκησης.
- Να φέρετε ένα κοντομάνικο μπλουζάκι και ένα αθλητικό σορτς, τα οποία θα φοράτε κατά την διάρκεια των δοκιμασιών, καθώς επίσης και μια πετσέτα που θα χρειαστεί κατά την εφίδρωση.

ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΑΣ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ;

Το κύριο πλεονέκτημα είναι ότι θα κατανοήσετε το κατά πόσο η σωστή ενυδάτωση μπορεί να επηρεάσει την απόδοση σας. Επίσης, θα έχετε τη δυνατότητα να μάθετε

πως επηρεάζουν την ενυδάτωση τα αθλητικά ποτά που περιέχουν τις συγκεκριμένες ουσίες, καθώς και οι ουσίες ως αυτούσιες μορφές. Επιπλέον θα έχετε την ευκαιρία να μετρήσουμε το επίπεδο της φυσικής σας ικανότητας μέσω της πρόσληψης οξυγόνου. Τέλος με τη συμμετοχή σας και με τη πλήρη συμμόρφωση σας στους κανόνες, βοηθάτε στην εξέλιξη της αθλητικής διατροφής.

ΣΕ ΠΟΙΟ ΜΕΡΟΣ ΘΑ ΔΙΕΞΑΧΘΕΙ Η ΕΡΕΥΝΑ;

Οι εργομετρικές μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν στον εργαστηριακό χώρο του Τμήματος Διατροφής και Διαιτολογίας Σητείας.

ΤΙ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας έχει παρθεί έγκριση από το ΑΤΕΙ Κρήτης του τμήματος Διατροφής και διαιτολογίας παραρτήματος Σητείας. Όλα τα δεδομένα τα οποία θα δώσετε θα είναι απόρρητα, και όλες οι αναλύσεις θα είναι ανώνυμες. Δεν θα έχει κανένας πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία σχετικά με τη ταυτότητα σας. Οι συμμετάσχοντες θα έχουν ένα ξεχωριστό κωδικό συμμετέχοντα, ο οποίος θα αναφέρεται στις αναλύσεις των δεδομένων.

Παρακαλώ πολύ να συμμετάσχουν μόνο άτομα τα οποία είναι πρόθυμα να ακολουθήσουν και να συμμορφωθούν με τη διαδικασία της συγκεκριμένης έρευνας, βοηθώντας έτσι στη σωστή διεξαγωγή των αποτελεσμάτων. Σε περίπτωση που δε νιώσετε καλά ή κουραστείτε από τη συμμετοχή σας στη παρούσα έρευνα **έχετε κάθε δικαίωμα να σταματήσετε ανά πάσα στιγμή.**

ΟΝΟΜΑ :
.....

ΕΠΩΝΥΜΟ
:.....

Υπογραφή Συμμετοχής
.....

Σας ευχαριστούμε για τον χρόνο σας καθώς και την υπομονή σας.

Για οποιαδήποτε απορία μπορείτε να επικοινωνήσετε με:

e-mail address : despoinaka1997@hotmail.com
τηλέφωνο : 6987982613

Παράρτημα Γ: ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ (PAR-Q)

Ερωτηματολόγιο ετοιμότητας για συμμετοχή ατόμων ηλικίας 15-69 ετών σε φυσικές δραστηριότητες αυξημένης συνήθως έντασης και σε εργομετρικές δοκιμασίες αξιολόγησης και ευρωστίας (Canadian Society for Exercise Physiology: http://www.csep.ca/forms.asp)

Νο δοκιμαζόμενου : …….

1. Μνημόνευσε ποτέ ο γιατρός σας, ότι έχετε κάποιο πρόβλημα με την καρδιά σας και ότι πρέπει να συμμετέχετε σε φυσικές δραστηριότητες μόνο με τη συμβουλή γιατρού;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

2. Αισθάνεστε πόνο στο στήθος όταν κάνετε κάποια φυσική δραστηριότητα;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

3. Αισθάνεστε πόνο στο στήθος τον τελευταίο μήνα, χωρίς να κάνετε κάποια φυσική δραστηριότητα;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

4. Χάνετε την ισορροπία σας λόγω ζέστης, ή έχετε ποτέ χάσει τις αισθήσεις σας;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

5. Αντιμετωπίζετε κάποιο πρόβλημα με τα οστά ή τις αρθρώσεις (π.χ. στη μέση, το γόνατο ή το ισχίο), που μπορούσε να επιδεινωθεί με τη φυσική δραστηριότητα;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

6. Σας συνέστησε ο γιατρός σου κάποια φαρμακευτική αγωγή για την αρτηριακή πίεση ή την καρδιά;
   - ΝΑΙ
   - ΟΧΙ

7. Γνωρίζετε κάποιον άλλο λόγο για τον οποίο δεν θα έπρεπε να συμμετέχετε σε φυσική δραστηριότητα;

- ΝΑΙ
- ΟΧΙ