



«Ο ρόλος του καφέ στην ισορροπία υγρών»

Γεωργίου Γεωργία

Υπεύθυνος Επιβλέπων Καθηγητής:
Κάβουρας Σταύρος

Τριμελής Επιτροπή:
Γιαννακούλια Μαίρη
Κάβουρας Σταύρος
Παναγιωτάκος Δημοσθένης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κύριο Κάβουρα Σταύρο για το πολύ ενδιαφέρον ερευνητικό θέμα που μου ανέθεσε, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια της ερευνητικής μελέτης. Επίσης θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Παναγιωτάκο Δημοσθένη για την βοήθεια του στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων, καθώς και την κυρία Μαίρη Γιαννακούλια, για την επιμορφωτική επίσκεψη που διοργάνωσε στο εργοστάσιο «Λουμίδα».

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εθελοντές που πήραν μέρος στην διεξαγωγή του πρωτοκόλλου, γιατί χωρίς αυτούς δεν θα μπορούσαμε να πραγματοποιήσουμε την μελέτη. Θέλω να πω ευχαριστώ και στον Μάρδη Κώστα, υποψήφιο διδάκτορα, για την πολύτιμη βοήθεια του και την άψογη συνεργασία μας.

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς και τα αδέρφια μου, που χωρίς την συμπαράσταση, την εμπιστοσύνη, την αμέριστη στήριξη και την βοήθεια τους, δεν θα βρισκόμουν σήμερα σε αυτό το σημαντικό στάδιο της σταδιοδρομίας μου.

Σας ευχαριστώ πολύ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΝΕΡΟ	8
1.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ:.....	8
1.2: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΩΜΑ	9
1.3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	10
1.4: ΔΕΙΚΤΕΣ ΥΔΑΤΩΣΗΣ	12
1.5: ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΝΕΡΟ	166
1.6: ΡΥΘΜΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΩΜΑ.....	20
1.7: ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ.....	24
1.8: ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ:	29
1.8.1: Αφυδάτωση	29
1.8.2: Αφυδάτωση σε αθλήματα αντοχής	30
1.8.3: Αφυδάτωση σε αθλήματα μυϊκής δύναμης	33
1.8.4: Υπερενυδάτωση.....	34
1.8.5: Υπονατριαιμία	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΦΕΙΝΗ	37
2.1: ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ	37
ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΦΕΙΝΗΣ	39
2.2: ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΦΕ.....	40
2.3: ΤΙ ΠΕΡΙΕΧΕΙ Ο ΚΑΦΕΣ;.....	42
2.4: ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ.....	45
2.4.1: Γενικά	45
2.4.2: Απορρόφηση	46
2.4.3: Κατανομή.....	46
2.4.6: Πρωτογενής μεταβολισμός καφεΐνης.....	47
2.4.7: Αποβολή.....	49
2.5: ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥ ΚΑΦΕ.....	50
2.5.1: Εισαγωγή	50
2.5.2: Μηχανισμός δράσης της καφεΐνης και Μεταβολισμός της	52
-Καφεΐνη και Αναπνευστικό	52
-Καφεΐνη και Τερατογόνο Σύνδρομο	52
-Καφεΐνη και Καρδιά	52
-Καφεΐνη και Parkinson	54
2.6: Η ΚΑΦΕΙΝΗ ΣΑΝ ΕΡΓΟΓΟΝΟ ΒΟΗΘΗΜΑ	56
2.7: ΚΑΦΕΙΝΗ ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	63
3.1: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	63
3.2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	63
3.3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	73
Βιβλιογραφία:	75

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Η καφεΐνη, έχοντας μεταβολικά υποπροϊόντα την παραξανθίνη, θεοβρωμίνη και θεοφυλλίνη, προκαλεί διάφορες μεταβολές στο καρδιαγγειακό, αναπνευστικό και κεντρικό νευρικό σύστημα του ανθρώπινου σώματος. Όντας εργογόνο βοήθημα, επηρεάζει την αθλητική απόδοση και την αντοχή. Η κατανάλωση της, σε ποσότητα 4-6 mg/kg σωματικού βάρους, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, έχει διουρητική δράση. **Σκοπός:** Σκοπός της παρούσας ερευνητικής, κλινικής δοκιμής ήταν η εξέταση της οξείας επίδρασης κατανάλωσης καφεΐνης σε μορφή καφέ, σε ποσότητες 3 και 6 mg / kg σωματικού βάρους, στα επίπεδα υδάτωσης. **Μέθοδος:** Αφού επιλέχθηκαν εθελοντές από δύο πειραματικές διαδικασίες που έγιναν (7 άντρες, 2 γυναίκες), πραγματοποιήθηκαν 3 δοκιμές με διαφορετική κατανάλωση καφεΐνης κάθε φορά (0, 3, 6 mg καφεΐνης). Έπειτα γινόταν συλλογή ούρων ανά 60 λεπτά για διάστημα 3 ωρών (0, 60, 120, 180 min). Η κάθε δοκιμή ξεκινούσε στις 9:00 το πρωί, με απαραίτητη προϋπόθεση οι εθελοντές την προηγούμενη μέρα να μην έχουν καταναλώσει οτιδήποτε που να περιέχει καφεΐνη, έτσι ώστε να εξυπηρετηθούν σωστά οι ανάγκες της έρευνας. **Αποτελέσματα:** Ο συνολικός όγκος ούρων στις τρεις κλινικές δοκιμές διέφερε σημαντικά, με την περισσότερη κατανάλωση καφεΐνης, να έχει σαν αποτέλεσμα τον μεγαλύτερο όγκο ούρων (water (WAT): 292 ± 165 , 3 mg / kg σωματικού βάρους καφεΐνη (LCAF): 316 ± 194 , 6 mg / kg σωματικού βάρους καφεΐνη (HCAF): 630 ± 391). Το USG στα δείγματα WAT, LCAF και HCAF βρέθηκαν αντίστοιχα $1,016 \pm 0,007$, $1,016 \pm 0,006$, $1,011 \pm 0,006$ και το χρώμα 5 ± 1 , 5 ± 1 και 4 ± 1 . **Συμπέρασμα:** Η πρόσληψη καφεΐνης σε ποσότητα 6mg/kg σωματικού βάρους αυξάνει τον βαθμό διούρησης σε άτομα με συστηματική κατανάλωση καφεΐνης.

Abstract: Caffeine causes several changes in the cardiovascular, respiratory and central nervous system of the human body, due to the metabolic products of paraxanthini, theobromine and theophylline that it contains. It is a product that affects both athletic performance and endurance. The consumption of a quantity of 4-6 mg / kg body weight, has a diuretic effect, according to literature. **Purpose:** The purpose of this research is to examine the acute effects of caffeine consumption, in the form of coffee and in quantities of 3 and 6 mg / kg of body weight, at hydration levels. **Method:** A sample of both 7 men and 2 women volunteers was used. Two experimental procedures were run, and each procedure tested 3 different caffeine consumptions levels, that of 0, 3, 6 mg of caffeine respectively. During the next phase of the procedure, the participants' urine was collected, every 60 minutes for a period of 3 hours (0, 60, 120, 180 min). Each test started at 9:00 in the morning, under the condition that the participating volunteers had not eaten anything that contains caffeine throughout the previous day. That was a required condition to properly serve the needs of research. **Results:** The total volume of urine in the three trials differed significantly, leading to the conclusion that an increased consumption of caffeine can result in larger volume of urine (water (WAT): 292 ± 165 , 3mg/kg body weight caffeine (LCAF): 316 ± 194 , 6mg/kg body weight caffeine (HCAF): 630 ± 391). The USG samples in WAT, LCAF HCAF were respectively $1,016 \pm 0,007$, $1,016 \pm 0,006$, $1,011 \pm 0,006$ and color 5 ± 1 , 5 ± 1 and 4 ± 1 . **Conclusion:** The amount of caffeine intake 6mg/kg body weight increases the diuresis in individuals with regular consumption of caffeine.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

FM (Fat Mass)	Λιπώδης Μάζα Σώματος
FFM (Free Fat Mass)	Άλιπη Μάζα Σώματος
%BF (Body Fat)	Ποσοστό % Λίπους Σώματος
DXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)	Απορροφησιομετρία Ακτίνων Χ διπλής ενέργειας
TBW (Total Body Water)	Ολικό Νερό Σώματος
WHO (World Health Organization)	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ)
ECV (Extracellular Volume)	Εξωκυττάριος Όγκος
PV (Plasma Volume)	Όγκος Πλάσματος
IST (Interstitial Fluid)	Διάμεσο Υγρό
Na	Νάτριο
K	Κάλιο
Ca	Ασβέστιο
Cl	Χλώριο
BIA (Bioelectrical Impedance Analysis)	Μέθοδος Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης
NAA (Neutron Activation Analysis)	Μέθοδος Ενεργοποίησης Νετρονίων
GFR (Glomerular filtration rate)	Ρυθμός σπειραματικής διήθησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΝΕΡΟ

1.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Το νερό είναι απαραίτητο για τη ζωή. Από την στιγμή που το αρχέγονο είδος μεταφέρθηκε στην ξηρά προσπαθεί να αποφύγει την αφυδάτωση. Ο ανθρώπινος οργανισμός είναι με τέτοιο τρόπο ρυθμισμένος ώστε να διατηρεί την απώλεια νερού του σώματος του κάτω από 0,2-0,5% του Σωματικού Βάρους. Ενώ ο άνθρωπος μπορεί να παραμείνει στην ζωή χωρίς τροφή περίπου 60-70 μέρες, χωρίς νερό, μπορεί να επιβιώσει μόνο 4-5 μέρες. Γι' αυτό αναφέρεται και ως “απαραίτητο θρεπτικό συστατικό”.^(1,2)

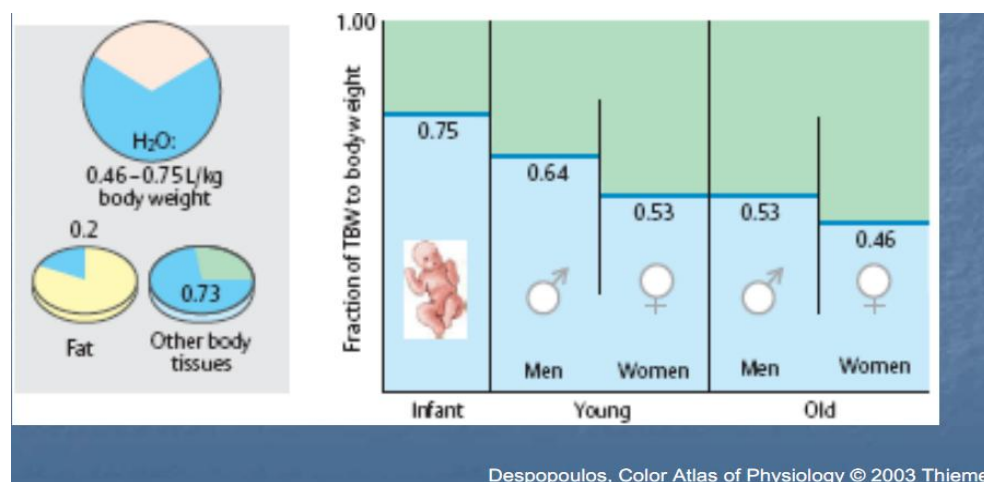
Το νερό είναι χημική ουσία που συμβολίζεται με τον χημικό τύπο H_2O . Το μόριο του περιέχει δύο μόρια υδρογόνου και ένα οξυγόνο που συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς. Υπάρχει σε τρεις φάσεις. Στην υγρή, την στερεά ως πάγος και την αέρια με μορφή υδρατμών. Το νερό καλύπτει το 70,9 % της επιφάνειας της γης και υπάρχει ως επί το πλείστον σε ωκεανούς (96,5 %), υπόγειους χώρους (1,7 %), ως κάλυμμα πάγου σε χώρες όπως τη Γροιλανδία (1,7 %) και 0,001% ως σταγονίδια του αέρα⁽³⁾.

Η πρόσβαση σε ασφαλείς πηγές νερού ολόένα και περιορίζεται και αυτό είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο θέμα για την ανθρωπότητα. Επί του παρόντος περίπου ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι πίνουν νερό το οποίο είναι ακατάλληλο για κατανάλωση. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά πως εάν υπάρξουν καλύτερες συνθήκες φύλαξης και προστασίας πόσιμου νερού, θα μειωθεί η παιδική θνησιμότητα λόγω μόλυνσης κατά 1,4 εκατομμύρια παιδιά ανά έτος. Υπάρχει πληθώρα βάσεων δεδομένων για την κατανάλωση και προστασία του νερού σε διάφορες χώρες και κάποια παραδείγματα είναι τα εξής: “The worlds water-Pacific Institute”, “USGS Water Data For the Nation”, “India Water Portal”, “EDA: Surface water data - Minnesota Pollution Control Agency.”

Η έννοια νερό εστιάζει αρχικά στα είδη που αυτό βρίσκεται, δηλαδή στο μαλακό, το σκληρό, το ανθρακούχο και το αποσταγμένο νερό. Ο άνθρωπος προσλαμβάνει το νερό από στερεές και υγρές τροφές. Σε επιδημιολογική μελέτη παρατήρησης στις ΗΠΑ αναφέρεται πως από τις στερεές τροφές προσλαμβάνεται το 22% της απαιτούμενης ποσότητας νερού για ένα άτομο βάση τις συστάσεις, ενώ στην Ελλάδα το ποσοστό αυτό είναι υψηλότερο λόγω του Μεσογειακού προτύπου διατροφής και ως επακόλουθο της υψηλότερης πρόσληψης φρούτων και λαχανικών.

1.2: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

ΣΧΗΜΑ 1: Ισοζύγιο του νερού στο ανθρώπινο σώμα, Δεσπόπουλος 2003⁽⁴⁶⁾



Το ανθρώπινο σώμα ενός βρέφους περιέχει κατά 75% του Σωματικού Βάρους νερό, και το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 55 % του Σωματικού Βάρους ενός ηλικιωμένου. Αποτελεί το 80-84 % της μάζας των μυών, των νεφρών και του ήπατος, λόγω του έντονου μεταβολικού προφίλ των οργάνων αυτών. Ο εγκέφαλος κατά 85 % περιέχει νερό ενώ τα οστά 10-15 %.⁽⁴⁾

Οι ενήλικες άντρες και οι αθλητές έχουν μεγαλύτερο ποσοστό νερού από ότι οι ενήλικες γυναίκες και οι μη αθλητές λόγω της μικρότερης ποσότητας μυϊκής μάζας και τα μεγαλύτερα ποσοστά λίπους που έχουν. Όπως είναι κοινώς γνωστό το γλυκογόνο συνδέεται με περισσότερα μόρια νερού. Επίσης με την πάροδο των χρόνων το ποσοστό νερού στο σώμα μειώνεται^(5, 6).

Το συνολικό νερό του ανθρωπίνου σώματος χωρίζεται στο ενδοκυττάριο και στο εξωκυττάριο διαμέρισμα. Το 55 % του ολικού νερού βρίσκεται ενδοκυττάρια, ενώ το ποσοστό αυτό σε αθλητές φτάνει στο 60 %. Το εξωκυττάριο νερό χωρίζεται στο διάμεσο χώρο, στο πλάσμα και στο διακυτταρικό υγρό. Το 80% βρίσκεται ανάμεσα στα κύτταρα και ονομάζεται μεσοκυττάριο υγρό και το 20 % βρίσκεται στο πλάσμα δηλαδή στο υγρό διαμέρισμα του αίματος, που μεταφέρει τα κύτταρα ή αλλιώς, τον ενδαγγειακό χώρο εάν διαγράψουμε τα κύτταρα του αίματος.

Το νερό βρίσκεται σε όλα τα όργανα του ανθρωπίνου σώματος αφού χρησιμοποιείται σαν λιπαντικό για τα μάτια, κολυμπούν σε αυτό όλα τα κύτταρα του αίματος, λιπαίνει τις αρθρώσεις, δημιουργεί τις εκκρίσεις του σιέλου, της χολής, του γαστρικού χυμού και της βλέννας.^(1, 6-8)

Είναι συστατικό απαραίτητο για την κυτταρική ομοιόσταση, τις βιοχημικές διεργασίες που γίνονται στο σώμα, την θερμορύθμιση και γενικότερα είναι απαραίτητο για όλες τις ζωτικές λειτουργίες που γίνονται στο ανθρώπινο σώμα.⁽¹⁾ Χρησιμεύει στην μεταφορά θρεπτικών συστατικών μέσα και έξω από το κύτταρο, ρυθμίζει τον μεταβολισμό των κυττάρων και επηρεάζει την γονιδιακή έκφραση. Επηρεάζει την αίσθηση ευεξίας και την κατάληξη χρόνιων παθήσεων, γι' αυτό πρέπει να υπάρχει γνώση για το πώς η πρόσληψη του παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και προαγωγή της υγείας.^(9, 10)

1.3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ

Εάν συγκεντρωθούν και αναλυθούν, όλες οι οργανικές λειτουργίες του νερού για το ανθρώπινο σώμα, θα χρειαστούν πολλές σελίδες. Το νερό όπως όλοι αντιλαμβάνονται είναι πολύτιμο για την ύπαρξη της ανθρώπινης ζωής. Εκτός από τα όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο συνοπτικά αναφέρονται και οι παρακάτω βασικές του λειτουργίες.

- ✓ Αποτελεί συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών⁽⁶⁾
- ✓ Καταστέλλει την όρεξη ^(7, 8)
- ✓ Είναι ρυθμιστής της ωσμωρυθμιστικής διαδικασίας⁽⁶⁾
- ✓ Διατηρεί τις συγκεντρώσεις οργανικών και ανόργανων στοιχείων ανάμεσα σε δύο διαμερίσματα και τις ηλεκτροχημικές ιδιότητες τους⁽⁴⁾
- ✓ Μειώνει τη συγκέντρωση νατρίου⁽⁴⁾
- ✓ Διατηρεί τον μυϊκό τόνο^(7, 8)
- ✓ Βοηθάει το σώμα να αποβάλλει τα απόβλητα του οργανισμού και τις τοξίνες ^(7, 8)
- ✓ Ανακουφίζει από την κατακράτηση υγρών ^(7, 8)
- ✓ Βοηθάει στον μεταβολισμό όλων των μακροστοιχείων^(7, 8)
- ✓ Ρυθμίζει την θερμοκρασία του σώματος και αφού σαν μόριο έχει μεγάλη ειδική θερμότητα δεν αλλάζει κατά πολύ η δική του θερμοκρασία⁽⁴⁾
- ✓ Αποτελεί μέσο για διάλυση πολλών οργανικών ή μη στοιχείων⁽⁴⁾
- ✓ Χρησιμεύει σαν αντιδραστήριο για να δωρίσει το υδρογόνο ή το οξυγόνο σε οξείδια, υδροξυλομάδες κ.ο.κ
- ✓ Έχει λιπαντική δράση^(7, 8)
- ✓ Προστατεύει διάφορα διαμερίσματα όπως τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό επειδή είναι ασυμπίεστο⁽¹¹⁾

Παρόλο που το νερό συσχετίστηκε με πολλές χρόνιες ασθένειες, δηλητηριάσεις, μολύνσεις κ.ο.κ (χημικές ουσίες και μικροοργανισμούς) είναι πολύ δύσκολο να καθοριστούν τα όρια επαρκούς πρόσληψης του. Αφού ο οργανισμός αφυδατωθεί τα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι πάρα πολλά και έτσι φανερώνεται η εξάρτηση του ανθρωπίνου σώματος στο πολύτιμο αυτό θρεπτικό συστατικό.

Το Αμερικάνικο Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας του 2002 ορίζει ως ήπια αφυδάτωση την απώλεια υγρών 3-5 % Σ.Β. , μέτρια αφυδάτωση την απώλεια υγρών 6-10 % Σ.Β. και σοβαρή αφυδάτωση, την απώλεια υγρών 9-15 % Σ.Β.. Σε μια αναθεώρηση του 1999 η ήπια αφυδάτωση ορίστηκε η απώλεια 1-2% Σ.Β και πάνω από 2 % θεωρήθηκε σοβαρή αφυδάτωση⁽¹²⁾. Η αφυδάτωση μπορεί να αντιστραφεί με πρόσληψη υγρών ειδικής ωσμωμοριακότητας και μείωσης της πρόσληψης αλατιού σε διάστημα 24 ωρών. Η αφυδάτωση μπορεί να αποτελεί βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα διάρροιας, εμετού, υπερδιούρησης ή λόγω αυξημένης θερμοκρασίας κλίματος. Η αφυδάτωση μακροχρόνια, αποτελεί αποτέλεσμα συχνής απώλειας υγρών, φτωχής αντίληψης αντισταθμιστικών μηχανισμών αποκατάστασης υγρών του σώματος, ή λόγω απώλειας αισθήματος γεύσης ποτών⁽¹³⁾.

Η χρόνια αφυδάτωση προκαλεί μια αλυσίδα προβλημάτων υγείας, όπως πέτρες στα ούρα (όταν ο όγκος ούρων είναι λιγότερος από 1 λίτρο την ημέρα), κακή στοματική υγεία, καρδιαγγειακά νοσήματα, αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου παχέος εντέρου και μαστού, μείωση γνωστικής απόδοσης, πονοκεφάλους, ημικρανίες. Η νεφρολιθίαση αποτρέπει όταν αυξηθεί ο όγκος των ούρων 2-2,5 λίτρα/ημέρα. Βασικό μειονέκτημα είναι, πως οι μελέτες που κατέδειξαν τα παραπάνω, ήταν παρατήρησης και ο μηχανισμός δεν δόθηκε, ενώ όσο αφορά την επίδραση της υδάτωσης στην αντίληψη και την εγρήγορση ο Roger 2001 και οι συνεργάτες του διαφωνούν για κάποια από τα παραπάνω αποτελέσματα. Τέλος οι μελέτες έγιναν σε αναπτυγμένες μόνο χώρες και όχι σε αναπτυσσόμενες.⁽¹⁴⁾

Η πρόσληψη νερού είναι ιδιαίτερα σημαντική, για μείωση της επίπτωσης καρδιαγγειακών νοσημάτων λόγω καλής κυκλοφορίας με επαρκείς ποσότητες όγκου πλάσματος, μείωση σχηματισμού πολύποδων, προκαρκίνων και καρκίνων κυρίως στην ουροδόχο κύστη και στο παχύ έντερο λόγω απομάκρυνσης καρκινογόνων ουσιών κυρίως από την ουροδόχο κύστη, καθώς και στην απομάκρυνση μικροβίων και ουρολίων από την ουροδόχο κύστη(οι ουρολόγοι συστήνουν η πρόσληψη νερού να φτάνει στα 2L/ημέρα για μείωση των περιπτώσεων ουρολοιμώξεων)⁽¹⁵⁻¹⁸⁾. Επιπλέον μειώνει την παχυσαρκία⁽¹⁹⁾ αφού διεγείρει το αίσθημα του κορεσμού, ενισχύει κατά της δυσκοιλιότητας⁽²⁰⁾ αφού διευκολύνει την κινητικότητα του εντέρου, μειώνει το αίσθημα της κόπωσης, εμποδίζει την ανάπτυξη της αρθρίτιδας, της

κατάθλιψης, βοηθά στην ανάπλαση του κολλαγόνου της επιδερμίδας, αποτελεί συστατικό αντιγήρανσης.⁽²¹⁾

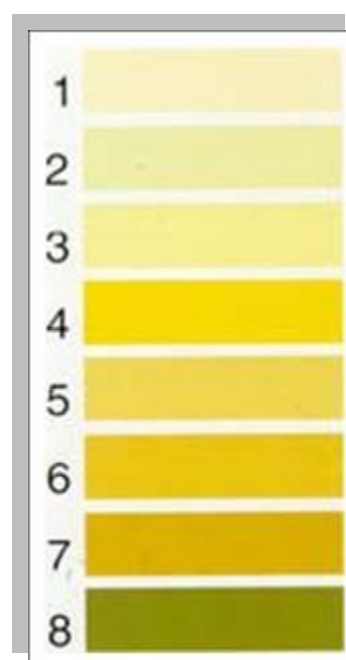
Η αυξημένη έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της GFR, άρα και την μείωση της ροής έκκρισης ουσιών όπως του Na. Ως συνολικό αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη υπέρτασης από την υπερδιήθηση ή ευαισθησία στο αλάτι και η εμφάνιση ΧΝΑ^(11, 22). Το νερό ελαττώνει την GFR με αποτέλεσμα να δρα προληπτικά ενάντια στην αύξηση της πίεσης.

Η υπερπρόσληψη νερού προκαλεί υπονατρίαμια από αραίωση και σαν επακόλουθο, το θάνατο. Αυτό γίνεται όταν υπάρχει νεφρική βλάβη και δεν αποβάλλονται τα υγρά σώματος, όταν υπάρχει συνεχής δράση της αντιδιουρητικής ορμόνης και όταν υπάρχει βλάβη στον υποθάλαμο (π.χ άποιος διαβήτης). Επίσης η έκσταση, ένα είδος ναρκωτικού, προκαλεί έντονο αίσθημα δίψας, με αποτέλεσμα την αυξημένη πρόσληψη νερού που οδηγεί σε δηλητηρίαση και υπονατρίαμια. Η πρόσληψη νερού πάνω από 1,03 L / h ή 12 L / d θεωρείται δηλητηριώδης σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες^(11, 23, 24)

1.4: ΔΕΙΚΤΕΣ ΥΔΑΤΩΣΗΣ

Οι δείκτες ούρων παρουσιάζουν την πρόσφατη αλλαγή υδάτωσης των ατόμων και πιο αξιόπιστες και γενικευμένες τεχνικές μπορεί να καθίστανται αναγκαίες. Οι τεχνικές αραίωσης με δευτέριο, η μέθοδος βιοηλεκτρικής εμπεδήσης (BIA), η χρήση των ισοτόπων, η μεταβολή μάζας σώματος και οι αιματολογικοί δείκτες είναι καλοί δείκτες μέτρησης του ολικού Σωματικού Νερού. Το 1969 ο Hoffer και οι συνεργάτες του παρουσίασαν την υψηλή συσχέτιση της περιεκτικότητας νερού σώματος και μέτρησης νερού μέσω BIA (r: 0.92) αφού λάβανε υπόψη τους και παράγοντες όπως το βάρος, το ύψος και το φύλο του ατόμου. Παρακάτω θα αναφερθούν οι πιο γνωστές μέθοδοι ποσοτικοποίησης υδάτωσης σώματος.^(1, 25, 26) Η επιλογή κάποιου από τους παρακάτω δείκτες γίνεται

ΣΧΗΜΑ 2: Κλίμακα Χρώματος Ούρων Armstrong



ανάλογα με την ευαισθησία και την ακρίβεια που χρειάζεται να δοθεί στο κάθε περιστατικό, ανάλογα με το κόστος και την δυσκολία της κάθε τεχνικής και τον χρόνο και τις προδιαγραφές που υφίστανται την συγκεκριμένη στιγμή.

Χρώμα και όγκος ούρων:

Το χρώμα των ούρων και ο όγκος παραγωγής τους, είναι σημαντικοί δείκτες για την κατάσταση υδάτωσης του ατόμου. Ένα δείγμα ούρων ανοιχτόχρωμων, καλά αραιωμένων και αυξημένου όγκου, δείχνει κατά πάσα πιθανότητα πως το άτομο είναι ενυδατωμένο. Η κλίμακα οκτώ χρωμάτων του Armstrong⁽²⁷⁾ και των συνεργατών του όπως φαίνεται και στην εικόνα, αποτελεί μέθοδο αρκετά καλή στο να βρεθεί η κατάσταση υδάτωσης ενός οργανισμού μέσω του χρώματος των ούρων του. Η κλίμακα ξεκινάει με ένα απαλό, ανοιχτό κίτρινο χρώμα ώστε με διάφορες αποχρώσεις να καταλήξει σε σκούρο πράσινο. Όσο πιο σκούρο είναι το χρώμα, τόσο πιο αφυδατωμένος θεωρείται ο οργανισμός. Σε συνεργασία της κλίμακας Armstrong και των δεικτών ωσμωμοριακότητας, ειδικού βάρους ούρων, συγκέντρωσης Na και πρωτεϊνών, μπορεί να υπάρξει ξεκάθαρη εικόνα για την κατάσταση υδάτωσης. Το χρώμα, επηρεάζεται από την διαίτα που ακολουθεί κάποιος, την τυχόν φαρμακευτική αγωγή που μπορεί να παίρνει και το ιστορικό υγείας του και αυτό αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα για τον δείκτη. Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι η υποκειμενικότητα του ερευνητή που αξιολογεί το χρώμα, αφού τα χρώματα μεταξύ τους μοιάζουν αρκετά. Είναι πολύ σημαντικό παρόλα αυτά πως είναι ιδιαίτερα εύχρηστος, εύκολος και αρκετά αξιόπιστος⁽²³⁾.

Επιπλέον η διαφορά βάρους πριν και μετά το τέλος της άσκησης αντικατοπτρίζει την απώλεια νερού που έχασε ο οργανισμός⁽²⁸⁾.

Μέθοδος Ενεργοποίησης Νετρονίων:

Ανιχνεύει το 70% όλων των γνωστών στοιχείων. Η πηγή νετρονίων τοποθετείται σε πυρηνικό αντιδραστήρα και γίνεται ακτινοβολήση δειγμάτων για ερευνητικούς λόγους. Εκπέμπεται και ανιχνεύεται στην πορεία, η γ-ακτινοβολία που είναι ανάλογη της απόλυτης μάζας του συνολικού στοιχείου που μετράται. Έτσι εκτιμούνται ορισμένοι ιστοί του σώματος, όπως για παράδειγμα από το N εκτιμάται η ισχνή μάζα σώματος⁽²⁹⁾. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για μελέτη του Ca και Na και μετά για το Cl, και K. Με αυτή την διαδικασία μετριέται ο ECV και το TBW ως άθροισμα ECV και ICV. Υπάρχουν μικρά σφάλματα σε αυτή τη τακτική

μέτρησης ακτινοβολίας, το άτομο εκτίθεται σε ακτινοβολία αλλά είναι επαναλαμβανόμενα τα αποτελέσματα και η διαδικασία είναι μη επεμβατική.⁽¹⁾

Μέθοδος Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης (BIA):

Σε μέθοδο BIA εφαρμόζεται μικρής έντασης εναλλασσόμενο ρεύμα στο ανθρώπινο σώμα και μετράται η αγωγιμότητα στα άκρα του σώματος. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από πλούσιους σε νερό ιστούς και ηλεκτρολύτες που αποτελούν αγωγίμα συστατικά. Ο λιπώδης ιστός αντιθέτως έχει μικρή αγωγιμότητα εξαιτίας της μικρής συγκέντρωσης νερού. Με την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα, η αγωγιμότητα μεταφράζει την FFM και η αντίσταση σχετίζεται με την FM. Οι παραδοχές της διαδικασίας είναι πως το ανθρώπινο σώμα θεωρείται κυλινδρικός ισότροπος αγωγός και η μη ωμική αντίσταση στο ανθρώπινο σώμα θεωρείται αμελητέα. Το σφάλμα σε αυτή την μέθοδο έγκειται στην μέθοδο που χρησιμοποιείται, στην επίδραση ηλεκτρολυτών και μακρομορίων στην αντίσταση και στην έλλειψη ακρίβειας στη μέτρηση ύψους και αντίστασης^(1, 30)

Μεθόδους αραίωσης και διάλυσης ισοτόπων:

Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα γνωστή για τον προσδιορισμό της FFM σώματος. Αφού υπολογιστεί το TBW και γνωρίζοντας πως το 73,2 % αυτού βρίσκεται στην FFM και το 15 % στη BF μπορεί να ποσοτικοποιηθούν τα δύο αυτά μεγέθη με αρκετή ακρίβεια.^(30, 31) Για την πραγματοποίηση αυτής της μεθόδου δίνονται ραδιενεργά ή μη, στοιχεία τριτίου, δευτερίου και περιμένει ο ερευνητής την εμφάνιση τους στον οργανισμό μετά από 4-5 ώρες.⁽²³⁾ Είναι αρκετά αξιόπιστη μέθοδος αλλά επηρεάζεται από παράγοντες όπως ο βαθμός υδάτωσης του ανθρώπου με αποτέλεσμα τα αποτελέσματα της να μην είναι εξίσου επαναλήψιμα όπως άλλων μεθόδων. Αποτελεί υψηλού κόστους εφαρμογή, με ακρίβεια 1-2 % και χρειάζεται εξειδικευμένο προσωπικό για την πραγματοποίησή της.⁽¹⁾

Αιματοκρίτης και Αιμοσφαιρίνη:

Από το 1972 γίνεται η πρώτη απόπειρα αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης με την μέτρηση αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη. Η μέθοδος βασίζεται στις αλλαγές του όγκου

πλάσματος και όχι στο TBW και είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη. Η εξίσωση που διατυπώθηκε είναι η παρακάτω:

$$\% \Delta PV = \left(\frac{Hbc}{Hbw} \times \frac{1 - Hcti}{1 - Hcte} - 1 \right) \times 100$$

Όπου:

c: αρχικό δείγμα αίματος

i: δείγμα σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή

Hb: αιμοσφαιρίνη

Hct: αιματοκρίτης^(28,32)

Μια κλασσική ανασκόπηση του Harrison και των συνεργατών του αναφέρει τους παράγοντες που επηρεάζουν τον όγκο πλάσματος του ανθρωπίνου σώματος, περιγράφοντας την μετακίνηση του εξωκυττάριου νερού προς το εσωτερικό των κυττάρων ή προς την κυκλοφορία του αίματος⁽³³⁾. Οι παράγοντες που αναφέρονται είναι η στάση σώματος (π.χ. 20 λεπτά), ο εγκλιματισμός, η ένταση και το είδος της άσκησης, η σύνθεση και η ωσμωμοριακότητα του πλάσματος. Η συγκέντρωση του Na στο πλάσμα και στον ορό αποτελεί δείκτη υδάτωσης αφού η παρουσία του σε μεγάλες συγκεντρώσεις σημαίνει απώλεια υποτονικών υγρών από το σώμα με μορφή ιδρώτα ή εντερικών εκκρίσεων.^(1, 28, 34)

Σε κάποιες μελέτες οι αναλογίες αιματοκρίτη και όγκου πλάσματος δεν υφίστανται λόγω του ότι η απώλεια υγρών δεν έφτασε στο συγκεκριμένο κατώφλι που δεν μπορεί ο οργανισμός και η καρδιά να αντισταθμίσουν τις απώλειες. Έτσι σε μικρές απώλειες, η καρδιά προσπαθεί να διατηρήσει την σταθερότητα της λειτουργίας της χωρίς αλλαγές του όγκου πλάσματος και της συγκέντρωσης των αιμοσφαιρίων.⁽²³⁾ Αυτή η μέθοδος είναι αρκετά έμπιστη και αξιόπιστη αλλά είναι και ιδιαίτερα δαπανηρή, εργαστηριακή και απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό να την πραγματοποιήσει. Επιπλέον μπορεί να αφήσει ζημιά ή μώλωπες στο άτομο.

Ωσμωμοριακότητα πλάσματος και ορού:

Θεωρείται ως ο εγκυρότερος δείκτης υδάτωσης αφού μεταβολή της για παράδειγμα 1% μπορεί να ενεργοποιήσει ομοιοστατικούς μηχανισμούς για πρόσληψη ή αποβολή νερού μέσω έκκρισης ορμονών (100 % αύξηση αντιδιουρητικής ορμόνης), διαφοροποίησης νεφρικής επαναπορρόφησης ή μεταβολής του αισθήματος της δίψας. Έχει τιμές από 50-1200 mOsm / L.

Η αντιδιουρητική ορμόνη αυξάνεται ανάλογα με την αυξημένη ωσμωμοριακότητα του αίματος. Είναι από τις σημαντικότερες στην ομοιόσταση της υδάτωσης του σώματος. Η μέτρηση της ωσμωμοριακότητας του πλάσματος μαζί με την μέτρηση του TBW αποτελούν παράγοντες αναφοράς για την εκτίμηση υδάτωσης του ανθρώπινου σώματος. Είναι σημαντικό ένα δείγμα αίματος μόλις φυγοκεντρηθεί να μετρηθεί η ωσμωμοριακότητα του διότι με το πέρασ του χρόνου μειώνεται, λόγω αλλαγών στο PH, αλλαγών στην συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος και άλλων παραγόντων. Επιπλέον δεν αποτελεί δείκτη έγκυρο για Διαβητικούς διότι η γλυκόζη αλλοιώνει την αξιοπιστία του.^(1, 23)

1.5: ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΝΕΡΟ

Το κλίμα, η σωματική δραστηριότητα, το υψόμετρο, το νεφρικό φορτίο διαλυμένων ουσιών, η ηλικία, το φύλο, η φαρμακευτική αγωγή είναι στοιχεία που επηρεάζουν την κατάσταση υδάτωσης του ανθρώπινου σώματος. Το ποσό που χάνεται στις διάφορες μεταβολικές λειτουργίες, υπερβαίνει το ποσό που παράγεται από τον οργανισμό (μεταβολικά παραγόμενο νερό) και μαζί με τις απώλειες νερού από τους πνεύμονες, το δέρμα (ιδρώτα), το γαστρεντερικό (κόπρανα, εμετός) και τα νεφρά (ούρα) το ποσό αυτό μπορεί να φτάσει στα 2,5-3L/μέρα σε ένα φυσιολογικό περιβάλλον.⁽²³⁾ Το αυξημένο υψόμετρο φάνηκε από μελέτες πως οδηγεί σε επιπλέον απώλεια υγρών, άρα αυξάνει περισσότερο τις ανάγκες του οργανισμού σε νερό.^(35, 36)

Η επαρκής πρόσληψη νερού ή η μη υδάτωση, επηρεάζει εξίσου την ικανότητα άσκησης, το αίσθημα ευεξίας, την αντίληψη, την υγεία και την ψυχική διάθεση του κάθε ατόμου. Επιπλέον επηρεάζει την ικανότητα συγκέντρωσης και την εμφάνιση κούρασης. Τεράστια πηγή πληροφοριών υπάρχει μέχρι σήμερα για την ποσότητα του νερού που χρειάζεται ο οργανισμός, αλλά ακόμη μέχρι σήμερα οι συστάσεις παραμένουν εξατομικευμένες.^(10, 37, 38)

Οι απαιτήσεις και οι συστάσεις για νερό σε διάφορους πληθυσμούς βασίστηκαν σε τοπικές στατιστικές μελέτες για την πρόσληψη/απέκκριση νερού και μελέτες που υποδείκνυαν τα επίπεδα ωσμωμοριακότητας των ούρων εθελοντών σε μελέτες παρατήρησης. Η EFSA (European Food Safety) αναθεωρεί συνεχώς τις συστάσεις και ενώ υπάρχουν πολλές έρευνες δεν δίνεται μια συγκεκριμένη τιμή RDI για όλους. Τα δεδομένα για την πρόσληψη και την απέκκριση νερού είναι πολλά. Η μελέτη NHANESIII πήρε δεδομένα για την πρόσληψη νερού μετά από 24ωρη ανάκληση και σε κάποια άτομα χρησιμοποιήθηκε σαν δείκτης υδάτωσης, η

μέθοδος BIA.⁽³⁹⁾ Τα δεδομένα της και οι επόμενες αναλύσεις που έγιναν, αποτέλεσαν πυξίδα και σε αυτό το κομμάτι υγείας (κάθε χρόνο + 5000 άτομα στην βάση δεδομένων). Οι αναλύσεις έγιναν αφού πήραν αίμα, μέτρησαν τα κύτταρα του και ποσοτικοποίησαν την ωσμωμοριακότητα ούρων των εθελοντών⁽⁴⁰⁻⁴²⁾.

Οι πρώτοι υπολογισμοί που έγιναν για την εύρεση της ημερήσιας πρόσληψης νερού έγιναν με εθελοντές μάρτυρες του 1^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου και βασίστηκαν στην ωσμωμοριακότητα των ούρων τους. Η αρχική ωσμωμοριακότητα των ούρων τους ήταν περίπου στα 500mosm/kg και έβαλαν σαν όριο την πρόσληψη νερού ώστε η τιμή ωσμωμοριακότητας να είναι γύρω στα 1400 mosm / Kg. Σαν αποτέλεσμα, οι ερευνητές βρήκαν απώλεια στα ούρα 500-900ml/μέρα. Έτσι δόθηκε σαν ημερήσια σύσταση η κατανάλωση 1L νερού την ημέρα. Με παρόμοιες δοκιμασίες σε όλο τον κόσμο μετά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, δόθηκε η σύσταση του 1 ml / kcal, έτσι ώστε η ωσμωμοριακότητα του πλάσματος να μην κατηγοριοποιεί το άτομο σαν αφυδατωμένο.^(9, 41) Αργότερα σε στατιστική μελέτη στις ΗΠΑ αφού ρωτήθηκαν 26081 άτομα, φάνηκε πως γενική πρόσληψη νερού ήταν 1-1,7 L / ημέρα και τα άτομα αυτά αν και υπάκουα στις συστάσεις, ήταν ήπια αφυδατωμένα. Έτσι συνέχισαν μέσα στην πάροδο του χρόνου να δίνονται διαφορετικές συστάσεις.⁽⁴³⁾

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Ημερήσια ανάγκη σε νερό. Πηγή: Adapted from the Dietary Reference Intakes Table, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies εάν ληφθούν υπόψη οι απώλειες, ενός υγιή οργανισμού, στα ούρα, κόπρανα, ιδρώτα, εκπνοή και υδρατμών στην αναπνοή⁽⁴⁴⁾

Ηλικία	Συνιστώμενη Πρόσληψη νερού ποτήρι / ημέρα
0-6 μηνών	3
7-12 μηνών	3 1/3
1-3 χρονών	5
4-8 χρονών	7
9-13 χρονών (αγόρια)	10
9-13 χρονών (κορίτσια)	8-9
14-18 χρονών (αγόρια)	14
14-18 χρονών (κορίτσια)	9-10
Άντρες 19>χρονών	15 ½
Γυναίκες 19>χρονών	11 ½
Έγκυες γυναίκες	12-13
Θηλάζουσες γυναίκες	16

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Ποσότητα νερού που απαιτείται για ενυδάτωση- Όγκος λίτρα/ημέρα⁽¹¹⁾

	Μέσος όρος	Χρόνια εργασία σε ψηλές θερμοκρασίες	Ανάγκες σε εγκυμοσύνη / γαλουχία
Ενήλικες	2,2	4,5	4,8 (εγκυμοσύνη)
Γυναίκες			5,5 (γαλουχία)
Ενήλικοι	2,9	4,5	-
Άντρες			
Παιδιά	1,0	4,5	-

Οι πιο πρόσφατες διαιτητικές συστάσεις για το νερό ανά 24ωρο δίνονται ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες κάθε ατόμου, το κλίμα στο οποίο ζει, το ιατρικό του ιστορικό και το αθλητικό του προφίλ. Οι άντρες σε γενικές γραμμές έχουν ψηλότερη οσμωμοριακότητα ούρων από ότι οι γυναίκες, όταν καταναλώνουν ίδιες ποσότητες νερού, άρα έχουν και υψηλότερες ανάγκες πρόσληψης νερού.⁽¹⁰⁾ Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας το 1972 αναφέρει πως ο άνθρωπος πρέπει να καταναλώνει 2,6-3 λίτρα νερού την ημέρα έτσι ώστε να καλύπτει τις απώλειες του. Το 1999 οι συστάσεις από το US National Research Council, αναφέρουν την εξατομικευμένη

πρόσληψη υγρών που μπορεί να φτάσει τα 5 λίτρα ημερησίως τόσο από την στερεή (1/3) όσο και από την υγρή τροφή. Σε γενικές γραμμές αποφασίστηκε η κατανάλωση 2,2 και 2,9 λίτρα καθαρού νερού/ημερησίως χωρίς να συνυπολογίζονται τροφές που θα περιέχουν καφεΐνη και αλκοολούχα ποτά, από γυναίκες και άντρες αντίστοιχα. Έπειτα οι συστάσεις αλλάζουν ακόμη μια φορά στα 3,7 L / ημέρα για άντρες ηλικίας 19-30 χρονών και 2,7L/μέρα για τις γυναίκες.⁽²⁶⁾

Οι ασθενείς, οι ηλικιωμένοι, οι έγκυες γυναίκες, τα παιδιά, έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε νερό από ότι ένας ενήλικας υγιής άνθρωπος. Τα παιδιά αναλογικά χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες νερό / kg Σ.Β., και ιδιαίτερα τα παιδιά που γεννιούνται με μικρό σωματικό βάρος. Η σύσταση για παράδειγμα για ένα παιδί που ζυγίζει 7 kg είναι 1 λίτρο, ενώ για ένα άντρα 70kg οι συστάσεις αναφέρονται στα 3 λίτρα. Οι έγκυες γυναίκες χρειάζονται υγρά για την εξασφάλιση του αμνιακού και εξωκυττάριου υγρού καθώς και για τις ανάγκες του βρέφους. Η επιτροπή των ΗΠΑ National Research αναφέρει πως οι έγκυες γυναίκες πρέπει να καταναλώνουν +30 ml νερό/ημέρα. Για τις θηλάζουσες, η ποσότητα αυτή ανέρχεται μέχρι +0,750-1 L νερό/ημέρα για το πρώτο εξάμηνο και εάν οι κλιματικές συνθήκες το επιβάλλουν, η ανάγκη για νερό μπορεί να γίνει ακόμη πιο μεγάλη.⁽⁴¹⁾ Οι ηλικιωμένοι λόγω ανεπαρκούς αισθήματος δίψας, μπορούν να αφυδατωθούν πολύ εύκολα, γι αυτό οι συστάσεις πρέπει να είναι ελάχιστα ανεβασμένες σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό. Τέλος οι ασθενείς που παρουσιάζουν προβλήματα υποσιτισμού, ασκίτη, ανορεξίας, μειωμένης διάθεσης, πόνου, πυρετού, ταλαιπωρίας-στρες, και διάφορες φλεγμονές όπως φαρυγγίτιδα, στοματίτιδα και νεφρικά νοσήματα, εμφανίζουν μειωμένη κατανάλωση και αυξημένη απώλεια νερού συγχρόνως. Πολλές φορές χορηγούνται υγρά όχι μόνο μέσω διατροφής σε αυτά τα άτομα, αλλά και μέσω παρεντερικών οδών.^(43, 45)

Συμπερασματικά, ανεπαρκής ή υπερβολική πρόσληψη νερού προκαλεί μεταβολές στον κυτταρικό όγκο, αλλαγές στην διαμόρφωση υγρών εντός και εκτός του κυττάρου, διαφοροποιήσεις σε ποικιλία κυτταρικών λειτουργιών, συμπεριλαμβανομένων και των μεταβολικών διεργασιών, όπως τη μεταφορά ουσιών, την απελευθέρωση ορμονών, τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και την εμφάνιση κυτταρικού θανάτου⁽⁴¹⁾. Επομένως είναι πολύ σημαντικό να διατηρείται η υδάτωση του σώματος με σωστή πρόσληψη νερού βασισμένη στις συστάσεις και στην ατομικότητα του κάθε οργανισμού. Για την αφυδάτωση αναφέρθηκαν εκτενέστερα οι παραπάνω συστάσεις. Αναφορικά με την τοξικότητα νερού ένα καλός δείκτης είναι η αποβολή ούρων 0,7-1 λίτρο / ώρα.⁽¹³⁾

ΣΧΗΜΑ 3: Τα πρώτα δεδομένα για εύρεση σύστασης πρόσληψης νερού και αριστερά η κατανομή νερού στο σώμα⁽⁹⁾

Water balance	Mean total water loss of European adults			Minimum water supply		Water intake referred to context				
	Pettenkofer [2]		Förster [3]	Gamble [4]	Adoph [5]	RDA [7]	Manz [9]		Didelot [10]	
	Resting Man	Working man				In relation to energy intake	Physiologic epidemiologic model		Maximum renal uric acid excretion	
	Mean ml/d	Mean ml/d	Mean ml/d	Mean ml/d	Mean ml/d	Mean ml/kcal (ml/d)	Male Mean ml/d	Female Mean ml/d	Mean ml/d	
Total water input							2494**	2062**		
Beverages			>500*				1544	1236		
Food							715	639		
Metabolic water							351	258		
Total water losses	2240	2960	2215–3538	1400	1900		2610	2133		
Urine	1200	1150		500	900		1530	1469	>2880	
Skin, Lungs	930	1730		800	1000		1080	664		
Faeces	110	80		100						
Free water reserve [§] 3. Percentile							–426	–225		
Adequate intake of Total water				>1400	>1900	1(≈2750)	2920 [§]	2287 [§]		
Beverages			1700–3000*			(≈1500)	≈1970	≈1461	>2880	

* Estimated values.

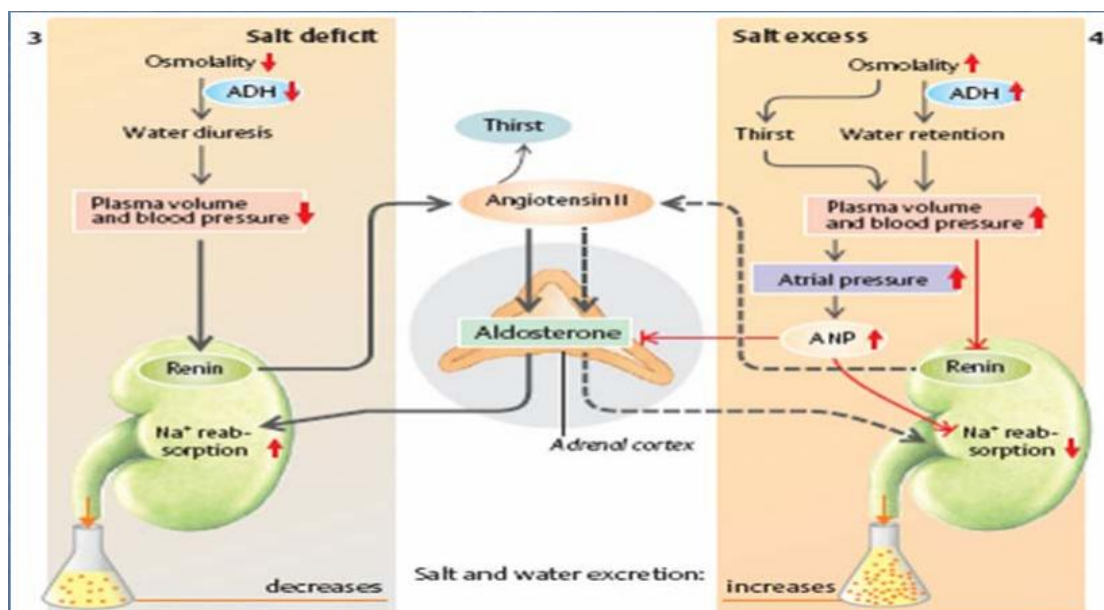
** Median.

[§] Free water reserve [ml/d] = Urine volume [ml/d] = obligatory volume [ml/d]; Obligatory volume [ml/d] = Urine solutes [mosm/d]/ Mean - 2 SD value of max, urine osmolality [mosm/1000 ml]; 1 kg water = 1000 ml; Mean - 2 SD value of max. urine osmolality: a) subjects ≤20 years: 830 [mosm/kg], b) subjects > 20 years: 830 - 3.4 (Age - 20) [mosm/kg].

[§] Adequate intake of total water [ml/d] = Median of total water - intake [ml/d] - 3. percentile of free water reserve [ml/d] (securing euhydration in 97% of the subjects of a life stage and gender group).

1.6: ΠΥΘΜΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

Η διατήρηση του νερού σε σταθερά και φυσιολογικά επίπεδα στο σώμα ονομάζεται νορμο-υδάτωση. Για να μην αφυδατώνεται ούτε να ενυδατώνεται υπερβολικά ο άνθρωπος, ανέπτυξε ρυθμιστικούς μηχανισμούς που τον βοηθούν στο να αντιλαμβάνεται σε τι κατάσταση υδάτωσης βρίσκεται και να αντισταθμίζει οποιαδήποτε είτε υπερβολή είτε ανεπάρκεια. Για να βρίσκεται σε κατάσταση νορμο-υδάτωσης ο οργανισμός, πρέπει η πρόσληψη νερού και η αποβολή να βρίσκονται σε ισορροπία. Η διατήρηση ισορροπημένου εσωτερικού περιβάλλοντος με ρύθμιση της ισορροπίας του νερού, ηλεκτρολυτών και ορμονών σε φυσιολογικές τιμές, καλείται ομοιόσταση.

ΣΧΗΜΑ 4: Αντισταθμιστικοί παράγοντες για ρύθμιση ισορροπίας νερού⁽⁴⁶⁾

Ο επιστημονικός κόσμος έχει βρει τους μηχανισμούς αυτούς 50 χρόνια πριν με τον καθηγητή Verney ως πρωτοπόρο στο εργαστήριο του Cambridge της Αγγλίας. Αφού απέδειξε πως το υπέρτονο διάλυμα χλωριούχου νατρίου με σακχαρόζη και γλυκόζη, αναστέλλει την διούρηση, άρχισε να μελετάει την έννοια της ωσμωμοριακότητας. Η ωσμωμοριακότητα είναι μέγεθος που μετράει την τονικότητα και το ποσοστό των ουσιών σε υδατικό διάλυμα. Όταν η ποσότητα ωσμωτικών ουσιών (γλυκόζη, ηλεκτρολύτες, πρωτεΐνες, νάτριο) σε ένα διάλυμα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με ένα άλλο, τότε το πρώτο διάλυμα καλείται υπερωσμωτικό και το δεύτερο υποτονικό. ⁽⁴⁷⁾.

Σε γενικές γραμμές η πρόσληψη υγρών γίνεται από τις τροφές και τα διάφορα καταναλώσιμα ποτά. Επιπλέον πηγή ύδατος είναι οι μεταβολικές διεργασίες δηλαδή η οξειδωτική μετατροπή των θρεπτικών συστατικών σε CO₂ και νερό. Η αποβολή ύδατος γίνεται μέσω των ούρων, του ιδρώτα, της εξάτμισης, των κοπράνων και της εκπνοής μέσω υδρατμών⁽⁴⁸⁾.

Ο κύριος μηχανισμός προστασίας από την αφυδάτωση, είναι η δίψα όπου το άτομο όντας αφυδατωμένο πίνει νερό ώστε να επανέλθει σε φυσιολογικά επίπεδα υδάτωσης. Η δίψα δεν αποτελεί το μοναδικό ρυθμιστικό μονοπάτι για σωστή ρύθμιση της υδάτωσης του οργανισμού. Ο νεφρός, σαν ρυθμιστικό όργανο, σε συνεργασία με πλήθος ορμονών, έχει αρκετά μεγάλη χωρητικότητα ώστε να αποβάλλει και να διατηρεί νερό ανάλογα με την κατάσταση υδάτωσης του οργανισμού. Επομένως ο μηχανισμός της δίψας, οι ορμονικοί μηχανισμοί και η νεφρική

λειτουργία διατηρούν το ολικό νερό σώματος σε ένα στενό εύρος τιμών. Η δίψα διεγείρεται με την αύξηση της ωσμωμοριακότητας του αίματος (απώλεια 1 % < νερού) που εξαρτάται κυρίως από την συγκέντρωση ηλεκτρολυτών και πρωτεϊνών, την μείωση του όγκου πλάσματος και την μείωση της αρτηριακής.⁽⁴²⁾ Πολλά άτομα δεν ανταποκρίνονται σωστά ή καθόλου σε αυτά τα ερεθίσματα με αποτέλεσμα να υπό- ή να υπέρ- ενυδατώνονται.^(49,50)

Δίψα:

Ο εγκέφαλος στέλνει μηνύματα δίψας και επιλογής κατάλληλου ποτού για να καταναλώσει ο οργανισμός, πριν ακόμη το νερό μεταφερθεί στο κυτταρικό διαμέρισμα. Η αίσθηση της γεύσης στο στόμα μεταφέρει μήνυμα στον εγκέφαλο για το είδος του τροφίμου που καταναλώνεται. Τα ταχέως αναπτυσσόμενα αυτά αντανακλαστικά ονομάζονται προληπτικά και προέρχονται είτε από το στόμα και κυρίως από την γλώσσα, είτε από το έντερο. Ουσία που προκαλεί μέγιστη αίσθηση της δίψας είναι το αλάτι και έπεται η μαννιτόλη.⁽⁴⁷⁾

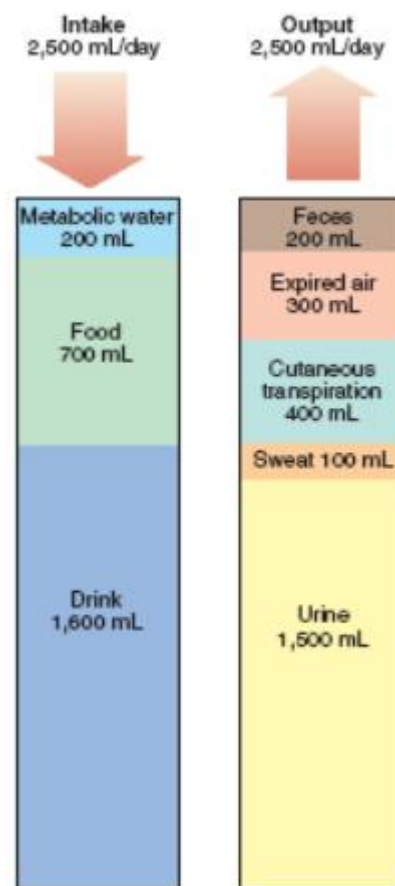
Ωσμωοισθητήρες:

Ένας επιπλέον ρυθμιστικός μηχανισμός, των ωσμωοισθητήρων, που βρίσκεται στην καρωτιδική αρτηρία, ανιχνεύει οποιαδήποτε αλλαγή ωσμωτικότητας του περιβάλλοντος, και τα μηνύματα μεταφέρονται στον πρόσθιο υποθάλαμο και στην προοπτική χώρα του εγκεφάλου. Είναι ιδιαίτερα ισχυρά όταν υπάρχει αφυδάτωση ενώ εξασθενούν όταν υπάρχει αρκετό νερό στο σώμα. Ο μηχανισμός αυτός διεγείρει το αίσθημα της δίψας ώστε να καταναλωθούν υγρά ποτά από τον άνθρωπο.⁽⁴⁷⁾

Ορμόνες:

Τα εκτελεστικά κέντρα που εμπλέκονται στην διατήρηση υδάτωσης είναι οι νεφροί, οι ιδρωτοποιοί αδένες και οι σιελογόνοι αδένες. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι ευαίσθητοι, ακριβείς και ενεργοποιούνται με την έλλειψη ή υπερεπάρκεια νερού ($\pm$ κάποια χιλιοστά). Επομένως για να

ΣΧΗΜΑ 5: Ισοζύγιο νερού (saladin: Anatomy and Physiology: The Unity of form and function 3rd Edition)



διατηρηθεί η ισορροπία των υγρών, πολλοί νευρώνες μεταφέρουν μηνύματα στον εγκέφαλο, βάση κάποιων ερεθισμάτων, ώστε να σταλεί η κατάλληλη ορμόνη στα όργανα στόχους-εκτελεστικά κέντρα. Τα κέντρα εγκεφάλου είναι ευαίσθητα σε χυμικούς παράγοντες, τις νευροορμόνες (αγγειοπιεσίνη μεταλλοκορτικοειδή, αντιδιουρητική ορμόνη, νατριουρητικός παράγοντας), που παράγονται για να ρυθμιστεί η διαδικασία της διούρησης, νατριούρησης και πίεσης του αίματος. Όταν η ωσμωμοριακότητα του αίματος αυξάνεται, τότε γραμμικά αυξάνεται και η έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης. Το μήνυμα μεταφέρεται στους νεφρούς ώστε να μειωθεί η έκκριση των ούρων. Η μέγιστη ποσότητα ωσμωμοριακότητας που επιτυγχάνει την μέγιστη αντιδιουρητική δράση είναι τα 295 mOsm / kg όπου συνυπάρχει και η μέγιστη αντίληψη της δίψας. Εάν η ωσμωμοριακότητα δεν επανέλθει στις φυσιολογικές τιμές της, τότε αυξάνεται η έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης μέχρι την τιμή των $1,0-1,5 \text{ pmol/l}$. Η ωσμωμοριακότητα μειώνεται ανάλογα με την αναπαραγωγική κατάσταση της γυναίκας. Για παράδειγμα μειώνεται κατά $2-3 \text{ mOsm / kg}$ κατά την ωχρινική φάση και $8-10 \text{ mOsm / kg}$ κατά τις πρώτες 10 εβδομάδες της εγκυμοσύνης⁽⁴⁷⁾.

Γενικότερα, η έλλειψη νερού προκαλεί αύξηση της ιοντικής συγκέντρωσης του εξωκυττάριου χώρου και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μετακίνηση των υγρών από το εσωτερικό, στο εξωτερικό διαμέρισμα, πράγμα που οδηγεί στην συρρίκνωση του κυττάρου. Αυτή η συρρίκνωση αναγνωρίζεται από δύο αισθητήρες. Ο ένας αισθητήρας ελέγχει την πρόσληψη νερού και ο δεύτερος, ελέγχει την αποβολή ούρων από τους νεφρούς μέσω της αντιδιουρητικής ορμόνης (που εκκρίνεται σε αναλογία με τις τιμές της ωσμωμοριακότητας). Όταν το σώμα έχει πλεόνασμα νερού, η διαδικασία ρύθμισης είναι αντίθετη. Η ιοντική συγκέντρωση χαμηλώνει και επιτρέπει περισσότερο νερό να εισέλθει στο εσωτερικό του κυττάρου. Τα κύτταρα φουσκώνουν και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την διέγερση των νεφρών στο να αυξήσουν την αποβολή ούρων^{(47),(51)}.

Ιδρώτας:

Ανάλογα με την κατάσταση υδάτωσης που βρίσκεται ένας οργανισμός, επηρεάζεται και η θερμορυθμιστική ικανότητα του σώματος. Σε ψηλές θερμοκρασίες ο ιδρώτας αποτελεί τον κυριότερο αντισταθμιστικό παράγοντα ψύξης του ανθρώπινου πυρήνα και η αγγειοσύσπαση τον τελευταίο. Ο ιδρώτας μπορεί να φτάσει στα $0,3-2$ λίτρα / ώρα και οι ανάγκες σε νερό από $2,5-6$ λίτρα / μέρα. Όταν ο οργανισμός δεν μπορεί να προσαρμοστεί σωστά, τότε μειώνεται υπερβολικά ο όγκος πλάσματος και αυξάνεται η ωσμωμοριακότητα του. Χωρίς πρόσληψη νερού, με τον ιδρώτα χάνεται επιπλέον απαραίτητη ποσότητα ηλεκτρολυτών, κατάσταση που δυσχεραίνει περαιτέρω το προφίλ του ατόμου όντας αφυδατωμένο. Με προπόνηση θερμικής

καταπόνησης, ο οργανισμός προσαρμόζεται, με αποτέλεσμα ο όγκος πλάσματος και η καρδιακή παροχή να μην φτάνουν σε ασύλληπτα οριακές τιμές. Επίσης μειώνεται η πιθανότητα ένας προπονημένος οργανισμός να πάθει θερμικό στρες.⁽⁵¹⁾

Η διαδικασία της γήρανσης συνδέεται με αρκετές αλλαγές που οδηγούν στην αφυδάτωση. Αυξάνεται το ποσοστό FM και μειώνεται το TBW από 80% που ήταν αρχικά, σε 50%. Οι νεφροί υπολειτουργούν και χάνεται σταδιακά το αίσθημα της δίψας με αποτέλεσμα να κυριαρχεί η αφυδάτωση σε αυτή την κατηγορία ανθρώπων. Τα άτομα αυτά πάσχουν συνήθως από άνοια και κινητικά προβλήματα με αποτέλεσμα να μην μπορούν και να ξεχνάνε να καταναλώνουν νερό. Τέλος τα διάφορα φάρμακα που χορηγούνται σε αυτή την ομάδα όπως τα αντιψυχωτικά, τα αντικαταθλιπτικά και τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη προάγουν την διαδικασία της διούρησης ακόμη πιο συχνά. Επιπλέον ηλικιωμένοι δεν ανταποκρίνονται στην αύξηση θερμοκρασίας του πυρήνα με μεγάλη ευαισθησία. Η θερμορύθμιση τους βασίζεται στην σύσπαση των αγγείων. Το ιξώδες πλάσματος τους αυξάνεται αρκετά και παρουσιάζουν όλα τα αρνητικά της αφυδάτωσης ενώ ο ηλικιωμένος με νεφροπάθεια παρουσιάζει ακόμη πιο έντονες τις συνέπειες. Τέλος, τα παιδιά υστερούν επίσης στην ικανότητα θερμορύθμισης. Σε ψηλές θερμοκρασίες, ιδρώνουν αναλογικά λιγότερο σε σχέση με έναν ενήλικα, καθώς έχουν και χαμηλότερο ρυθμό εφίδρωσης, και ανεβάζουν ψηλότερα την θερμοκρασία του πυρήνα τους.^(52, 53)

1.7: ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Η άσκηση αυξάνει τον βασικό μεταβολικό ρυθμό από 5 μέχρι 15 φορές και το 70-90% της ενέργειας αυτής απελευθερώνεται ως θερμότητα⁽⁴⁾. Κατά την διάρκεια της άσκησης η εφίδρωση αποτελεί τον κύριο αντισταθμιστικό παράγοντα μείωσης της θερμοκρασίας του σωματικού πυρήνα. Το νερό μεταφέρεται ουσιαστικά από το ενδοκυττάριο περιβάλλον στο εξωκυττάριο, λόγω αυξημένης ωσμωμοριακότητας αφού ο ιδρώτας αποτελεί υποτονικότερο υγρό από ότι το πλάσμα. Μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα η θερμοκρασία του σώματος μειώνεται και βοηθάει το σώμα να ρυθμίζει την θερμοκρασία του πυρήνα⁽⁴⁾.

Μια σημαντική συνέπεια της απώλειας του ιδρώτα, είναι η απώλεια υγρών από το σώμα του αθλητή, ποσοστό που σχετίζεται από την ένταση της άσκησης, την προσαρμογή του αθλητή σε τέτοιες συνθήκες, τον εγκλιματισμό και τις ατομικές διαφορές του, το περιβάλλον, τα ρούχα, τον αέρα, την υγρασία και τον βαθμό αρχικής υδάτωσης του. Ο εγκλιματισμός του αθλητή δεν

θα παίξει κάποιο σημαντικό ρόλο όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ανεβεί πολύ και η αφυδάτωση ξεπεράσει το 5 % Σ.Β. Η απώλεια νερού 1-2 % Σ.Β. προκαλεί μείωση της αθλητικής απόδοσης. Απώλεια νερού άνω του 3 % Σ.Β. διαταράζει περαιτέρω την φυσιολογική λειτουργία και αυξάνει τον κίνδυνο εξάντλησης του αθλητή, την πιθανότητα να αναπτύξει θερμικές κρίσεις και θερμική εξάντληση ή ακόμη θερμοπληξία και θάνατο. Το ποσοστό αυτό δεν είναι κάτι ασυνήθιστο αφού μία ώρα άσκηση και περισσότερο μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια αρκετού ιδρώτα. Η αφυδάτωση οφείλεται σε μη σωστή ισορροπία της πρόσληψης και της κατανάλωσης νερού⁽⁴⁾. Η έναρξη της αφυδάτωσης μπορεί να προληφθεί εάν ακολουθούνται τα πρωτόκολλα ενυδάτωσης αθλητών ώστε να γίνει πιο παραγωγική και ασφαλέστερη η απόδοσή τους. Ο Εθνικός Σύλλογος Προπονητών (NATA) το 2000 συνιστά:

1. Να καθιερωθεί πρωτόκολλο ενυδάτωσης για αθλητές ανάλογα με το άθλημα, την ένταση και την διάρκεια του, την προσβασιμότητα σε ροφήματα, εάν υπάρχουν διαλλείματα, ανάλογα με τις ατομικές προτιμήσεις του αθλητή και τον βαθμό εγκλιματισμού του.
2. Το κάθε άθλημα έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε νερό. Δηλαδή εάν οι ευκαιρίες ενυδάτωσης είναι συχνές όπως σε διαλειμματικά αθλήματα, ο αθλητής μπορεί να καταναλώνει υγρά με βολικό ρυθμό. Αν η ενυδάτωση πρέπει να συμβεί σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, τότε πρέπει να μεγιστοποιηθεί η ενυδάτωση μέσα στα όρια του χρόνου. Επιπλέον σε αθλήματα $>80\%$ VO_2max , η γαστρική κένωση είναι ιδιαίτερα καθυστερημένη γεγονός που μειώνει την ικανότητα επαρκούς υδάτωσης σε αυτά τα αθλήματα⁽⁵⁴⁾. Σε όλα τα αθλήματα, όταν υπάρχει αφυδάτωση $>4\%$ επέρχεται πάλι καθυστέρηση της γαστρικής κένωσης, έχοντας σαν αποτέλεσμα την γαστρική δυσφορία και την περαιτέρω αφυδάτωση⁽⁵⁵⁾.
3. Τα αθλητικά ποτά πρέπει να βρίσκονται σε μεμονωμένα δοχεία και αρωματισμένα ανάλογα με την προτίμηση του αθλητή. Να σημειώνεται η ποσότητα των 100ml και να υπάρχει οπτική υπενθύμιση του ποσού που καταναλώθηκε. Να μεταφέρονται στον αθλητή τα ποτά σε υγρή και εύκολα καταναλώσιμη μορφή και να ενθαρρύνεται ο αθλητής να καταναλώνει την συνιστώμενη δόση. Τα φυσικά χαρακτηριστικά του ποτού πρέπει να είναι ανάλογα με τις προτιμήσεις του αθλητή σχετικά με την γεύση, το ιξώδες, τη θερμοκρασία και το χρώμα. Σε γενικές γραμμές πρέπει ο αθλητής να παραμένει συγκεντρωμένος στο άθλημα του και ο συνοδός του να ασχολείται με την ενυδάτωση του. Πολλοί οι ποδηλάτες κουβαλάνε τα αθλητικά ποτά τους μέσω μιας back-mounted τσάντας ώστε να παραμένουν συνεχώς επικεντρωμένοι στο έδαφος, την ταχύτητα, το ποδήλατο και την απόδοσή τους⁽³⁹⁾.

4. Πριν από κάθε συνεδρία άσκησης ο αθλητής πρέπει να είναι καλά ενυδατωμένος και να ζυγίζεται ώστε να διατηρείται το βάρος του σταθερό, ώστε να λειτουργούν σωστά οι αντισταθμιστικοί παράγοντες αύξησης της θερμοκρασίας και να είναι υγιής η απόδοση του. Να παρακολουθούνται τα γεύματα του, η συχνότητα αφόδευσης κατά την διάρκεια της ημέρας και οι θερμίδες που δαπανήθηκαν στην άσκηση. Το χρώμα των ούρων και το ειδικό βάρος τους ($1,010 >$ καλή υδάτωση και $1,020 <$ αφυδάτωση⁽³⁹⁾) είναι πολύ σημαντικοί δείκτες για την εκτίμηση υδάτωσης του αθλητή. Ο όγκος ούρων είναι χρήσιμος αλλά θεωρείται λίγο άβολος για τον αθλητή. Επιπλέον μετριέται η θερμοκρασία του ορθού ώστε να βρεθεί η θερμοκρασία του πυρήνα⁽⁴⁾. Η αυξημένη θερμοκρασία και η αλλαγή της ωσμωμοριακότητας του αίματος που λούζει τον υποθάλαμο αλλοιώνει τα μηνύματα θερμορύθμισης λόγω αλλαγών στην κοιλιακή πίεση, με αποτέλεσμα να μην διαστέλλονται επαρκώς τα αγγεία του δέρματος και να μην επέρχεται η εφίδρωση.
5. Πολλοί αθλητές λόγω ανταγωνισμού και μη διαθεσιμότητας υγρών δεν ενυδατώνονται κατά την διάρκεια της άσκησης. Για ενυδάτωση ώρες πριν την άσκηση πρέπει να καταναλώνονται περίπου 400-600 ml νερό ή 2-3 αθλητικά ποτά και 20 λεπτά πριν την άσκηση πρέπει να καταναλώνονται 200-300 ml νερό ή ένα αθλητικό ποτό. Ο όγκος των 400-600 ml στο στομάχι επιτυγχάνει την μέγιστη γαστρική κένωση και εάν περιέχονται μέχρι 8 % υδατάνθρακες επιτυγχάνεται και η μέγιστη εντερική απορρόφηση. Η αναπλήρωση υγρών πρέπει να προσεγγίζει τις απώλειες νερού μέσω του ιδρώτα και να διατηρεί την ενυδάτωση με λιγότερη από 2 % μείωση του Σ.Β.. Έτσι πρέπει κάθε 10-20 λεπτά κατά την διάρκεια της άσκησης να καταναλώνεται ποτό ή ποτά 200-300 ml. Πρέπει να ελέγχεται πάντα η ατομική ιδιαιτερότητα του κάθε αθλήματος και η ανεκτικότητα του κάθε αθλητή ώστε να μην υπερενυδατώνεται και να μην δημιουργηθούν προβλήματα με την γαστρική κένωση και την εντερική απορρόφηση. Η φρουκτόζη δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2-3 % διότι θα υπάρξει γαστρεντερική δυσφορία στον αθλητή. Το έντερο απορροφά το μεγαλύτερο μέρος των υγρών γι αυτό δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε αυτό το σημείο του γαστρεντερικού σωλήνα. Υπολογίζονται επομένως οι θερμίδες, η ωσμωτικότητα, ο όγκος των υγρών και πειραματίζεται ο αθλητής με διάφορα ποτά, πριν από κάθε αγώνα⁽⁵⁶⁾. Μετά την άσκηση θα πρέπει να στοχεύετε η διόρθωση τυχόν απώλειας υγρών μέσα σε 2 ώρες. Έτσι χρησιμοποιούνται ποτά με υδατάνθρακες για πλήρωση του γλυκογόνου και των ηλεκτρολυτών. Σε διάστημα 4-6 ωρών πρέπει να αναπληρωθεί η απώλεια ιδρώτα περισσότερο από 125-150 %. Το ποτό πρέπει να έχει θερμοκρασία περιβάλλοντος 15 °C. Στα ποτά που καταναλώνονται δεν περιλαμβάνεται η καφεΐνη, το αλκοόλ και τα

ανθρακούχα αναψυκτικά διότι προκαλούν διούρηση και μειώνουν την εθελοντική λήψη υγρών λόγω ταχείας πλήρωσης του στομάχου⁽³⁹⁾.

6. Σημεία και συμπτώματα αφυδάτωσης και θερμοπληξίας πρέπει να είναι γνωστά σε συνοδούς αθλητών όπως: δίψα, ευερεθιστότητα, γενική δυσφορία, ρίγη, εμέτοι, ναυτία, αίσθηση αυξημένης θερμοκρασίας στον λαιμό, μειωμένη απόδοση. Για παράδειγμα, αθλητής αφυδατωμένος κατά 5 % μπορεί να μειώσει την γαστρική κένωση του κατά 20-25% ⁽⁴⁾. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί επιθετική ενυδάτωση από το στόμα ή ενδοφλέβια χορήγηση υγρών. Συνεχώς σε ένα αθλητικό περιβάλλον, πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός, το κατάλληλο προσωπικό, ιατρικές προμήθειες και στελέχωση με άτομα εκπαιδευμένα⁽⁵⁶⁾.
7. Το NaCl πρέπει να προστίθεται στα ροφήματα. Σε δραστηριότητες που διαρκούν πάνω από 4 ώρες, χάνονται σημαντικές ποσότητες NaCl που πρέπει να αντικατασταθούν (0,3-0,7 g/L), έτσι ώστε να μην εμφανίζονται ανισορροπίες ηλεκτρολυτών. Η θερμική καταπόνηση οδηγεί σε επιπλέον απώλειες NaCl αφού το ποσοστό στον ιδρώτα αυξάνεται με την αυξημένη έκκριση του. Επιπλέον με αυτό τον τρόπο αυξάνεται το αίσθημα της δίψας και η εθελοντική πρόσληψη υγρών, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγεται ο κίνδυνος υπονατριαιμίας⁽³⁹⁾.
8. % ιδρώτα: Σ.Β.-Βούρων/ τάσκτησης και έχει εύρος από 0,5 L/h-2.5 L/h (L=kg). Περιεκτικότητα στον ιδρώτα, νατρίου: 35 mmol/L, καλίου: 5 mmol/L, ασβεστίου: 1 mmol/L, μαγνησίου: 0,8 mmol/L. Ο ιδρώτας περιέχει και βιταμίνες αλλά σε αμελητέα ποσότητα⁽³⁹⁾.
9. Όταν το USG είναι μεγαλύτερο ή ίσο του 1,020 ή το χρώμα των ούρων ίσο με 4 τότε ο αθλητής θεωρείται αφυδατωμένος. Απαγορεύονται αυστηρά τακτικές όπως χρήση διουρητικών, ρούχα από καουτσούκ, άσκηση σε κλίμα σάουνας κ.ο.κ.⁽³⁹⁾ Να ελέγχονται συμπτώματα υπερενυδάτωσης όπως πονοκέφαλοι και γαστρεντερική δυσφορία⁽³⁹⁾.
10. Είναι απαραίτητη η συχνή εκπαίδευση και παρακολούθηση των αθλητών, ο εγκλιματισμός 5-10 μέρες πριν τον αγώνα, έτσι ώστε να μειωθεί το ποσό του ιδρώτα και το ποσοστό ηλεκτρολυτών που περιέχει, καθώς και να ελέγχεται η ικανότητα κατάποσης, το κλίμα, η διαθεσιμότητα και η γεύση των αθλητικών ποτών.⁽⁵⁷⁾
11. Όσον αφορά τα αθλητικά ποτά βάση το Institute of Medicine πρέπει να περιλαμβάνουν τις απαιτούμενες ανάγκες σε νερό, υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες. Συγκεκριμένα αναφέρονται τα εξής: ~20–30 meqI/L νάτριο ή 0,3-0,7g/L, ~2–5 meqI/L κάλιο και ~5–10%

υδατάνθρακες. Αποφεύγεται έτσι η υπονατριαιμία και τα επίπεδα νατρίου δεν κατεβαίνουν κάτω από 130-135 mmol/L^(57, 58). Το νάτριο και το κάλιο βοηθούν στο να αποκατασταθούν οι ανάγκες σε ηλεκτρολύτες, ενώ το νάτριο επιπλέον αυξάνει το αίσθημα της δίψας και βελτιώνει τη γεύση. Οι υδατάνθρακες ενισχύουν την απόδοση άσκησης άνω των 90 λεπτών. Έτσι χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια άσκησης ενεργειακά ζελεδάκια, μπάρες και άλλα εύχρηστα και εύκολα μεταφερόμενα τρόφιμα. Τα σκευάσματα αυτά συνήθως καταναλώνονται όταν η άσκηση διαρκεί περίπου 90 λεπτά ή περισσότερο (International Marathon Medical Director's Association).^(39, 59)

Το 2007 το ACSM (American College of Sport Medicine) αναφέρεται συνοπτικά στο πως πρέπει να ενυδατώνεται ο αθλητής πριν, κατά και μετά την άσκηση. Τα παραπάνω ευσταθούν μέχρι σήμερα και συμπληρώνονται με τα εξής:

1. Να καταναλώνεται ποσοτικά και ποιοτικά επαρκής τροφή και επαρκής πρόσληψη υγρών, 24 ώρες πριν την άσκηση.
2. Να καταναλώνονται 5-7 ml υγρά/kg Σ.Β. 4 ώρες πριν την άσκηση
3. Κατά την διάρκεια της άσκησης να υπάρχει διαθεσιμότητα υγρών ανά πάσα χρονική στιγμή. Να υπάρχει προγραμματισμός στην πρόσληψη υγρών και να καταναλώνονται συγκεκριμένες ποσότητες αθλητικών ποτών, έτσι ώστε να προλαμβάνεται η αφυδάτωση του αθλητή. Έτσι η κατανάλωση υγρών ή αθλητικών ποτών πρέπει να είναι περίπου ίση με την απώλεια υγρών που γίνεται μέσω του ιδρώτα.
4. Το νερό ή αθλητικό ποτό να έχει θερμοκρασία περίπου 15 °C ώστε να είναι δροσερό και να καταναλώνεται εύκολα από τον αθλητή. Επιπλέον να έχει ευχάριστο χρώμα, γεύση και υφή.
5. Σε άσκηση που διαρκεί πάνω από 1 ώρα, το αθλητικό ποτό πρέπει να περιέχει υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες που βοηθούν στην διατήρηση της αθλητικής απόδοσης. Οι υδατάνθρακες να χορηγούνται με ρυθμό 30-60 g/ώρα, με κατανάλωση ποτού 600-1200 ml/ώρα με περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες 4-8 %. Η συγκέντρωση του νατρίου να είναι 20-30 mEq/L ώστε να γίνεται ακόμη μεγαλύτερη η κατακράτηση υγρών στο σώμα, να βελτιώνεται η γεύση του ποτού και να παρακολουθείται συνεχώς ο αθλητής για τυχόν εμφάνιση υπονατριαιμίας.

Οι συστάσεις πριν, κατά και μετά την διάρκεια της άσκησης συνεχώς αναθεωρούνται από τις επιστημονικές ομάδες. Οι τελευταίες που αναγράφηκαν παραπάνω είναι του 2007.

Οι αθλητές όμως πρέπει να τις μελετάνε εξατομικευμένα ώστε να διατηρήσουν κατά την διάρκεια ενός αγώνα το πρόγραμμα υδάτωσης που τους ταιριάζει.

1.8: ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ:

1.8.1: Αφυδάτωση

Η αφυδάτωση επέρχεται όταν η απώλειες είναι περισσότερες από την κατανάλωση του οργανισμού σε νερό. Αφυδάτωση θεωρείται η απώλεια νερού $>1-2\%$ Σ.Β.^(4, 60) Έχει σαν αποτέλεσμα αλλαγές στο καρδιαγγειακό σύστημα, αύξηση της πίεσης του αίματος και ως επακόλουθο επηρεάζει την απόδοση όλων των οργανικών συστημάτων. Μειωμένη συγκέντρωση νερού συνολικά, καθιστά συχνά υπεύθυνη για παθολογικές αλλαγές στον οργανισμό και την έκκριση του ιδρώτα που γίνεται για την διατήρηση θερμικής ισορροπίας. Το σώμα προσπαθεί να εξισορροπήσει την ενδογενή και εξωγενή συσσώρευση θερμότητας μέσω εξάτμισης, ακτινοβολίας, και απαγωγής θερμότητας. Η εφίδρωση αποτελεί τον μηχανισμό που συνεισφέρει στην ανάκτηση φυσιολογικής θερμοκρασίας σώματος κατά 80-90%. Επειδή ο ιδρώτας είναι υποτονικό διάλυμα, η αυξημένη ωσμωμοριακότητα εξωκυτταρικά, οδηγεί στην μετακίνηση νερού από το εσωτερικό των κυττάρων στο εξωτερικό. Σε κατάσταση που ο αθλητής βρίσκεται σε συνθήκες θερμικής καταπόνησης, η εφίδρωση οδηγεί σε μείωση του όγκου αίματος, διεγείρεται το συμπαθητικό σύστημα (έκκριση κατεχολαμινών), προκαλείται αγγειακή αντίσταση και μειώνεται η ροή αίματος στο δέρμα^(11, 61).

Σε περίπτωση που ο οργανισμός προτιμήσει την μετακίνηση αίματος προς τις φλέβες της περιφέρειας για να γίνει εξάτμιση και ως επακόλουθο μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα, ο κεντρικός όγκος αίματος θα ελαττωθεί και ως αποτέλεσμα, θα μειωθεί η απόδοση ενός αθλητή λόγω μειωμένης αιματικής τροφοδότησης σε άλλους ιστούς πλην του δέρματος⁽³⁹⁾.

Με απώλεια σωματικού βάρους 1%, ανεβαίνει η θερμοκρασία του σώματος 0,15-0,20 °C. Θερμική καταπόνηση, παρουσία υποογκαιμίας και υπερτονικότητας, συμβαίνει όταν καθυστερεί να γίνει αγγειοδιαστολή στην περιφέρεια, καθυστερεί να αποβληθεί η θερμότητα μέσω εφίδρωσης και ως αποτέλεσμα αυξάνεται ο καρδιακός ρυθμός (3-5 κτύπους), η αγγειακή αντίσταση, μειώνεται ο αρτηριακός όγκος, η κεντρική φλεβική πίεση και η καρδιακή παροχή. Ο μειωμένος όγκος αίματος, έχει προτεραιότητα την καρδιά παρά το δέρμα.

Σε περίπτωση αυξημένης θερμοκρασίας περιβάλλοντος, γίνεται αγγειοδιαστολή στις περιφερικές φλέβες, ο κεντρικός όγκος αίματος μειώνεται καθώς και η αιματική παροχή στους μυς, άρα ο μυς οξυγονώνεται ελάχιστα και μειώνει το παραγόμενο έργο. Άρα η αυξημένη θερμοκρασία και η αφυδάτωση δρουν αθροιστικά στην μείωση της αθλητικής απόδοσης τόσο σε ένταση όσο και σε διάρκεια⁽⁴⁾. Επιπλέον αποτελέσματα για τον μυϊκό ιστό, είναι η υποβάθμιση του μυϊκού γλυκογόνου, η παραγωγή γαλακτικού και η αυξημένη θερμοκρασία των μυών λόγω μειωμένης αιμάτωσης του μυ⁽³⁹⁾.

1.8.2: Αφυδάτωση σε αθλήματα αντοχής

Αθλήματα αντοχής θεωρούνται αυτά που διαρκούν πάνω από 60 λεπτά και αφυδάτωση μπορεί να εμφανιστεί πριν ή κατά την διεξαγωγή ενός τέτοιου αθλήματος. Επιπλέον οι αθλητές κάνουν συχνά συνεχόμενα αγωνίσματα με αποτέλεσμα να παρουσιάσουν αφυδάτωση σαν συνέπεια του πρώτου αγωνιστικού μέρους. Συνήθως η αφυδάτωση δεν συνοδεύεται από απώλεια χλωριούχου νατρίου, αλλά σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να συνυπάρχει.^(62, 63)

Σημαντικό είναι να υπάρχει επαρκής ενυδάτωση σε αθλήματα αντοχής για να μετριάζεται η μείωση του όγκου αίματος, να λειτουργεί κανονικά η καρδιά, ο μυϊκός μεταβολισμός και η ροή αίματος στους μυς. Για παράδειγμα η προοδευτική αφυδάτωση ενός αθλητή ποδηλασίας μέχρι 5% (65% $\text{VO}_{2\text{max}}$) σε διάστημα δύο ωρών προκαλεί όλα τα παραπάνω οργανικά προβλήματα καθώς και τα εξής: εγκεφαλικές δυσλειτουργίες, πρόωρη κόπωση, αυξημένη χρήση γλυκογόνου, αυξημένη πίεση, ελαττωμένη αιμάτωση δέρματος, εγκεφάλου και μυ, επιτάχυνση μεταβολισμού γλυκογόνου, μειωμένη διάθεση και κίνητρο για νίκη λόγω μεταβολών στο νευρικό σύστημα.^(4, 50, 64-66)

Η αφυδάτωση μειώνει την πνευματική διαύγεια του αθλητή, το κίνητρο του για άσκηση, αυξάνει το θερμικό στρες και επιταχύνει τον χρόνο εξάντλησης του. Έτσι όλες αυτές οι συνέπειες αθροιστικά συντελούν στην περαιτέρω αύξηση της αφυδάτωσης. Η αθλητική απόδοση μειώνεται γραμμικά με τον βαθμό αφυδάτωσης του αθλητή. Με αφυδάτωση >2% η αερόβια απόδοση μειώνεται μέχρι 10%, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αθλήματα μυϊκής δύναμης που παρουσιάζουν παρόμοια, αλλά όχι και τόσο έντονα αποτελέσματα. Η φυσική κατάσταση και ο εγκλιματισμός αποτελούν ασπίδα για την απόδοση, αλλά όχι πλήρως σε πολύ αφυδατωμένα άτομα.^(39, 67)

Σε αντίθεση, έρχεται μελέτη που έδειξε πως στο τρίαθλο Ironman⁽²⁵⁾ η απώλεια 7% Σ.Β. υγρών δεν αλλοίωσε την επίδοση αθλητών αντοχής. Η εξήγηση που δόθηκε είναι πως ενώ οι αθλητές ιδρώνουν ώστε με την εξάτμιση να κατέβει η θερμοκρασία του πυρήνα, τα υγρά προέρχονται από το μεσοκυττάριο και το ενδοκυττάριο διαμέρισμα. Όταν ο αθλητής ξεκινήσει την άσκηση με υποογκαιμία και όχι γενική αφυδάτωση, η απώλεια θερμότητας του σώματος είναι ελάχιστη, ενώ υπάρχουν αρκετά υγρά για την λειτουργία εφοδιασμού των δερματικών τριχοειδών. Λόγω της υπάρχουσας υποογκαιμίας η καρδιά εργάζεται πιο σκληρά για να λειτουργήσει αποδοτικά ο μυς. Η παροχή αίματος από την καρδιά θα είναι πολύ πιο έντονη απ'οτι σε φυσιολογικές συνθήκες. Έτσι αυξάνεται η αθλητική απόδοση σε καταστάσεις ήπιας αφυδάτωσης. Η άποψη αυτή δεν βρήκε σύμφωνους τους περισσότερους επιστήμονες και προκάλεσε πολλές αντιδράσεις.⁽⁶⁸⁾

Σε πολύ παρόμοιες εργαστηριακές συνθήκες έγιναν τρεις δοκιμασίες που εξέτασαν την επίδραση της αφυδάτωσης στην αθλητική απόδοση. Η πρώτη μελέτη⁽⁶⁹⁾ εξέτασε εθελοντές, που για 6 ώρες έκαναν περπάτημα 2,2 km/h σε ξηρό περιβάλλον. Στην πρώτη ομάδα οι εθελοντές δεν έπιναν νερό, στην δεύτερη έπιναν ανάλογα με το αίσθημα της δίψας τους και στην τρίτη έπιναν κάθε ένα τέταρτο ανάλογα με την ποσότητα ιδρώτα που έχαναν. Στην πρώτη ομάδα, η θερμοκρασία ορθού αυξήθηκε σημαντικά, κουράστηκαν πολύ οι εθελοντές, το περπάτημα τους ήταν βαρύ και δεν ολοκλήρωσαν την δοκιμασία. Οι εθελοντές της δεύτερης ομάδας, ένοιωθαν κουρασμένοι, η θερμοκρασία στο ορθό ήταν λίγο ανεβασμένη και ολοκλήρωσαν τα χιλιόμετρα που ήταν προκαθορισμένα να περπατήσουν. Τέλος οι τελευταίοι εθελοντές, είχαν χαμηλότερη θερμοκρασία στο ορθό και είπαν πως θα μπορούσαν να συνεχίσουν όλη μέρα το περπάτημα. Σημαντικό μειονέκτημα της μελέτης αυτής ήταν πως δεν μετρήθηκε η αφυδάτωση των εθελοντών πριν την δοκιμασία πράγμα που μειώνει την σημαντικότητα των ευρημάτων.

Η δεύτερη μελέτη⁽⁷⁰⁾ αφορούσε αθλητές που έκαναν 50 λεπτά ποδηλασία, έντασης 85% $\text{VO}_2 \text{ max}$. Οι αθλητές ξεκίνησαν το πρωτόκολλο, με παρόμοια επίπεδα υδάτωσης. Η πρώτη ομάδα αθλητών, κατανάλωνε υγρά κατά την διάρκεια του αγωνίσματος ώστε να αφυδατωθεί κατά 8% ενώ η δεύτερη ομάδα να αφυδατωθεί κατά 13%. Παρατηρήθηκε σαφής πρόωρη κόπωση στη δεύτερη ομάδα και μειωμένη αθλητική απόδοση. Επιπλέον παρουσίασαν ψηλότερη θερμοκρασία στον οισοφάγο, μικρότερη καρδιακή παροχή αίματος στους ιστούς και μειωμένη αντίληψη σε σχέση με τη πρώτη ομάδα.

Η τρίτη μελέτη⁽⁷¹⁾ ήταν πολύ καλά σχεδιασμένη όσον αφορά το πειραματικό πρωτόκολλο. Δύο ομάδες ποδηλατών είχαν στόχο να ανεβούν συγκεκριμένη ανηφορική πίστα. Αφού μετρήθηκε η αιμοσφαιρίνη και ο αιματοκρίτης τους πριν γίνει οποιαδήποτε ενέργεια, βρέθηκε

πως ο βαθμός υδάτωσης τους ήταν παρόμοιος. Στην πρώτη ομάδα δόθηκε συμπλήρωμα με υδατάνθρακες αραιωμένο σε μεγαλύτερο όγκο υγρών σε σχέση με τη δεύτερη ομάδα, προσπαθώντας να δουν οι ερευνητές κατά πόσο η μείωση βάρους των αθλητών ή η αφυδάτωση βελτιώνει την αθλητική απόδοση. Φάνηκε πως η αφυδάτωση είχε ισχυρότερη επίδραση στην μείωση της αθλητικής απόδοσης, παρά το βάρος σώματος που είχαν να κουβαλήσουν οι ποδηλάτες σε άσκηση 88% $\text{VO}_2 \text{max}$.

Η αθλητική απόδοση μειώνεται όταν αφυδατωθεί κάποιος πάνω από 1,8-2% Σ.Β.. Η πρόσληψη νερού πριν, κατά και μετά την άσκηση είναι σημαντική για την καλή απόδοση των αθλητών, την υγεία και την ασφάλεια τους. Η αφυδάτωση, μπορεί να επιφέρει και άλλα προβλήματα εκτός από μείωση της αθλητικής απόδοσης όπως θερμοπληξία, ζαλάδα, μυϊκές κράμπες, κόπωση κλπ. Υπάρχει τεράστια γκάμα δεδομένων όσον αφορά τις συστάσεις σε υγρά που πρέπει να προσλαμβάνει το άτομο, καθώς και το είδος του ποτού που πρέπει να καταναλώνεται κατά την διάρκεια της άσκησης. Οι συστάσεις όμως παρέχουν μια γενικότερη εικόνα, και η πρόσληψη υγρών πρέπει να γίνεται εξατομικευμένα ανάλογα με τον τρόπο ζωής του κάθε ατόμου.

Η αφυδάτωση σε αθλητές κυμαίνεται σε υψηλά ποσοστά αφού ένας αθλητής με υψηλή απόδοση μπορεί να χάσει από 100ml/h (σε δροσερό περιβάλλον) - 3 L/h (σε κλίμα θερμό). Άρα απώλεια σε ποσοστό 2% της ενυδατωμένης μάζας σώματος που καθορίστηκε από την ερευνητική κοινότητα, μειώνει την αθλητική απόδοση και είναι πολύ εύκολο να συμβεί σε οποιοδήποτε αθλητή που η εφίδρωση υπερβαίνει την πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης. Υπάρχει τεράστια διαφορά στον βαθμό εφίδρωσης που παρουσιάζει το κάθε άτομο. Ο αθλητής μπορεί να καταναλώσει μέχρι 1-1,3 L/h νερό έτσι ώστε να μην αναπτύξει γαστρεντερικές ενοχλήσεις και ανεπιθύμητες κενώσεις κατά την άσκηση. Αυτή η ποσότητα είναι αρκετά καλή ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε νερό και ηλεκτρολύτες, αλλά και πάλι η σύσταση πρέπει να είναι εξατομικευμένη και ανάλογη με τις συνθήκες κλίματος που βρίσκεται το άτομο, την αερόβια του ισχύ, τον εγκλιματισμό και το επίπεδο προπόνησής του. Σε μελέτες φάνηκε πως 90 λεπτά άσκησης σε κλίμα ήπιο αφυδατώνει τον αθλητή κατά 2%, ενώ σε 31-32 °C τα 60 λεπτά άσκησης είναι υπεραρκετά για να αφυδατωθεί σοβαρά.^(69, 72)

1.8.3: Αφυδάτωση σε αθλήματα μυϊκής δύναμης

Πολύ συχνά παρατηρείται η αφυδάτωση σε αθλήματα μυϊκής δύναμης όπως πάλη και άρση βαρών, ώστε τα άτομα να μεταβούν σε κατηγορία μικρότερου βάρους. Σε αθλήματα

μυϊκής δύναμης φάνηκε πως η αφυδάτωση της τάξης του 5% δεν μειώνει την αθλητική απόδοση. Οι ισομετρικές δυνάμεις και οι μυϊκές συστολές επηρεάζονται όταν η αφυδάτωση περάσει αυτό το κατώφλι και κυρίως επηρεάζονται οι μυς του άνω κορμού. Παρόλα αυτά φάνηκε, πως η αφυδάτωση της τάξης του 3% και περισσότερο μπορεί να επηρεάσει την δύναμη αθλητών αναερόβιας άσκησης και αυτό μπορεί να οφείλεται στην αύξηση του θερμικού στρες^(73, 74).

1.8.4: Υπερενυδάτωση

Η υπερενυδάτωση είναι η προσπάθεια αύξησης του νερού στο σώμα, μέσω της υπερπρόσληψης υγρών και παρατηρείται κυρίως όταν οι άνθρωποι ζουν σε θερμά κλίματα. Στόχος της είναι η διατήρηση ενυδατωμένου οργανισμού κατά την διάρκεια του αγώνα. Σε γενικές γραμμές η αφυδάτωση προκαλεί πολλά προβλήματα μεταβολικά, καρδιαγγειακά, προβλήματα θερμορύθμισης και νευρικού συστήματος. Λόγω των οργανικών προβλημάτων που προκαλούνται, μειώνεται η αθλητική απόδοση και ιδιαίτερα όταν ένας αθλητής ασκείται σε ζεστές κλιματολογικές συνθήκες. Παρόλα αυτά μετά από υπερενυδάτωση τα αποτελέσματα όσον αφορά την αθλητική απόδοση είναι διαφορετικά ιδιαίτερα σε αθλήματα που επιτρέπεται η εθελοντική πρόσληψη νερού κατά την διάρκεια ενός αγώνα.⁽⁴⁸⁾

Η υπερενυδάτωση γίνεται πριν από ένα αγώνα, με σκοπό να μην αφυδατωθεί ο αθλητής. Συνήθως ο οργανισμός χρησιμοποιεί αντισταθμιστικούς μηχανισμούς ώστε να αποβάλει την περίσσεια του νερού μέσω της διούρησης. Με έκχυση γλυκερόλης συνήθως επιτυγχάνεται υπερενυδάτωση αφού αυξάνεται ο TBW και ο όγκος πλάσματος μέχρι και 30%. Σε κλινικές δοκιμές φάνηκε μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα 1 °C και αύξηση της απόδοσης μέχρι και 10% όταν αυξήθηκε ο όγκος νερού 450-500 ml. Επίσης η γλυκερόλη αυξάνει την ωσμωμοριακότητα με αποτέλεσμα να μειώνεται ο όγκος των ούρων. Παρόλα αυτά χάνεται το πλεόνασμα υγρών μέσω της διαδικασίας της διούρησης, γρήγορα. Με την πρόσληψη γλυκερόλης οι ερευνητές παρατήρησαν καλύτερη απόδοση λόγω καλής θερμορύθμισης κατά την άσκηση και καρδιαγγειακή σταθερότητα^(75, 76). Κάποιοι ερευνητές παρατήρησαν ενοχλήσεις μετά από αυτή την τακτική, όπως γαστρεντερικά προβλήματα, πονοκέφαλο και θολή όραση^(77, 78). Τέλος δεν φάνηκε να υποστηρίζεται η χρήση της γλυκερόλης σαν ενεργειακό υπόστρωμα αφού δε μεταβολίζεται γρήγορα και δεν παρέχει σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις της γλυκόζης και του γαλακτικού. Επίσης δεν έδειξε να επηρεάζει η χρήση της στην συγκέντρωση ορμονών για την ρύθμιση της υδάτωσης (αντιδιουρητική ορμόνη και αλδοστερόνη)⁽⁵⁰⁾.

Η γλυκερόλη σε μελέτες φάνηκε να κατακρατά μόρια νερού και να διατηρεί το πλάσμα αίματος σε συνθήκες ήπιας αφυδάτωσης. Επίσης μειώνει την αντίληψη αφυδάτωσης και ο αθλητής εθελοντικά δεν ενυδατώνεται αρκετά, ιδιαίτερα σε έντονη και παρατεταμένη άσκηση με μη διαθέσιμα υγρά σκευάσματα. Δεν επιφέρει κάποιο πρόσθετο όφελος για την καρδιά και την ρύθμιση της θερμοκρασίας σε σχέση με την κατανάλωση σκέτου νερού όπως φάνηκε σε μελέτες. Επιπλέον η υπερενυδάτωση ενέχει τον κίνδυνο εμφάνισης υπονατριάμιας^(4, 50, 64, 66)

1.8.5: Υπονατριάμια

Ως υπονατριάμια ορίζεται η συγκέντρωση νατρίου στον ορό ή στο πλάσμα να βρίσκεται κάτω από 135mmol/L. Μπορεί να συμβεί μετά από μεγάλης διάρκειας άσκηση και κυρίως άσκηση που διαρκεί πάνω από 4 ώρες. Τα άτομα μπορεί να εμφανίσουν οξεία συμπτώματα ή όχι, ανάλογα με τον βαθμό υπονατριάμιας και την ιδιοσυγκρασία του κάθε ατόμου. Ήπια υπονατριάμια, θεωρείται όταν το νάτριο έχει συγκέντρωση 130-134 mmol/L και αποτελεί συνηθέστερα, ασυμπτωματική κατάσταση. Τα συμπτώματα γίνονται ιδιαίτερα έντονα όταν το νάτριο πέσει κάτω από τα 130 mmol/L⁽²⁵⁾.

Η απώλεια νερού μέσω του ιδρώτα, συνοδεύεται με απώλεια νατρίου. Κατά μέσο όρο ο ανθρώπινος ιδρώτας περιέχει 40-50 mmol χλωριούχο νάτριο/ λίτρο (920-1150 mg/L). Για παράδειγμα ένας αθλητής με απώλεια 5L ιδρώτα/ημέρα θα χάσει 4600-5750 mg Na που ισοδυναμούν σε 11-14 γραμμάρια αλάτι. Επιπλέον η υπερενυδάτωση οδηγεί σε υπερβάλλον όγκο νερού και μειωμένο ποσοστό νατρίου, δηλαδή κάτω από 135 meq/L. Συνήθως η αποκατάσταση των ηλεκτρολυτών γίνεται όταν η άσκηση υπερβαίνει τις 3 ώρες όπως σε μαραθώνιο και υπερμαραθώνιο. Επιπλέον οι νεφροί αποβάλουν νερό και ηλεκτρολύτες 600-1200ml/ώρα και οποιαδήποτε νεφρική διαταραχή, μπορεί να προκαλέσει δηλητηρίαση νερού και κατ' επέκταση υπονατριάμια. Οι θερμοεγκλιματιζόμενοι αθλητές ανέπτυξαν προσαρμοστικούς μηχανισμούς έτσι ώστε να μειώνουν την απώλεια αλατιού που έχουν με τον ιδρώτα τους. Η απώλεια NaCl από μόνη της δεν μειώνει την αθλητική απόδοση αλλά επηρεάζει την απώλεια ούρων και τον όγκο πλάσματος και γι αυτό, το νάτριο, αποτελεί ηλεκτρολύτη που πρέπει να περιλαμβάνεται σε όλα τα αθλητικά ποτά^(79, 80).

Η υπονατριάμια μπορεί να προέλθει είτε με χαμηλή ποσότητα πρόσληψης ηλεκτρολυτών και μεγάλη απώλεια ιδρώτα, είτε με χρήση Μη Στεροειδών Αντιφλεγμονωδών Φαρμάκων (ΜΣΑΦ). Πολύ συχνό φαινόμενο ήταν η εμφάνιση υπονατριάμιας, σε αθλητές που αγωνίζονταν σε πολύωρο Ironman και σε πολλούς μαραθώνιους αγώνες, όπως αναφέρεται από το New

England Journal of Medicine τον Απρίλιο του 2005. Γενικότερα παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υπονατρίαμίας είναι οι εξής⁽²⁵⁾:

- ✓ Το μειωμένο Σωματικό Βάρος
- ✓ Το γυναικείο φύλο
- ✓ Η μεγάλη σε διάρκεια άσκηση
- ✓ Ο χαμηλός ρυθμός ολοκλήρωσης ενός μαραθωνίου
- ✓ Η απειρία και η απουσία εγκλιματισμού
- ✓ Οι νεφρικές διαταραχές
- ✓ Η χρήση Μη Στεροειδών Αντιφλεγμονωδών Φαρμάκων
- ✓ Η συνεχής πρόσληψη υγρών
- ✓ Η παρουσία ορμονικών διαταραχών κυρίως της αντιδιουρητικής ορμόνης
- ✓ Το θερμό κλίμα
- ✓ Η παρουσία γονιδίων που προκαλούν μη απορρόφηση νατρίου από τους ιδρωτοποιούς αδένες

Η επαρκής ισορροπία νατρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική για την μετάδοση νευρικών ερεθισμάτων, έτσι ώστε να λειτουργήσουν οι μύες. Επιπλέον αυξάνει την απορρόφηση της γλυκόζης και βελτιώνει το ρυθμό υδάτωσης του ανθρωπίνου σώματος. Αντιθέτως με την κατανάλωση σκέτου νερού αυξάνονται τα επίπεδα ρενίνης και αλδοστερόνης που οδηγούν στην αυξημένη διούρηση^(81, 82). Τα προειδοποιητικά μηνύματα του οργανισμού που φανερώνουν μειωμένη ποσότητα νατρίου στο αίμα είναι η ναυτία, η δυσφορία, οι μυϊκές κράμπες, ο έμετος, η αδυναμία, τα μειωμένα αντανακλαστικά των τενόντων, ο τρόμος, το παραλήρημα, ο πονοκέφαλος, ο αποπροσανατολισμός, η σύγχυση και οι σπασμοί. Αυτά αποτελούν συμπτώματα, σε ποσότητες νατρίου 115-125 mEq/L και μετέπειτα αν δεν υπάρξει κάποια ενίσχυση σε αλάτι τότε ο αθλητής θα πέσει σε κώμα, καταπληξία και πολύ πιθανόν θα πεθάνει. Γι αυτό είναι σημαντικό ο αθλητής μια μέρα πριν και κατά την άσκηση να προσέχει ώστε να μην υπερενυδατώνεται ούτε να καταναλώνει μικρές ποσότητες NaCl στα γεύματα του⁽²⁵⁾.

Τέλος μετά τον αγώνα πρέπει να λαμβάνονται δείγματα αίματος για τυχόν εμφάνιση ασυμπτωματική υπονατρίαμίας. Δεν πρέπει να δίνεται υποτονικός ή ισοτονικός ορός, να δίνεται οξυγόνο και να μεταφέρεται ο ασθενής αμέσως σε δωμάτιο Πρώτων Βοηθειών. Πολύ περιληπτικά, δίνονται 100 mL διαλύματος 3% NaCl κάθε 10 λεπτά, ώστε να εξαφανιστεί το εγκεφαλικό οίδημα. Το νάτριο με αυτή την τακτική αυξάνεται κατά 2-3 mmol/L. Ο ασθενής μεταφέρεται στο νοσοκομείο, και ακολουθούνται από τους γιατρούς οι οδηγίες για την θεραπεία

υπονατριαιμίας. Τα δύο πρωτόκολλα υπερτονικού διαλύματος είναι 1) 100 ml ή 1 ml/kg διάλυμα των 3% NaCl και 2) έγχυση 3% NaCl με ρυθμό 1-2ml/kg/h. Εάν δεν ακολουθήσουν μία από αυτές τις οδούς, χρησιμοποιείτε μανιτόλη σε υπερτονικό διάλυμα. Η έγχυση επαναλαμβάνεται μέχρι να ανακτήσει ο ασθενής της αισθήσεις του και έπειτα με τη βοήθεια νεφρολόγου ή ενδοκρινολόγου γίνεται περαιτέρω συμπτωματική θεραπεία (διουρητικά, περιορισμός υγρών κλπ.). Γίνεται παρακολούθηση των επιπέδων νατρίου κάθε 1 ώρα ώστε να σταθεροποιηθούν οι συγκεντρώσεις, και τα νεφρά να λειτουργήσουν φυσιολογικά⁽²⁵⁾.

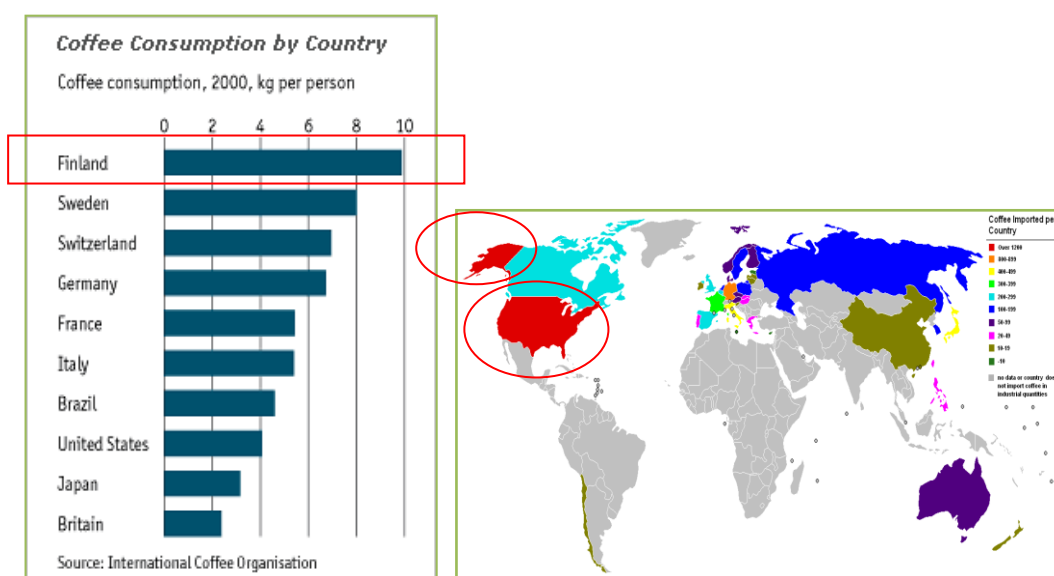
Το νάτριο πρέπει να αντικαθίσταται όταν αποβάλλεται σε μεγάλες ποσότητες και οι συστάσεις είναι 1,5 νάτριο ή 2,3-3,8 γρ. αλάτι/ημέρα. Το UL για το νάτριο που οδηγεί σε στεφανιαία νοσήματα, αυξημένη αρτηριακή πίεση και νεφρική νόσο είναι 2,3 γρ/ημέρα ή 5,8γρ αλάτι/ημέρα. Ο αριθμός αυτός βέβαια είναι ελάχιστα μικρότερος για ηλικιωμένους και Αφροαμερικανούς που παρουσιάζουν ευπάθεια στην υπερπρόσληψη αλατιού. Ωστόσο ο κοινός άνθρωπος καταναλώνει πολύ περισσότερο αλάτι από ότι αναφέρεται στις συστάσεις άρα δεν αναφέρονται πολλοί για τις ανάγκες σε αλάτι, αλλά για το UL και για διατροφές χωρίς αλάτι.^(38, 72, 83)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΦΕΙΝΗ

2.1: ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

Ο καφές θεωρείται μέχρι σήμερα ως το ρόφημα με την μεγαλύτερη κατανάλωση παγκοσμίως. Μπορεί να καταναλωθεί ζεστός ή κρύος, σκέτος ή με ζάχαρη και γάλα και είναι δημοφιλής για το άρωμα, την γεύση και την χρήση του σε κοινωνικές εκδηλώσεις. Πολλοί ανθρωπολόγοι θεωρούν ότι η χρήση του ανάγεται στην παλαιολιθική εποχή, ενώ η επιστημονική κοινότητα αναφέρει την χημική απομόνωση της καφεΐνης, το 1819 από τον Friedrich Ferdinand Runge και την συνθετική παρασκευή της το 1895.⁽⁸⁴⁾

ΣΧΗΜΑ 6: Χώρες που καταναλώνεται και παράγεται ο καφές σε μεγάλη συχνότητα ⁽⁸⁵⁾



Η πρώτη πηγή αναφοράς κατανάλωσης καφέ, ήταν το 2700 π.Χ. όταν ο Κινέζος Αυτοκράτορας ShenNung κατανάλωνε συστηματικά ζεστό τσάι, ενώ το 1000 μ.Χ έγινε συνήθεια στην Ανατολή ο καβουρδισμένος καφές σαν «ρόφημα που προσφέρει ζωντάνια». Το 350 π.Χ στην Κίνα αναφέρθηκε ως «πολύτιμο αγαθό». Ο καφές άρχισε να καταναλώνεται στην Αφρική γύρω στο 575 μ.Χ. και εμπορευόταν μέχρι την Υεμένη το 850 μ.Χ, αφού οι κόκκοι του χρησιμοποιούνταν σαν μέσο ανταλλαγής προϊόντων. Οι Τούρκοι και οι Πέρσες έπειτα μιμούνται την κατανάλωση καφέ και έτσι αρχίζει η εξαγωγή του από την Μέση Ανατολή, στην Ευρώπη και την Ασία. Οι χώρες που συνεχίζουν την κατανάλωση καφέ, είναι η Ολλανδία το 1616μ.Χ. και μέχρι το 1706μ.Χ καταναλώνεται από την Ινδία και χώρες της Ινδονησίας. Οι Ισπανοί την

ίδια περίοδο, εξερευνούσαν την σοκολάτα. Προς το τέλος του 17ου αιώνα άνοιξε το πρώτο καφενείο, το οποίο γρήγορα έγινε πολύ γνωστό στην Ευρώπη και τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Στην Βενετία, Ρώμη και την Νάπολη τον 18^ο αιώνα κτίζονται πολλές καφετέριες. Στην Βενετία πολλές διασημότητες επισκέπτονται την διάσημη καφετέρια Florian αφού αποτελεί και την καφετέρια με την μεγαλύτερη φήμη, καθώς ακολουθεί στην Ρώμη το Café Greco και στο Παρίσι το Procope. Ο μεγαλύτερος λάτρης του καφέ θεωρήθηκε μέχρι σήμερα ο Honore de Balzac με κατανάλωση 50 000 ποτηριών καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του, αφού κατανάλωνε 45 ποτήρια καφέ καθημερινά από τα 18 του χρόνια. Έπειτα ο 'βασιλιάς' του καφέ γίνεται κάποιος που κατάφερε να πει 85 ποτήρια καφέ σε μια μέρα, μια τεράστια ποσότητα που γράφτηκε σε όλες τις εφημερίδες παγκοσμίως. Ταχύτατα η φήμη του καφέ μεταφέρεται στην Αφρική και τέλος στην Ωκεανία.^(86, 87)

Παρόλο που ο καφές ως φυτό εμφανίστηκε για πρώτη φορά στους αγρούς της Αιθιοπίας, το πρώτο φλιτζάνι καφέ επινοήθηκε από τους Άραβες. Όπως αναφέρεται σε πολλές βιβλιογραφικές πηγές, σήμερα το ιδανικότερο χώμα και κλίμα για την καλλιέργεια του καφέ, είναι στη Βραζιλία και από τότε μετατράπηκε η πρώτη σε παραγωγή χώρα του καφέ. Ο καφές αποτελεί την βασικότερη πηγή πλούτου της μέχρι και σήμερα. Η κατανάλωση του φτάνει στα 9 φλιτζάνια ημερησίως στις Σκανδιναβικές χώρες και αξιοσημείωτο είναι ότι συγκεκριμένη ώρα καθιερώθηκε για κατανάλωση τσαγιού στην Βρετανία, η λεγόμενη «tea-time»^(86, 87).

Όσον αφορά την Ελληνική Ιστορία του καφέ τον καιρό την Οθωμανικής Αυτοκρατορίας, η Ελλάδα δοκιμάζει τον καφέ πριν από την υπόλοιπη Ευρώπη. Ιδιαίτερα οι Έλληνες της Κωνσταντινούπολης, της Θεσσαλονίκης και γενικά της Βορείου Ελλάδος γνωρίζουν και συνηθίζουν πρώτοι τον καφέ μαζί με τους Τούρκους. Στην Θεσσαλονίκη του 17^{ου} αιώνα σύμφωνα με τις πηγές, υπάρχουν περισσότερα από 300 καφενεία όπου συχνάζουν Έλληνες και Τούρκοι, ενώ μεγάλο αριθμό καφενείων συναντά κανείς και σε άλλες πόλεις, όπως στην Καβάλα και στην Δράμα. Αν και ο ελληνικός καφές δεν αποτελεί ελληνική επινοήση, κατάφερε μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της κουλτούρας και των συνηθειών του Έλληνα.⁽⁸⁷⁾

Ο καφές έχει εμπνεύσει πληθώρα θρύλων, παραδόσεων και δοξασιών. Για τις διεγερτικές ιδιότητες του παρατηρήθηκαν τυχαία κατσίκες που καθώς βοσκούσαν, έτρωγαν φύλλα καφέ και παρουσίαζαν ζωντάνια. Αφού καταναλώθηκαν οι καρποί του καφέ από τον βοσκό τους, τον λεγόμενο Κάλντι, ο συγκεκριμένος κόκκινος καρπός του προκάλεσε αϋπνίες και υπερδιέγερση. Οι μοναχοί, αφού δοκίμασαν τον καρπό, του απέδωσαν ιερές ιδιότητες, διότι τους βοήθησε να μείνουν άγρυπνοι κατά την ολονύκτια προσευχή τους. Μια δεύτερη εκδοχή σχετικά με την

διεγερτική δράση του καφέ, έπεισε περισσότερο τους καταναλωτές του. Ο Μουσουλμάνος Δερβίσης που είχε καταδικαστεί από τους εχθρούς του να περιπλανιέται στην έρημο, άκουσε μια ανδρική φωνή από τον ουρανό που τον διέταζε να φάει κόκκους καφέ. Στην αρχή προσπάθησε να τους μουλιάσει στο νερό για να μαλακώσουν και μετά ήπια το ζουμί. Απέδωσε την διάσωσή του και την ενέργεια που είχε στον Αλλάχ και έφυγε από την έρημο για να διακηρύξει την πίστη του αλλά και τη μαγική συνταγή σε όλο τον κόσμο. Βέβαια δεν είναι εξακριβωμένο κατά πόσο οι παραπάνω ιστορίες αποτελούν μύθο ή πραγματικότητα ^(87, 88).

Το όνομα του καφέ προέρχεται από την Αραβική λέξη qahwa που είναι παραφθορά τμήματος της αρχικής Αραβικής ονομασίας του καφέ, qahwat al-bknn, κρασί του κόκκου και αναφέρεται στο γεγονός ότι ο καφές χρησιμοποιείται σαν υποκατάστατο του κρασιού, καθώς το Κοράνι απαγορεύει το αλκοόλ, και σημαίνει ‘αυτό που εμποδίζει τον ύπνο’. Όταν ο καφές πρωτοήρθε στην Ευρώπη ήταν γνωστός ως ‘Αραβικό κρασί’. Μια άλλη εκδοχή αποδίδει το όνομα του καφέ στο βασίλειο Καφφά, την περιοχή της Αιθιοπίας όπου άρχισε να χρησιμοποιείται ο καφές ⁽⁸⁷⁾.

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΦΕΙΝΗΣ

Το δέντρο του καφέ άρχισε να καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις σε όλο τον κόσμο. Ο καφές σήμερα βρίσκεται σε πολλά προϊόντα διατροφής όπως τσάι, αναψυκτικά τύπου cola, σοκολατούχα προϊόντα, ενεργειακά ποτά και φάρμακα (αναλγητικά). Επίσης ενεργεί ως φυσικό φυτοφάρμακο, προστατεύοντας τα φυτά από τα έντομα. Πλέον καταναλώνονται περίπου 2 με 3 μερίδες καθημερινά από το 80-90% του ενήλικου πληθυσμού παγκοσμίως. Στις ΗΠΑ η κατανάλωση καφεΐνης ανέρχεται στα 3-7 mg/kg. Το 20-30% καταναλώνουν περισσότερο από 600 mg/d καφεΐνης και το 70% αυτών, προέρχεται από τον καφέ, το 16% από το τσάι και το υπόλοιπο από τα αναψυκτικά. ⁽⁸⁹⁾

Επιπρόσθετα υπολογίστηκε πως 1000 συνταγογραφούμενα φαρμακευτικά προϊόντα και 2000 μη συνταγογραφούμενα, περιέχουν καφεΐνη. Τα άτομα που καπνίζουν συνήθως κατατάσσονται στους βαρείς καταναλωτές καφέ, με ημερήσια κατανάλωση 7mg/kg ⁽⁹⁰⁾. Υπολογίζεται από στατιστικές έρευνες, ότι η διαδικασία ετοιμασίας του ροφήματος επαναλαμβάνεται πάνω από 400 δισεκατομμύρια φορές το χρόνο. ^(91, 92) Σήμερα, ο καφές είναι το δεύτερο σε πωλήσεις προϊόν στον πλανήτη και το μόνο προϊόν που το ξεπερνάει είναι το πετρέλαιο. ⁽⁹³⁾

Από την μελέτη της Αττικής φαίνεται πως η κατανάλωση καφέ στην Ελλάδα είναι πολύ συχνή και τουλάχιστον όλοι καταναλώνουν $\frac{3}{4}$ – 1 φλιτζάνι καφέ ημερησίως. Στην μελέτη MEDIS αυτό επιβεβαιώνεται, και από την βάση δεδομένων της Nestle αναφέρεται πως η κατανάλωση ελληνικού και στιγμιαίου είναι πιο συχνή παρά φίλτρου και espresso. Αποτελεί ψυχοδραστικό φάρμακο με την μεγαλύτερη κατανάλωση παγκοσμίως που φτάνει στα 80% του πληθυσμού.⁽⁹⁵⁾

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Στατιστικά Στοιχεία της Ελλάδας σχετικά με την κατανάλωση και εμπορία του καφέ ⁽⁹⁴⁾

Πληθυσμός	11.16 εκατομμύρια
Έκταση	131 957 km ²
Εισαγωγές πράσινου καφέ (ανά 60kg)	464 782
Εισαγωγές καβουρδισμένου καφέ (ανά 60kg)	210 704
Εισαγωγές υγρού καφέ (ανά 60kg)	370 532
Εξαγωγές πράσινου καφέ (ανά 60kg)	39 507
Εξαγωγές καβουρδισμένου καφέ (ανά 60kg)	8 688
Εξαγωγές υγρού καφέ (ανά 60kg)	23 947
Συνολική Κατανάλωση (ανά 60kg)	973 876
Ανά κεφαλή κατανάλωση (kg)	5.24
Κόστος εισαγωγής όλων των μορφών καφέ (\$/min)	217
Κέρδος εξαγωγής όλων των μορφών καφέ (\$/min)	21

2.2: ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΦΕ

Η καφεΐνη είναι ένα αλκαλοειδές της ξανθίνης που βρίσκεται σε διάφορα φυτά, όπως στους σπόρους του καφέ και στο κακάο, στα φύλλα τσαγιού και προστίθεται σε μη αλκοολούχα ποτά και ποικίλα φάρμακα. Ενεργεί ως φυσικό φυτοφάρμακο, προστατεύοντας τα φυτά από τα έντομα.^(86, 88)

Η μέση περιεκτικότητα σε καφεΐνη του αλεσμένου καβουρδισμένου καφέ είναι περίπου 85 mg ανά 150ml (1 φλιτζάνι), του στιγμιαίου καφέ είναι 60 mg ανά 150ml, του ντεκαφεϊνέ 3 mg ανά 150ml, του τσαγιού από φύλλα ή από φακελάκι είναι 30 mg ανά 150ml, του στιγμιαίου

τσαγιού είναι 20 mg ανά 150ml και του κακάο ή της ζεστής σοκολάτας είναι 4 mg ανά 150ml. Ένα ποτήρι (200 ml) ενός μη αλκοολούχου ποτού που περιέχει καφεΐνη, περιέχει μεταξύ 20 - 60mg καφεΐνης^(86, 96)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Είδη καφέ και περιεκτικότητα σε καφεΐνη⁽⁹⁷⁾

Αφέψημα (225 g)	Καφεΐνη,mg	Αναψυκτικό(330mL)	Καφεΐνη,mg
Καφές φίλτρου	115-175	Red Bull (230 g)	80
Καφές βραστός	80-135	Mountain Dew	55
Καφές espresso (57 g)	100	Dr. Pepper	41
Καφές στιγμιαίος (instant)	65-100	Pepsi-Cola	37,5
Τσάι (ice-tea)	47	Diet Pepsi	36
Τσάι (βραστό)	60	Coca-Cola (classic)	34
Τσάι στιγμιαίο (instant)	30	Vanill Coke	34
Πράσινο τσάι	15	Nestea Sweet Iced Tea	26
Ζεστό κακάο	14	Sprite	0
Καφές Decaf (βραστός)	3-4	7-Up	0

Υπάρχουν δύο ποικιλίες καφέ. Η ποικιλία τύπου Arabica και η ποικιλία Robusta που σημαίνει «εύρωστη». Η ποικιλία Coffea Arabica είναι η πιο αρχαία ποικιλία και προέρχεται από την Αραβική Χερσόνησο, όπως αποκαλύπτει και το όνομά της. Το 70 με 78% πόσιμου καφέ είναι αυτής της ποικιλίας και περιέχει στο σύνολο της μόνο 1% καφεΐνη. Παράγεται σε μεγάλα υψόμετρα γύρω στα 4000-6000 πόδια, και έχει έντονο άρωμα και γεύση. Χρειάζεται έξι με εννέα μήνες να ωριμάσει σε ιδανικές συνθήκες τόσο εδάφους όσο και θερμοκρασίας. Αναφέρεται πως χρειάζεται σκιά και δυνατές βροχές για να ευδοκιμήσει ο καρπός της. Οι σημαντικότερες ποικιλίες του καφέ τύπου Arabica είναι ο Blue Mountain που αναφέρεται ως ο καλύτερος και ακριβότερος καφές παγκοσμίως και καλλιεργείται στις πλαγιές του Blue Mountain στη Τζαμάικα, ο καφές Celebes με νύξεις από μπαχαρικά στη γεύση του, ο Antigua, ποικιλία από τη Γουατεμάλα που δίνει αρωματικούς καφέδες και ο καφές Santos της Βραζιλίας, που χαρακτηρίζεται από το γλυκό, καθαρό και ουδέτερο άρωμά του. Κάποιοι γνώστες του καφέ αναφέρουν την ανάμειξη ποικιλιών του καφέ Arabica σαν χαρμάνι⁽⁸⁸⁾.

Η δεύτερη ποικιλία είναι η τύπου Coffea canephora ή τύπου Robusta. Ποικιλία με διπλάσια ποσότητα καφεΐνης σε σχέση με την ποικιλία Coffea Arabica. Ευδοκίμει σε

χαμηλότερο υψόμετρο, γύρω στα 2500 πόδια και έχει πιο σκληρή και λιγότερο αρωματική γεύση. Παρουσιάζεται στο 22% των ροφημάτων, είναι πιο φτηνή ποικιλία καφέ σε σχέση με την ποικιλία Arabica. Καλλιεργείται κυρίως στη Δυτική Αφρική και τη Νοτιοανατολική Ασία και χρησιμοποιείται συνήθως για να παρασκευαστεί ο γνωστός σε όλους στιγμιαίος καφές. ^(87, 88)

Την πρώτη περίοδο, ο καφές δεν καταναλωνόταν ψημένος, ούτε έφτιαχναν διάφορα ροφήματα με καφεΐνη. Ένα από τα πρώτα ροφήματα του καφέ, ήταν το αφέψημα απ' τα φύλλα και τα κεράσια του. Επίσης ένα άλλο είδος, παρασκευαζόταν με ζύμωση του, και περιείχε αλκοόλ. Περίπου πέντε αιώνες πριν άρχισε για πρώτη φορά να ψήνεται και να καβουρδίζεται. Έπειτα παρασκευαζόταν με τον παραδοσιακό τρόπο δηλαδή τον άλεθαν με πέτρες και βράσιμο.

Τα βασικά κριτήρια του καλού καφέ σχετίζονται με την γεύση δηλαδή την αντίληψη του καφέ στο στόμα. Την οξύτητα και το άρωμα του, δηλαδή την αίσθηση της όσφρησης που συνεργάζεται στενά με την αίσθηση της γεύσης. Η οξύτητα είναι το πιο επιθυμητό χαρακτηριστικό του καφέ διότι είναι το ερέθισμα για την ενεργοποίηση της αίσθησης της γεύσης και συνεπώς και της όσφρησης. Η πυκνότητα, δηλαδή η υφή του καφέ στο στόμα αφορά την βαριά και πηκτή αίσθηση στη γλώσσα⁽⁹⁶⁾. Γενικότερα τα παραπάνω στοιχεία προκαλούν υποκειμενική αρέσκεια στους καταναλωτές, στα διάφορα είδη και ποικιλίες καφέ.

2.3: ΤΙ ΠΕΡΙΕΧΕΙ Ο ΚΑΦΕΣ;

Σε πολλές μελέτες στον ερευνητικό κόσμο, πολλοί μελετητές, βρέθηκαν στο δίλημμα και στον προβληματισμό, πώς να εξετάσουν την περιεκτικότητα σε καφεΐνη διάφορων υγρών και στερεών τροφίμων. Έγιναν βιοχημικές δοκιμασίες, μετρήσεις και αναλύσεις μέχρι να καταλήξουν στο συμπέρασμα πως η περιεκτικότητα σε καφεΐνη μετριέται ανάλογα, με το είδος καφέ που χρησιμοποιείται για να φτιαχτεί το ρόφημα ή το επιδόρπιο, με την ποσότητα που μετριέται σε όγκο και το είδος της προετοιμασίας που υφίσταται ο καφές. Αυτοί οι τρεις δείκτες συνδυαστικά σε ένα ερωτηματολόγιο, είναι αρκετά καλοί για να παρουσιάζουν την ποσότητα καφεΐνης σε ένα τρόφιμο, εάν συγκριθούν με την μέθοδο αναφοράς που είναι η βιοχημική ανάλυση του τροφίμου. ^(87, 98)

Η παρουσία καφεΐνης πρέπει να δηλώνεται σαφώς στα ποτά και τα τρόφιμα, που περιέχουν καφεΐνη περισσότερο από 150 mg/L ποτού, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/67/Ε. Αυτός ο κανόνας ισχύει για μερικά μη αλκοολούχα ποτά και ενεργειακά ποτά που περιέχουν καφεΐνη, αλλά όχι για το τσάι, τον καφέ και τα υποπροϊόντα του, καθώς οι

καταναλωτές υποτίθεται ότι γνωρίζουν ότι πρόκειται για σημαντικές πηγές καφεΐνης καθώς και η περιεκτικότητα σε καφεΐνη θα εξαρτηθεί από τον τρόπο προετοιμασίας τους (μεγαλύτερος χρόνος έγχυσης ή εξαγωγής). Τα κράτη-μέλη έχουν εθνική νομοθεσία για να συμμορφωθούν οι χώρες με αυτήν την οδηγία⁽⁹⁹⁾.

Η περιεκτικότητα του καφέ σε διάφορα συστατικά εξαρτάται από τον τρόπο ψησίματος του, την αγροτική περιοχή που μαζεύτηκαν οι σπόροι του, από την περιεκτικότητα του σε καρπό κερασιού-κόκκο καφέ και από τον τρόπο συγκομιδής του καρπού. Γίνεται αναφορά πως τα υποπροϊόντα του καφέ είναι πάρα πολλά λόγω της βιομηχανικής μετατροπής και μεταποίησης του καρπού. Ο καφές περιέχει πάνω από δυο χιλιάδες συστατικά και πολλά θρεπτικά συστατικά όπως οργανικά οξέα, αλδεΐδες, κετόνες, αμίνες, μερκαπτάνες, καφεΐνη, τριγονελλίνη, φαινολικά, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη και ανόργανα στοιχεία. Περιέχει ακόμη νικοτινικό οξύ (βιταμίνη B3), μεταλλικά άλατα όπως ασβέστιο (0,07-0,035%), φώσφορο (0,13-0,22%), νάτριο, μαγνήσιο (0,16-0,31%), κάλιο (1,68-2%) και σίδηρο. Οι ποσότητες των στοιχείων οργανικών και ανόργανων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Η περιεκτικότητα του κόκκου καφέ σε νερό ποικίλει από 8-12% και όταν καβουρδιστεί περιέχει γύρω στο 2%.

Αναφορικά με την περιεκτικότητα σε λίπη, αυτά που κυριαρχούν σε καφεϊνούχα ποτά, είναι το αραχιδονικό, το βεχενικό, το παλμιτικό (25-35%), το στεατικό ολεικό και το λινολενικό (40-45%). Δηλαδή υπάρχουν τόσο μονοακόρεστα, κορεσμένα και πολυακόρεστα λίπη. Οι στερόλες στον τύπο Arabica καφέ αγγίζουν το 5,4% των λιπιδίων, και είναι οι σιτοστερόλες (53%), σιγμαστερόλες (21%), καμπεστερόλες (11%), κυκλοαρτενόλες (8%). Μια επιπλέον ουσία που έχει απομονωθεί στον καφέ με ισχυρή αντικαρκινική δράση είναι η methylpyridinium. Η ουσία αυτή περιέχεται αποκλειστικά σχεδόν στον καφέ και δημιουργείται όταν καβουρδιστεί ο καφές, από την ουσία τριγονελλίνη που υπάρχει στον ακατέργαστο καφέ. Βρίσκεται στον στιγμιαίο, στον ντεκαφεϊνέ και στον κλασσικό ελληνικό καφέ⁽⁸⁷⁾.

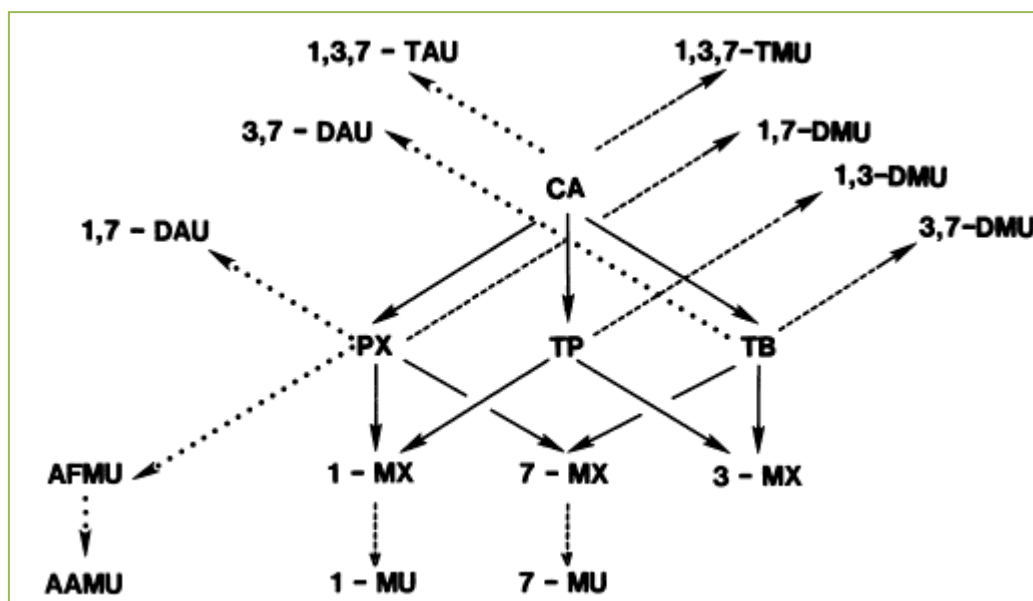
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

Στοιχείο ⁽⁸⁷⁾	Robusta		Arabica		Instant
	<u>Ακαβούρδιστος</u>	<u>Καβουρδισμένος</u>	<u>Ακαβούρδιστος</u>	<u>Καβουρδισμένος</u>	
Μέταλλα	3-4,2	3,5-4,5	4-4,5	4,6-5	9-10
Καφεΐνη	0,9-1,2	Appr. 1	1,6-2,4	2	4.5-5.1
Τριγωνελλίνη	1-1,2	0,5-1	0,6-0,75	0,3-0,6	-
Λιπίδια	12-18	14,5-20	9-13	11-16	1.5-1.6
Ολικό	5,5-8	1,2-2,3	7-10	3,9-4,6	5.2-7.4
Χλωρογενικό οξύ					
Αλιφατικό οξύ	1,5-2	1-1,5	1,5-2	1-1,5	-
Ολιγοσακχαρίδια	6-8	0,3,5	5-7	0-3,5	0.7-5.2
Ολικοί πολυσακχαρίτες					
Αμινοξέα	2	0	2	0	0
Πρωτεΐνες	11-13	13-15	11-13	13-15	16-21
Humic οξύ	-	16-17	-	16-17	15

Ο καφές ντεκαφεϊνέ απευθύνεται κυρίως στους καταναλωτές που επιθυμούν να απολαύσουν τη γεύση και το άρωμα του καφέ, αποφεύγοντας την ήπια διεγερτική δράση της καφεΐνης, όπως για παράδειγμα σε άτομα που εμφανίζουν οξεία ευαισθησία στην καφεΐνη. Σύμφωνα με τον κανονισμό που ισχύει στις αγορές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ‘ντεκαφεϊνέ’ χαρακτηρίζεται ο καφές του οποίου το περιεχόμενο σε καφεΐνη αγγίζει το 0,1% ή λιγότερο στους καβουρδισμένους κόκκους καφέ και το 0,3% ή λιγότερο στον διαλυτό/στιγμιαίο καφέ⁽⁹⁶⁾. Αυτό επιτυγχάνεται με την μέθοδο της απόκαφεϊνοποίησης. Η αποκαφεϊνοποίηση είναι μια μέθοδος κατά την οποία αφαιρείται το μεγαλύτερο μέρος της καφεΐνης από τον καφέ. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται στους πράσινους κόκκους μέσω τεσσάρων διαφορετικών μεθόδων, ανάλογα με την ουσία που χρησιμοποιείται: νερό, οξικός αιθυλεστέρας, υγρό διοξείδιο του άνθρακα ή διχλωρομεθάνιο⁽⁹⁶⁾.

2.4: ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

ΣΧΗΜΑ 7: Μεταβολισμός της καφεΐνης στον οργανισμό. CA: καφεΐνη, PX: παραξανθίνη, TB: θεοβρωμίνη, TP: θεοφυλλίνη, MX: μεθυλοξανθίνη, MU: μεθυλουρικό (methylurate), TMU: τριμεθυλουρικό, DMU: διμεθυλουρικό 1,3,7-TAU: 6 αμινο-5-[N-φόρμυλ-μεθυλάμινο]-1,3-διμεθυλουρικό, η, 7-DAU: 6-άμινο-5-[φορμυλ-μέθυλάμινο]-n-μεθυλουρικό, AFMU: 6-φόρμυλάμινο-5-ακετυλάμινο-3-μέθυλουρικό, AAMU: 6-άμινο-5-ακετυλάμινο-3-μεθυλουρικό (100)



2.4.1: Γενικά

Όσο αφορά την βιοχημική φύση του καφέ, είναι αλκαλοειδής πουρίνη και δρα σαν ανταγωνιστής των α-υποδοχέων της σεροτονίνης. Η νευρορρυθμιστική της δράση έχει σαν κύρια αποτελέσματα την αύξηση της πίεσης του αίματος, του βασικού μεταβολικού ρυθμού καθώς και διέγερση του αισθήματος της διούρησης. Απορροφάται από το στομάχι και το λεπτό έντερο και μεταφέρεται σε όλους τους ιστούς συμπεριλαμβανομένου και του εγκεφάλου. Αφού καταναλωθεί και μεταβολιστεί σε διάφορα όργανα, δεν παραμένει ούτε αποθηκεύεται στον οργανισμό αλλά αποβάλλεται μετά από μερικές ώρες. Παρακάτω θα αναφερθούν περισσότερες λεπτομέρειες.

2.4.2: Απορρόφηση

Η καφεΐνη σαν βιολογικός ενεργός παράγοντας αναφέρεται με τον αγγλικό όρο «nutraceutical agent» λόγω των φαρμακευτικών της ιδιοτήτων. Η απορρόφηση της καφεΐνης γίνεται μέσα σε 30-60 λεπτά μετά την κατανάλωση της και έχει ημίση ζωή περίπου 5 ώρες. Ο ρυθμός απορρόφησης της αυξάνεται με την αύξηση της δόσης της σε ζώα και ανθρώπους και φαίνεται να επηρεάζεται από τον χορηγούμενο όγκο και τις βιοχημικές ιδιότητες της καταναλωμένης φόρμουλας. Επιπλέον το pH, ο όγκος και η σύσταση των προϊόντων που καταναλώνονται μαζί με την καφεΐνη επηρεάζουν τον ρυθμό απορρόφησης της. Για παράδειγμα η καφεΐνη απορροφάται πιο γρήγορα από το έντερο σαν κάψουλα παρά σαν καφές, ποτά τύπου cola ή σοκολάτα και περισσότερο σαν καφές και τσάι παρά σαν ποτά τύπου cola. Αυτές οι διαφορές, παρόλα αυτά δεν είναι πάντα σταθερές. Τέλος η γρηγορότερη απορρόφηση συνεπάγεται, πιο γρήγορη έναρξη αποτελεσμάτων αλλά όχι και πιο έντονων⁽⁹⁵⁾.

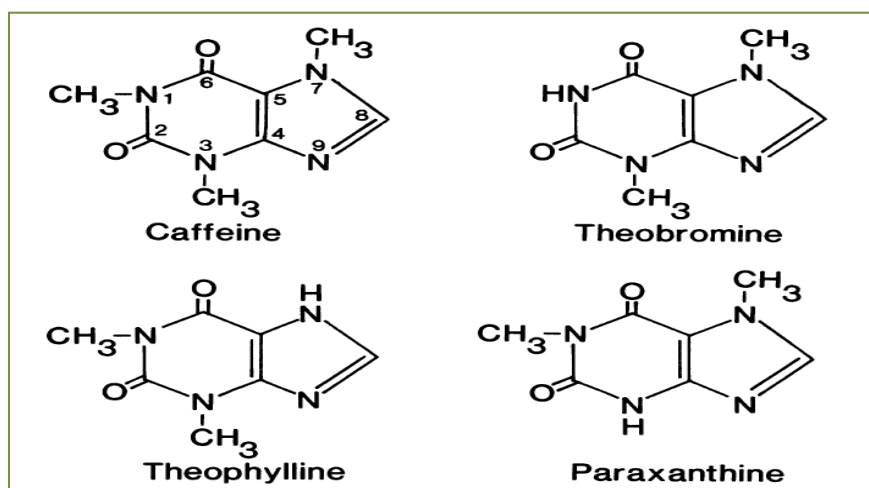
2.4.3: Κατανομή

Η συγκέντρωση της καφεΐνης στο αίμα παραμένει μετά από κατανάλωση 1mg/kg (1 ποτήρι καφέ) περίπου στα 5-10μmol/L και αυτή η ποσότητα αυξάνεται γραμμικά μέχρι η συγκέντρωση της να φτάσει στα 50μmol/L. Η μέγιστη συγκέντρωση της παρουσιάζεται 15-120 λεπτά μετά την κατανάλωση της per os, ενώ παρουσιάζεται πιο γρήγορα, όταν καταναλώνεται μικρή ποσότητα. Η συγκεντρώσεις της στο αίμα είναι δόσοεξαρτώμενες και παρουσιάζουν πρότυπο μεταβολισμού rise-then-fall⁽⁹⁵⁾. Είναι υδρόφοβη ένωση και περνά πολύ γρήγορα από τις βιολογικές μεμβράνες όπως είναι ο αιματεγκεφαλικός φραγμός, το φράγμα του πλακούντα κ.ο.κ. Διανέμεται στα υγρά του σώματος και εξισορροπείται ανάμεσα στο αίμα και στους ιστούς όπως τους όρχεις και τον εγκέφαλο. Παρουσιάζει πλατό όγκου στα 500 και 800 ml/kg⁽⁹⁵⁾. Η κατανάλωση καφεΐνης από μητέρα-θηλάζοντα έχει σαν αποτέλεσμα τον 'εμπλουτισμό' του μητρικού γάλακτος σε αυτό το συστατικό.⁽¹⁰¹⁾ Οι συγκεντρώσεις της, στο εξωκυττάριο υγρό του υποδόριου λιπώδους ιστού, είναι παρόμοιες με αυτές του πλάσματος, πιθανότατα λόγω του ότι μπορεί να διαπερνά επιθηλιακές μεμβράνες. Τέλος παρουσιάζει ποικιλομορφία με τον τρόπο που κατανέμεται σε όλα τα όργανα όπως νεφρά, καρδιά, ήπαρ, όρχεις και μυς, καθώς και σε ενδοκυττάρια υγρά⁽⁹⁵⁾.

2.4.6: Πρωτογενής μεταβολισμός καφεΐνης

Η καφεΐνη, ή αλλιώς 1,3,7 τριμεθυλοξανθίνη, έχει μοριακό βάρος 194 και μοιάζει πολύ με ξενοβιοτικό. Είναι αλκαλοειδής, λιπόφιλη ένωση και μεταβολικά προϊόντα της είναι τα τρία γνωστά αλκαλοειδή, η θεοβρωμίνη, η παραξανθίνη και η θεοφυλλίνη. Ο πρωτογενής μεταβολισμός της, υφίσταται κατά 95% στο συκώτι μέσω της δράσης του κυτοχρώματος P450 (Σχ.8).⁽¹⁰⁰⁾ Έπειτα μεθυλιώνεται από το ένζυμο S-αδενοσυλο-L-μεθειονίνη (SAM), ακολουθώντας το μονοπάτι ξανθοσίνη, 7-μέθυλοξανθοσίνη και 7 μέθυλοξανθίνη. Η ξανθοσίνη προέρχεται από de novo σύνθεση πουρινών, το μονοπάτι αποδόμησης AMP και GMP καθώς και από τον κύκλο SAM. Η μεθυλοξανθίνη οξειδώνεται σε μεθυλουρικό οξύ από την οξειδάση της ξανθίνης. Η παραξανθίνη μπορεί να υδροξυλιωθεί και να σχηματίσει διμεθυλουρικό οξύ ή να ακετυλιωθεί από το ένζυμο N-ακετυλοτρανσφεράση και μετά να διφορμυλιωθεί για να σχηματιστεί το ακετυλ-άμινο-μεθυλουρακικό. Μεταβολικά προϊόντα της καφεΐνης (Σχ.3) είναι η θεοβρωμίνη και η θεοφυλλίνη. Έχουν ημίση ζωή 7,2 και 6,2 ώρες αντίστοιχα. Δημιουργούνται μετά από καταρράκτη αντιδράσεων με κύρια ένζυμα τα CYP_{1A2} (P450_{1A2}), CYP_{2A6} και N-ακετυλοτρανσφεράση₂ (NAT₂). Οι θέσεις των διμεθυλίσεων είναι αυτές που διαφοροποιούν τον μεταβολίτη που θα παραχθεί. Όταν η διμεθυλίωση γίνει στο σημείο N3 τότε δημιουργείται η παραξανθίνη, όταν γίνει στο σημείο N1 γίνεται η θεοβρωμίνη και στο N7 σημείο γίνεται η θεοφυλλίνη σε ποσοστά 80%, 11% και 5% αντίστοιχα.^(95, 101, 102)

ΣΧΗΜΑ 8: Βιοχημικές δομές της καφεΐνης και των κυριότερων μεταβολικών της στοιχείων.



Επομένως μετά από κατανάλωση του καφέ η κύρια μεταβολική ουσία που εμφανίζεται στο πλάσμα και στα ούρα είναι η παραξανθίνη, ακολουθεί η διμεθυλοξανθίνη, η θεοβρωμίνη και

τέλος η θεοφυλλίνη. Η παραξανθίνη παραμένει σε αρκετά σταθερές και ψηλές συγκεντρώσεις κατά την διάρκεια της ημέρας μετά την κατανάλωση καφεΐνης όπως φάνηκε με την μέτρηση εμβαδού AUC σε πολλές ερευνητικές μελέτες, και από το 1986 προσπαθούσαν οι επιστήμονες να ανακαλύψουν την σημασία της. ^(90, 98, 100)

Η παραξανθίνη και η καφεΐνη έχουν μικρότερο χρόνο ημίσειας ζωής (3,1 και 4,1 ώρες) αντίστοιχα και πιο συγκεκριμένα η παραξανθίνη παρουσιάζει χρόνο ημίσειας ζωής μεγαλύτερο έως και 3 φορές σε σχέση με τα μεταβολικά υποπροϊόντα θεοβρωμίνη και θεοφυλλίνη. Επίσης η παραξανθίνη παρουσιάζεται αέρινη στα ούρα έως και 60%, ενώ το 40% της ποσότητας της μεταβολίζεται, και οι δακτύλιοι της μεταβάλλονται μέχρι να αποβληθούν στα ούρα. Το μέγιστο σημείο συγκέντρωσης της στο πλάσμα παρουσιάζεται κατά τις απογευματινές ώρες 5-9 μ.μ ενώ η πρωινή ποσότητα της στα ούρα μπορεί πιθανόν να αντικατοπτρίζει την λειτουργία του ήπατος. Οι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι μεταβολίτες της καφεΐνης μεταφέρονται σε 2 διαφορετικά ισοένζυμα του κυτοχρώματος P450. ^(90, 103) Η θεοβρωμίνη παρουσιάζεται κυρίως όταν καταναλωθούν προϊόντα κακάου και λιγότερο με το τσάι και τον καφέ, ενώ η θεοφυλλίνη μετά την πρόσληψη βρογχοδιασταλτικών φαρμάκων. ^(90, 98)

Η καφεΐνη εκδηλώνει την δράση της αυξάνοντας τον κυκλικό παράγοντα c-AMP, αναστέλλοντας την δράση του ενζύμου φωσφοδιεστεράσης. ⁽¹⁰¹⁾ Αποτελεί παράγοντα ανταγωνιστή του υποδοχέα αδενোসίνης. Η αδενοσίνη είναι υπεύθυνη για την ομοιόσταση του εγκεφάλου, του μυελού, του ήπατος, της καρδιάς και άλλων οργάνων. Οι τέσσερις υποδοχείς αδενোসίνης είναι οι εξής: A1(A1P)-εκφράζεται στον λιπώδη ιστό, A2α(A2αR)-εκφράζεται στα λευκοκύτταρα και αιμοπετάλια και παίζει σημαντικό ρόλο στο ανοσιακό σύστημα, A2β(A2βR)-εκφράζεται στο έντερο και στην ουροδόχο κύστη, A3(A3R)-εκφράζεται στο ήπαρ, εγκέφαλο και περιφερικούς ιστούς, που βρίσκονται στον εξωκυττάριο χώρο του σώματος και συνδέονται με G-πρωτεΐνες, με το ασβέστιο και το κάλιο (σύνδεση με A1 υποδοχέα) ή με την φωσφολιπάση C (σύνδεση με A1, A2β και A3 υποδοχέα). Οι A1R και A2αR εκφράζονται στον εγκέφαλο και είναι υπεύθυνοι για την διάθεση του ανθρώπου. Είναι υποδοχείς υψηλής συγγένειας σε αντίθεση με τους άλλους δύο. Ο A1 υποδοχέας με την σύνδεση του αγωνιστή του, προάγει την λειτουργία της λιπόλυσης και την εμφάνιση βραδυκαρδίας. Οι A1 και A3 αναστέλλουν την δράση της αδενυλικής κυκλάσης. Γενικότερα τα μόρια αδενোসίνης αυξάνονται σε συνθήκες οξειδωτικού στρες, ισχαιμίας και υποξίας, συνδέονται στους υποδοχείς τους και προσφέρουν προστασία στον οργανισμό. ^(87,101,104,105)

Ο A1 και A2A υποδοχέας έχουν τεράστια ομοιότητα σύνδεσης τόσο με την αδενοσίνη (ενισχυτής), όσο και με την καφεΐνη (αναστολέας). Η αδενοσίνη δρα μέσω της σύνδεσής της με

τον A1 υποδοχέα, αναστέλλοντας την απελευθέρωση γλουταμίνης που δρα σαν παράγοντας τόσο διαφοροποίησης των νευρών, όσο και παράγοντας νευροπροστασίας. Όσο αφορά τις άλλες επιδράσεις της αδενοσίνης, όπως η διαστολή αιμοφόρων αγγείων κυρίως στεφανιαίων και εγκεφαλικών, η αναστολή συσσώρευσης αιμοπεταλίων, η νευρωνική πυροδότηση και η ορμονοενισχυτική λιπόλυση, επηρεάζονται με την πρόσληψη καφεΐνης.

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που εστίασαν οι επιστήμονες στην επίδραση της καφεΐνης στην υγεία, ήταν επειδή επηρεάζει σε ένα ευρύ φάσμα το ΚΝΣ του ανθρώπου. Συνδέεται στον χολινεργικό υποδοχέα, στον υποδοχέα GABA και σε υποδοχείς σεροτονίνης. Σαν αποτέλεσμα μειώνει το αίσθημα της κόπωσης και αυξάνει τον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων, μειώνοντας την χρήση των υδατανθράκων. Σε μελέτη του Mark και των συνεργατών του αυτό γίνεται εμφανές αφού μειώνεται το Αναπνευστικό Πηλίκο μετά την κατανάλωση καφέ. ^(101, 104, 105)

2.4.7: Αποβολή

Σε πολλές βιβλιογραφικές αναφορές φαίνεται πως ο μεταβολισμός της καφεΐνης επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες όπως είναι το φύλο, η ηλικία και στις γυναίκες από την αναπαραγωγική φάση στην οποία βρίσκονται. Οι γυναίκες μεταβολίζουν πιο αποτελεσματικά την καφεΐνη από ότι οι άντρες αλλά αυτό εξαρτάται και από την ενδομεταβλητότητα του κάθε ατόμου. Όσο αφορά την διατροφική κατάσταση στην οποία βρίσκεται το άτομο, φαίνεται να επηρεάζει την κάθαρση καφεΐνης, αφού παρατηρήθηκε πως 4 μέρες ημισιτίας τόσο από φαγητό όσο και από υγρά, μειώνουν την λειτουργικότητα του ενζύμου P450 άρα και τον μεταβολισμό της καφεΐνης. Τα άτομα που καταναλώνουν μέγα δόσεις καφεΐνης φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερο όγκο κατανομής της καφεΐνης σε νέους ιστούς και παρόμοιο ρυθμό αποβολής της. ⁽¹⁰⁶⁾

Στα νεογέννητα η ημίσεια ζωή της καφεΐνης είναι 4 μέρες, σε παιδιά 6-13 χρονών είναι 2,3 ώρες και σε ενήλικες 2 μέχρι και 6 ώρες. Με βιοχημική ανάλυση βρέθηκε πως σε εγκυμονούσες ο χρόνος ημίσειας ζωής της καφεΐνης είναι 10 ώρες έως και 2 μέρες ^(101, 102) Ο βαθμός κατανομής της καφεΐνης μειώνεται με την ηλικία τόσο σε άντρες, όσο και σε γυναίκες. Η αποβολή της καφεΐνης από τον οργανισμό φτάνει στο 100% σε ηλικία 1-18 μηνών λόγω ανεπαρκούς ανάπτυξης του ηπατικού μικροσωμικού συστήματος. Η μέγιστη συγκέντρωση καφεΐνης στα ούρα εμφανίζεται σε 1-3 ώρες και η αποβολή 10 mg/kg από το πλάσμα γίνεται σε διάστημα 2,5-

10 ώρες^(90, 107). 0,5-3 % ποσότητα καφεΐνης παρουσιάζεται αμετάβλητη στα ούρα. Σε γενικές γραμμές ο φυσιολογικός μεταβολισμός της καφεΐνης θεωρείται 1-3 mg/kg/λεπτό^(101, 108)

Η άσκηση φαίνεται να ευνοεί την γρήγορη απορρόφηση της καφεΐνης, τον μειωμένο όγκο κατανομή της και την γρηγορότερη αποβολή της. Αυτό εξηγήθηκε από την αυξημένη μεταφορά αίματος στους μυϊκούς ιστούς. Επιπλέον η άσκηση αυξάνει τον μεταβολισμό της καφεΐνης πράγμα παράξενο αφού κατά την άσκηση μειώνεται η αιματική μεταφορά στο ήπαρ, άρα και η λειτουργία του κυτοχρώματος P450. Η εξήγηση που δόθηκε ήταν σχετικά με την μεταφορά και καθίζηση της αντιπυρήνης στο ήπαρ, έχοντας σαν αποτέλεσμα την υπερλειτουργία του κυτοχρώματος.⁽¹⁰⁶⁾

2.5: ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

2.5.1: Εισαγωγή

Πολλές βιβλιογραφικές πηγές αναφέρουν πως η καφεΐνη αποτελεί επιβλαβή παράγοντα για την υγεία π.χ. στην ανάπτυξη καρδιαγγειακών προβλημάτων, τερατογονικών επιδράσεων και στην ανάπτυξη καρκινογόνων εστιών. Η Αμερικανική Ψυχιατρική Οργάνωση την κατηγοριοποίησε ως συστατικό με επιβαρυντική ψυχολογική επίδραση. Επιπλέον αναφέρει την θετική συσχέτιση της με υποκλινικούς στρεσογόνους παράγοντες τόσο σωματικούς όσο και ψυχολογικούς.

Η Αμερικάνικη Οργάνωση Food and Drug αναφέρει πως η προσθήκη καφεΐνης σε διάφορα υγρά-ποτά πρέπει να είναι κάτω από το 0,02%⁽¹⁰⁹⁾ Παρόλα αυτά η ποσότητα εισαγωγής καφεΐνης που επιτρέπεται σύμφωνα με τον νόμο είναι τα 72 mg/335ml σε αναψυκτικά. Στον Καναδά ο περιορισμός σε ποτά τύπου cola είναι 71 mg/356ml και στην Αυστραλία 145 mg/kg ή περίπου 51 mg/356ml. Στην Νέα Ζηλανδία το όριο προσθήκης καφεΐνης φτάνει στα 200 mg/kg ή 71 mg/356ml, δηλαδή όπως στον Καναδά⁽¹¹⁰⁾.

Οι επιδράσεις της καφεΐνης μπορούν να αποβούν οξείες ή χρόνιες. Τόσο οι προοπτικές όσο και οι αναδρομικές μελέτες προσπαθούν να εξακριβώσουν αυτές τις επιδράσεις, αλλά υπάρχουν πολλά εμπόδια που μειώνουν την αξιοπιστία τους όπως το είδος ερωτηματολογίων που χρησιμοποιείται, το σφάλμα ανάκλησης, η υπέρ και υπό καταγραφή από τους εθελοντές, οι υποκειμενικές, αντί βιοαναλυτικές, μέθοδοι με σάλιο και πλάσμα που χρησιμοποιούνται για την ποσοτικοποίηση πρόσληψης καφεΐνης και η διαφορετικότητα του κάθε ατόμου και οργανισμού

σε κληρονομικό ιστορικό ασθενειών. Επιπλέον σημαντικοί συγγυτικοί παράγοντες για τις μελέτες είναι οι το κάπνισμα και προβλήματα άγχους ή και κατάθλιψης αφού τα άτομα που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες καφέ είτε καπνίζουν είτε παρουσιάζουν κάποια ψυχολογικά προβλήματα που ίσως να τους ωθούν στην υπερκατανάλωση καφέ. Έτσι τα συμπεράσματα αποδυναμώνονται.⁽¹¹¹⁾

Σε γενικές γραμμές η δράση της καφεΐνης σε διάφορα οργανικά συστήματα οφείλεται στους μηχανισμούς δράσεις της. Αρχικά αυξάνει την απελευθέρωση ασβεστίου από το σαρκοπλασματικό δίκτυο, άρα αυξάνει την μυϊκή συστολή (~100μmol/L). Επιπλέον αναστέλλει, σαν ξανθίνη, το ένζυμο φωσφοδιεστεράση, και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την συσσώρευση ενδοκυττάρια των παραγόντων cAMP και cGMP. Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει την διαδικασία λιπόλυσης στον λιπώδη ιστό. Επιπλέον βρέθηκε πως παίζει κύριο ρόλο σε διάφορες ορμονικές δραστηριότητες. Τέλος, άλλες πρόσθετες λειτουργίες της καφεΐνης, όπως παρατηρήθηκαν σε μελέτες, είναι η αναστολή της φωσφορυλάσης γλυκογόνου σε συνεργασία με την γλυκόζη, η αναστολή φωσφοινοσιτιδικής κινάσης (αρα επηρεάζει την συγκέντρωση ινσουλίνης), η ενίσχυση της δραστηριότητας ATPάσης Na^+/K^+ και ο ανταγωνισμός της, σε υποδοχείς αδενοσίνης⁽⁹⁵⁾.

Η καφεΐνη αποτελεί αίτιο πολλών καταστάσεων, αναστέλλοντας τον υποδοχέα αδενοσίνης. Σε πολλές μελέτες φάνηκε πως αυξάνονται τα επίπεδα αδρεναλίνης και νοραδρεναλίνης στο αίμα, μετά την κατανάλωση 3-9 mg/kg καφεΐνης. Επιπλέον παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη, είναι αρχικά το προπονητικό επίπεδο του ατόμου, αφού η άσκηση αυξάνει τα επίπεδα κατεχολαμινών και έπειτα ο χρόνος πρόσληψης της καφεΐνης αφού μετά από 7 μέρες κατανάλωσης, παρουσιάζεται ανοχή. Επιπλέον η πρόσληψη καφεΐνης περίπου στα 250mg αυξάνει την συγκέντρωση ελεύθερων λιπαρών οξέων στο αίμα, μετά από 1,5-3h και πιθανόν αυξάνει και τις συγκεντρώσεις γλυκερόλης σε κατάσταση ηρεμίας, ενώ όταν γίνεται άσκηση, τα αποτελέσματα επισκιάζονται επειδή η άσκηση προάγει τη λιπόλυση. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα ενώ αυξάνονται στην κυκλοφορία, δεν φαίνεται να κατευθύνονται προς τον μυϊκό ιστό για να χρησιμοποιηθούν. Οι περισσότερες μελέτες μετρώντας το αναπνευστικό πηλίκο δεν παρατήρησαν κάτι τέτοιο⁽⁹⁵⁾.

2.5.2: Μηχανισμός δράσης της καφεΐνης και Μεταβολισμός της

-Καφεΐνη και Αναπνευστικό

Αρκετά βιβλιογραφικά δεδομένα από το Πανεπιστήμιο του Seville στην Ισπανία και του Πανεπιστημίου του Picardie Julew Verne στην Γαλλία αναφέρουν την επίδραση της καφεΐνης

και των ξανθίνων, σε υποδοχείς αδενosίνης. Η καφεΐνη (10-15 $\mu\text{g/ml}$ ορού για 8 εβδομάδες) επιδρά στην αναπνευστική λειτουργία μέσω δράσης της στους A1 αδρενεργικούς υποδοχείς. Σε βρέφη αποτελεί παράγοντα θεραπευτικό για την άπνοια ύπνου. Προκαλεί αίσθηση ζωτικότητας, ανακουφίζει από το άσθμα αφού προκαλεί βρογχοδιαστολή. ^(101, 112)

-Καφεΐνη και Τερατογόνο Σύνδρομο

Η ανάλυση επικινδυνότητας της καφεΐνης για την μήτρα και την εγκυμοσύνη παρουσιάζεται σε πολλές επιδημιολογικές μελέτες. Έχει διερευνηθεί εάν η καφεΐνη συμβάλλει στην εμφάνιση συγγενής δυσπλασίας, στην αποβολή, στην καθυστερημένη ανάπτυξη και στο μειωμένο σωματικό βάρος γέννησης του εμβρύου. Έξι από τις δεκαεπτά πρόσφατες επιδημιολογικές προοπτικές μελέτες αναφέρουν πως η αποβολή του εμβρύου δεν σχετίζεται με την πρόσληψη καφεΐνης, ενώ επτά μελέτες βρήκαν θετική συσχέτιση της πρόσληψης καφεΐνης με το χαμηλό βάρος γέννησης (SGA). Το κατώφλι των 30 mg/kg/day NOEL(NO Effect Level) πρόσληψης καφεΐνης, μπορεί να τερματίσει ένα τοκετό ή και να προκαλέσει αλλοιώσεις στις νευρικές συνάψεις (FDA και ICH), το 80-120 mg/kg/day μπορεί να επιφέρει προβλήματα στην εγκυμοσύνη και το 80-100 mg/kg/day να φέρει τερατογόνα αποτελέσματα. Τέλος μέχρι το 2009 σε ποντίκια βρέθηκε πως η κατανάλωση από την μάνα των 250 mg/kg καφεΐνης μπορεί να επιφέρει τερατογόνα αποτελέσματα στο έμβρυο. Το τεστ FETAX (Frog Embryo Teratogenesis Assays-Xenopus) τοποθετεί την καφεΐνη και τους μεταβολίτες της ως τερατογόνους παράγοντες λόγω χρωμοσομικών αλλοιώσεων που δημιουργούν, λόγω διαταραχών στο μεταβολισμό, υπερτοξικότητα και μεταβολή δράσης υποδοχέων αδενosίνης/ μεταβολιτών και ενζυμικών συμπλόκων. ⁽¹⁰¹⁾

-Καφεΐνη και Καρδιά

Σε γενικές γραμμές η επίδραση της καφεΐνης στην εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων, παρουσιάζεται μόνο αφού καταναλωθούν τεράστιες ποσότητες καφέ, γύρω στα 10 mg/kg/day . Ένα φλιτζάνι καφέ περιέχει 80mg επομένως είναι δύσκολο να καταναλωθούν 10 φλιτζάνια σε μια μέρα από ένα άτομο 80 κιλών.

Σε μελέτη που διεξήχθη στην Αττική τα άτομα που κατανάλωναν >200ml καφεΐνης/μέρα αύξησαν κατά 50% την IL6, 30% το CRP παράγοντα, 12% το SAA παράγοντα, 28% τη συγκέντρωση παράγοντα TNF- α και 3% τα λευκοκύτταρα σε σχέση με τα άτομα που κατανάλωναν μικρότερη ποσότητα καφέ. Στις γυναίκες παρατηρήθηκε παρόμοια και ελαφρώς μεγαλύτερη αύξηση (αύξηση 54% της IL-6, 38% του CRP παράγοντα, 28% του SAA, 28% της συγκέντρωσης TNF- α και 4% των λευκοκυττάρων) ⁽¹¹³⁾. Μια εξίσου σημαντική μελέτη έδειξε

πως η χρόνια κατανάλωση καφεΐνης προκαλεί δυσκαμψία της αορτής. Μετρήθηκαν οι δείκτες PWV, AIx, AP σε χρόνιους καταναλωτές >450ml/ημέρα καφεΐνης και βρέθηκαν αυξημένες οι τιμές (13%, διπλάσιες αντίστοιχα) συγκριτικά με άτομα που δεν καταναλώνουν καφεΐνη⁽¹¹⁴⁾.

Στην μελέτη «Iowa Women's Health Study» που διεξήχθη αποκλειστικά σε γυναικείο πληθυσμό παρουσιάζεται σχέση J της κατανάλωσης καφεΐνης με την εμφάνιση αθηρωμάτωσης. Με 1-3 φλιτζάνια καφέ/ημέρα μειώνεται ο κίνδυνος μέχρι και 20%, με 4-5 φλιτζάνια/ημέρα ο κίνδυνος μειώνεται κατά 13% και πάνω από 6 φλιτζάνια/ημέρα ο κίνδυνος αυξάνεται κατά 10%. Λόγω των αντιοξειδωτικών συστατικών που περιέχει ο καφές, ο κίνδυνος φλεγμονής παρουσιάζεται μόνο σε τεράστιες ποσότητες πρόσληψης καφεΐνης⁽¹¹⁵⁾.

Η καφεΐνη μεταβάλλει την αρτηριακή και την καρωτιδική ροή και προκαλεί σχετική ακαμψία, προκαλώντας αύξηση της πίεσης αίματος. Η αναστολή του υποδοχέα αδενোসίνης και η έκκριση κατεχολαμινών έχει σαν αποτέλεσμα την αγγειοσυστολή και την αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Επίσης μέσω έκκρισης ρενίνης, προκαλούνται αιμοδυναμικές μεταβολές, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται περαιτέρω η φυσιολογική καρδιαγγειακή λειτουργία.⁽¹⁰¹⁾

Όσο αφορά την οξεία επίδραση της καφεΐνης στην καρδιά κατά την δυναμική άσκηση, μελετήθηκαν άτομα πριν και μετά την άσκηση σε ποδήλατο και σε κατάσταση ηρεμίας, αφού κατανάλωσαν 6mg/kg καφεΐνη ή φρουκτόζη με 250ml νερό. Η κατανάλωση καφεΐνης στα ασφαλή όρια στο αίμα, 4,7–11,5 μg/ml, σε κατάσταση ηρεμίας, αύξησαν την Συστολική Αρτηριακή Πίεση, την Μέση Αρτηριακή Πίεση, την Συστηματική Αγγειακή Αντίσταση, τον Καρδιακό Ρυθμό (ταχυκαρδία), την δράση του Συμπαθητικού Συστήματος (τρέμουλο) και τα επίπεδα Ρενίνης (μπλοκάρει ο A1 υποδοχέας αδενোসίνης), όπως φάνηκε σε αρκετές παρεμβατικές πειραματικές μελέτες. Κατά την διάρκεια της άσκησης τα επίπεδα αδενোসίνης στους μυς αυξάνονται, ώστε να προκληθεί αγγειοδιαστολή και να δοθεί περισσότερο οξυγόνο στους μυς. Με το μπλοκάρισμα του υποδοχέα της οι αρτηρίες παραμένουν σε συστολή, επομένως αυξάνεται η αρτηριακή πίεση. Τέλος η υπερπρόσληψη καφεΐνης, διεγείρει την απελευθέρωση κορτιζόλης. Έτσι προκαλείται αύξηση στην πίεση αίματος ^(14/10) και στον καρδιακό ρυθμό. Η αδενοσίνη ρυθμίζει την έκκριση επινεφρίνης, αγωνιστή των α' και β' αδρενεργικών υποδοχέων και υπεύθυνο για την αντίσταση των αγγείων, την δράση των καρωτιδικών και αορτικών χημειοαισθητήρων, και αισθητήρων στο ήπαρ, στη καρδιά και στους σκελετικούς μυς, υπεύθυνους για την ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης.⁽¹¹⁶⁾

Κάτι που προβληματίζει βέβαια είναι πιο μέρος της ζυγαριάς υπερισχύει. Τα αντιοξειδωτικά οφέλη του καφέ για την καρδιά ή όλα τα παραπάνω. Ο ερευνητικός κόσμος χρειάζεται περισσότερες μελέτες, για να γίνει το συμπέρασμα πιο ξεκάθαρο⁽¹¹⁷⁾.

-Καφεΐνη και Parkinson

Η κατανάλωση καφεΐνης μειώνει την πιθανότητα να εμφανίσει κάποιος ν.Parkinson και συγκεκριμένα την υπο-πενταπλασιάζει. Μειώνει τον κίνδυνο να έχει ντοπαμινεργικές αλλοιώσεις μελλοντικά εφόσον κατανάλωνε καφέ καθημερινά σε νεότερη ηλικία, όπως φάνηκε από αναδρομικές μελέτες. Οι αναδρομικές μελέτες όμως δεν ξεκαθαρίζουν πιο είναι το αίτιο και πιο το αποτέλεσμα. Έτσι δεν είναι ξεκάθαρο αν η ν.Parkinson δεν ευνοεί την κατανάλωση καφέ από τον ασθενή ή αν η κατανάλωση καφέ μειώνει την πιθανότητα να αναπτύξει κάποιος ν.Parkinson⁽¹¹⁸⁾ Προσπαθώντας να βρεθεί ποιο είναι το αίτιο και ποιο το αποτέλεσμα παρουσιάζεται το βιολογικό υπόβαθρο των καταστάσεων.

Στον εγκέφαλο η καφεΐνη ανταγωνίζεται την αδενοσίνη στους υποδοχείς A1 και A2a. Αφού μπλοκάρεται στο μελανο-ραβδωτό στρώμα, ο υποδοχέας A2a που αποτελεί τον κύριο στόχο των ντοπαμινεργικών νευρώνων, δεν επιτρέπεται να παρουσιαστεί η νόσος. Επιπλέον μειώνονται οι ισχαιμικές βλάβες των νευρών. Πιο συγκεκριμένα μια ένωση η 1-μέθυλο-4-φαίνυλο-1,2,3,6-τετραυδροπυριδίνη ή αλλιώς MPTP με την είσοδο της στο ραβδωτό σώμα, οξειδώνεται σε MPTP⁺ μέσω ενός ενζύμου MAO πριν την δημιουργία MPP⁺. Το ένζυμο MAO αναστέλλεται από την καφεΐνη με αποτέλεσμα την συσσώρευση MPTP⁺ που μειώνονται με την υπερ-απελευθέρωση γλουταμίνης (πιθανός και τοξικότητα). Όλες αυτές οι συνθήκες, μαζί με τις νευροτροφικές δράσεις της καφεΐνης και την ενίσχυση απελευθέρωσης GABA, προστατεύουν από την εκδήλωση ντοπαμινεργικών αλλοιώσεων.

Επομένως μήπως η καφεΐνη σαν ανταγωνιστής αδενοσίνης να αποτελεί “anti-Parkinson treatment”

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Φυσιολογικές ή Ψυχολογικές Λειτουργίες	Επίδραση
Κεντρικό Νευρικό Σύστημα	+ αφύπνιση + διάθεση - πόνος
Μεταβολισμός	+ συγκέντρωση οξυγόνου ή NC + λιπόλυση
Ενδοκρινικό	+ εξοικονόμηση γλυκογόνου + κατεχολαμίνες ή NC + β-ενδορφίνη
Σκελετικοί μυς	+ κορτιζόλη + διάρκεια και αντοχή + δύναμη ή NC
Καρδιαγγειακό σύστημα	+ ταχύτητα ή NC + καρδιακός ρυθμός + όγκος παλμού + αρτηριακή πίεση ή NC
Αναπνευστική οδός	+ ποσοστό αερισμού
Νεφροί	+ οξεία παραγωγή ούρων + οξεία απώλεια ηλεκτρολυτών στα ούρα NC
Ρύθμιση θερμοκρασίας	24h ισοζύγιο νερού NC 24h ισοζύγιο ηλεκτρολυτών NC Ρυθμός εφίδρωσης NC Ροή αίματος στο δέρμα NC
	Θερμοκρασία στο ορθό NC

2.6: Η ΚΑΦΕΙΝΗ ΣΑΝ ΕΡΓΟΓΟΝΟ ΒΟΗΘΗΜΑ

Από τους αρχαίους καιρούς, μέχρι και σήμερα, οι αθλητές προσπαθούσαν να ξεπεράσουν τον ίδιο τους τον εαυτό χρησιμοποιώντας εργογόνα βοηθήματα. Οι αρχαίοι Έλληνες έτρωγαν μανιτάρια και κατανάλωναν πλούσιες πρωτεϊνικές τροφές πιστεύοντας πως έτσι θα ανέβαζαν τις επιδόσεις τους. Σήμερα το θέμα αυτό πήρε τεράστιες διαστάσεις και πολλοί αθλητές παρανόησαν την έννοια των εργογόνων βοηθημάτων.

Η σύνθετη λέξη «εργογόνο» προέρχεται από το έργο + γένος που σημαίνει η δουλειά που είναι παραγωγική ή δίνει ζωή. Πολλοί μεταβολίτες και φάρμακα, ισχυρίζονται πως αυξάνουν την δύναμη, την ταχύτητα και την αντοχή. Παρόλα αυτά τα περισσότερα συστατικά βασίζονται σε ανέκδοτες εργασίες και ατομικές δοκιμές. Επιπλέον οι περισσότερες ουσίες απαγορεύονται ή δημιουργούν προβλήματα υγείας. Επειδή υπάρχει περιορισμένος αριθμός εργογόνων σκευασμάτων, δεν είναι καθόλου παράξενο που η καφεΐνη χρησιμοποιείται πολύ συχνά από αθλητές.⁽⁹⁵⁾

Οι κυριότερες πηγές καφεΐνης είναι ο καφές, το τσάι, το κακάο και πολλά προϊόντα τύπου cola. Τα ενεργειακά ποτά αποτελούν μια καινούρια κατηγορία πηγής καφεΐνης, ιδιαίτερα εύχρηστη από τα άτομα στο χώρο του αθλητισμού. Οι αθλητές καταναλώνουν καφεΐνη ώστε να αυξήσουν τις αθλητικές τους επιδόσεις. Επιπλέον είναι ιδιαίτερα δημοφιλής, λόγω του ότι είναι πολύ φθηνό συστατικό, είναι νόμιμο, κοινωνικά αποδεκτό και έχει ελάχιστες οξείες επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου. Μοναδική αναφορά για κατάχρηση καφεΐνης μέσω σκευασμάτων, αναφέρεται από την US Olympic Cycling Team του 1984, αλλά τέτοια περιστατικά σπανίζουν⁽⁹⁵⁾.

Η καφεΐνη διασπάται από το οξειδωτικό κυτόχρωμα P-450 σε μεταβολίτες της ξανθίνης και μόνο το 1-3% αποβάλλεται από τα ούρα σαν ελεύθερη καφεΐνη. Αυτό το ποσοστό χρησιμοποιούταν για τον έλεγχο της καφεΐνης σε doping-test. Από την Διεθνή Ολυμπιακή Επιτροπή αναφέρθηκε πως με την εύρεση πάνω από 12 μg/ml καφεΐνης στα ούρα ο αθλητής θεωρείται θετικός στο «doping-test», ποσότητα που δεν είναι φανερή στα ούρα όταν καταναλώνεται 5-9 mg καφεΐνη/ kg Σ.Β. μία ώρα πριν τον αγώνα. Το 2004 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Αντι-doping (WADA: World Anti-Doping) απέρριψε τον κανόνα, επειδή τα 13 mg καφεΐνης/ kg Σ.Β. ήταν κατάλληλα ώστε να παρουσιαστεί τέτοια συγκέντρωση στα ούρα⁽¹¹⁹⁾. Η μεγάλη ποσότητα καφεΐνης δεν επιφέρει όφελος στην αθλητική απόδοση αλλά αντίθετα μπορεί

να προκαλέσει διάφορα προβλήματα τόσο σωματικά, όσο και ψυχολογικά, όπως άγχος, υπερδιέγερση και γαστρική δυσφορία.

Λόγω του ότι η καφεΐνη αναφέρεται σαν ασφαλές, επιστημονικά και ηθικά αποδεκτό εργογόνο βοήθημα, πολλοί αθλητές και μη, τη χρησιμοποιούν σποραδικά έτσι ώστε να βελτιώσουν την αθλητική τους απόδοση. Πολλοί αθλητές καταναλώνουν καφεΐνη, ανάλογα με το πως επιδρά στον δικό τους οργανισμό, αφού αναγνωρίσουν το ποσό που χρειάζονται, μετά από δοκιμές που έκαναν πριν από ένα σημαντικό αγώνα. Μελέτες αναφέρουν πως σε αθλήματα αντοχής όπως ποδηλασία, κωπηλασία, κολύμβηση αυξάνεται ο χρόνος εξάντλησης με την κατανάλωση καφεΐνης. Επομένως στα κριτήρια της WADA αναφέρεται η κατανάλωση καφεΐνης πριν από ένα σημαντικό αγώνα να ανέρχεται στα 2-4 mg/kg και 0,75-2 mg/kg κατά την διάρκεια της άσκησης για ενίσχυση της αθλητικής επίδοσης, όσο αφορά την αντοχή και την δύναμη. Σε αθλήματα που διαρκούν λιγότερο από 30 λεπτά, δηλαδή διαλλειματικά ή sprint (<90s), η καφεΐνη βελτιώνει την αθλητική απόδοση λόγω αύξησης της διαίσθησης, της συγκέντρωσης, των αντανεκλαστικών, της μνήμης, της ακρίβειας, της διαύγειας και της εγρήγορσης, δεξιότητες και χαρακτηριστικά των αθλητών. ^(89, 104, 120, 134)

Η μεγαλύτερη ποσότητα καφεΐνης (όριο 9mg/kg) σύμφωνα με μελέτες δεν επιφέρει κάποιο περαιτέρω όφελος. Αντίθετα μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερικές ενοχλήσεις. Όσο αφορά τον χρόνο πριν τον αγώνα που πρέπει να καταναλωθεί αυτός υπολογίζεται περίπου στα 30 λεπτά μέχρι και 1 ώρα. Με το πέρασμα 5 ωρών η καφεΐνη φαίνεται να υπάρχει σε αρκετά υψηλή ποσότητα στο αίμα και επιφέρει κάποιο όφελος. Ανεξαρτήτως της συχνότητας πρόσληψης καφεΐνης, αυτή πάντοτε επιφέρει θετικά αποτελέσματα στην αθλητική απόδοση. Επιπλέον επιταχύνει την διαδικασία της γλυκογονοσύνθεσης μετά τον αγώνα. Ανάλογα με την μορφή που καταναλώνεται η καφεΐνη, παρουσιάζει διαφορετικά αποτελέσματα στην ενίσχυση της απόδοσης. Η πρόσληψη θεοφυλλίνης ενισχύει περισσότερο την λιπολυτική δραστηριότητα, ενώ η κατανάλωση άνυδρης καφεΐνης, παρουσιάζει εκθετική αύξηση των αποτελεσμάτων, όπως φάνηκε σε όλες τις μελέτες που διεξήχθησαν έως σήμερα. ^(95, 104, 134)

Κατά την διάρκεια της άσκησης και μετά η καφεΐνη φαίνεται να επηρεάζει τους καρδιαγγειακούς δείκτες όπως τον καρδιακό ρυθμό και την διάμετρο των αγγείων. Αυτό οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση επινεφρίνης και νορεπινεφρίνης, αφού η κατανάλωση του καφέ διεγείρει το συμπαθητικό σύστημα, μειώνει την συγκέντρωση του μορίου c-AMP, αυξάνει την συγκέντρωση ασβεστίου σε μυϊκά και νευρικά κύτταρα, μεταβάλλει την συγκέντρωση ιόντων ενδομυϊκά και αλλάζει την ενζυμική δραστηριότητα των αντλιών νατρίου-καλίου (αύξηση αντλιών)⁽⁸⁹⁾.

Επιπλέον αυξάνεται η αθλητική απόδοση και η αντοχή αφού μειώνονται οι συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος, μειώνεται η οξειδωση του γλυκογόνου, ευνοείται η οξειδωση του λίπους και μεταβάλλονται σήματα στο ΚΝΣ που ελέγχουν το αίσθημα της κόπωσης. Αφού γίνει αναστολή του υποδοχέα αδενosίνης, αυξάνεται η κινητικότητα των ατόμων, η διέγερση, η επαγρύπνηση λόγω έκκρισης νευρομεταφορέων όπως ντοπαμίνης, ακετυλοχολίνης, νορεπινεφρίνης και γλουταμινικού. Επομένως η καφεΐνη δρα εκτός από περιφερικά και κεντρικά. Τέλος ευνοείται η διάθεση των αθλητών αφού ενισχύεται η έκκριση σεροτονίνης, αυξάνει την εγρήγορση, τη συγκέντρωση, τη μνήμη, την πνευματική και τη σωματική απόδοση.^(121, 122)

2.7 ΚΑΦΕΙΝΗ ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ

Οι συστάσεις πρόσληψης υγρών επικεντρώνονται πολλές φορές στα είδη πόσιμων ποτών και ροφημάτων που καταναλώνονται. Παρά την τεράστια βιβλιογραφία σχετικά με την πρόσληψη νερού, οι συστάσεις αποτελούν κοινό μυστικό. Η καφεΐνη απασχόλησε τον επιστημονικό κόσμο περισσότερο από ότι άλλα κοινώς καταναλισκόμενα υγρά. Μελέτες γύρω από το θέμα χρονολογούνται από το 1924 και έλαβαν μέρος τόσο σε ανθρώπους όσο και σε ζώα. Πολλές αναφορές γίνονται για την διουρητική ή όχι δράση της.

Τα γνωστά ποτά με διουρητική δράση, βάση βιβλιογραφικών πηγών μέχρι σήμερα, είναι τα αλκοολούχα ποτά και οι μεθυλοξανθίνες. Στις Αγγλικές αποστολές των Ολυμπιάδων δόθηκε οδηγία να αποφεύγεται η κατανάλωση ποτών που περιέχουν καφεΐνη, επειδή διεγείρει το φαινόμενο της διούρησης. Η επιστημονική αυτή άποψη δεν βασίστηκε μέχρι το 2003 σε σαφή επιστημονικά στοιχεία και τεκμήρια. Οι περισσότερες κλινικές δοκιμές αναφέρονται στην κατανάλωση καφεϊνούχων ποτών και όχι τροφίμων. Οι πιο παλιές μελέτες που αναφέρονται στην διουρητική δράση της καφεΐνης είναι των Robertson et al.(1978), Passmore et al. (1987), των Neuhauser Berthold et al. (1997) και των St Petersburg et al. του 1860s. Ακολούθησε η μελέτη του Koschlakoff (1864) και μετά των Eddy & Downs (1928).⁽¹²³⁾

Τελικά πιο είναι το όριο πρόσληψης της καφεΐνης ώστε να ενυδατώνεται ο οργανισμός και να μην αυξάνετε ο όγκος των ούρων; Πρέπει να αποφεύγεται η πρόσληψη καφεΐνης αφού μπορεί να προκαλέσει προβλήματα αφυδάτωσης; Πολλές κλινικές δοκιμές έγιναν αφού κατανάλωσαν οι εθελοντές καφεΐνη 0,3,6,9,13 mg/kg Σ.Β. και παρατηρήθηκε κατά πόσο αυξάνεται ή όχι ο όγκος των ούρων.

Παράδειγμα μελέτης για την συσχέτιση της καφεΐνης με το προφίλ υδάτωσης είναι των Ann et al σε εργαστήριο στην Minnesota. Η κλινική δοκιμή περιλάμβανε 19 υγιείς άντρες ηλικίας 24-39. Χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες και κατανάλωσαν καφεΐνη, decaf ή νερό. Σαν φυσιολογική παραγωγή ούρων θεωρήθηκε το 600-1600 ml/d για τις γυναίκες και 800-1800 ml/d για τους άντρες. Οι εθελοντές είχαν μέσο όρο ούρων 1400-1600 ml/d. Το ποτό με 89% νερό και καφεΐνη λιγότερο από 6mg/kg δεν άλλαξε τους δείκτες υδάτωσης των εθελοντών. Επιπλέον σε διαφορετική μελέτη των Stookey και των συνεργατών του, που συμπεριλήφθηκαν περισσότεροι υπολογισμοί βιοδιαθεσιμότητας πρόσληψης νερού μέσα από την διατροφή, φάνηκε πως ποσότητα καφέ περισσότερο από ένα φλιτζάνι μπορεί να μειώσει τον βαθμό υδάτωσης του ατόμου κατά 8%⁽²²⁾.

Το σημαντικότερο κομμάτι σε αυτές τις μελέτες είναι η αναθεώρηση παραγόντων που μειώνουν την ισχύ των αποτελεσμάτων, γνωστοί και ως συγχυτικοί παράγοντες. Συγχυτικοί παράγοντες στις παραπάνω μελέτες είναι η διαφορετικότητα των ποτών και τροφίμων που καταναλώνονται κατά την διεξαγωγή του πρωτοκόλλου. Η κατανάλωση προϊόντων τύπου cola, καφεϊνούχων ροφημάτων ή αθλητικών ποτών σαφώς διαφοροποιεί σημαντικά τα αποτελέσματα και την γενίκευση των συμπερασμάτων. Η ποικιλία στις μέρες αποχής από την κατανάλωση καφεΐνης πριν την κλινική δοκιμή, η χρήση για ομάδα ελέγχου decaf-ποτών ή νερού, η συμμετοχή στην μελέτη αντρών ή/και γυναικών διαφορετικών ηλικιών, το διαφορετικό αρχικό προφίλ υδάτωσης, η συνήθεια ή όχι κατανάλωση καφεΐνης, η διάρκεια της μελέτης (3-24ώρες) και η ανεπάρκεια στοιχείων για το σωματικό βάρος είναι προβλήματα μεθοδολογικά που δυσκολεύουν τον ερευνητή να αθροίσει τα αποτελέσματα σε ένα γενικό προφίλ. Τέλος η αξιολόγηση ως προς την ποιότητα των αποτελεσμάτων και μετρήσεων, η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων, η ηλικία, το φύλο των εθελοντών, ο τρόπος διαχείρισης των ευρημάτων, αποτελούν καταστάσεις που επηρεάζουν σημαντικά την ισχύ των μελετών. Λαμβάνοντας υπόψη όλους αυτούς τους παράγοντες που μειώνουν την βαρύτητα των αποτελεσμάτων, παρακάτω αναγράφονται περιληπτικά συγκεκριμένες μελέτες που ανέδειξαν ή όχι την διουρητική δράση της καφεΐνης.^(1, 124-127)

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Διουρητική ή όχι δράση της καφεΐνης, αναθεώρηση της βιβλιογραφίας	
Eddy & Downs (1928)	Αυξημένη διουρητική δράση με 1.12 mg/kg καφεΐνη για συνήθεις καταναλωτές καφεΐνης και 0.48 mg/kg για μη καταναλωτές καφεΐνης
Neuhauser-Berthold et al. (1997)	Αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 642 mg καφεΐνη σε 24ώρες
Robertson et al. (1978)	Αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 250 mg καφεΐνη μετά από 3 ώρες
Nussberger et al. (1990)	Αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 250 mg καφεΐνη μετά από 3 ώρες
Wemple et al. (1996)	Αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 490–680 mg καφεΐνη μετά από 1-4 ώρες
Dorfman & Jarvik (1970)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 300 mg καφεΐνη
Passmore et al. (1987)	Αυξημένη διουρητική δράση με 240mg καφεΐνη για συνήθεις καταναλωτές καφεΐνης μετά από 3 ώρες
Grandjean et al. (2000)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 114-253 mg καφεΐνη μετά από 24 ώρες
Falk et al. (1990)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 553 mg καφεΐνη
Armstrong et al (2005)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 452 mg καφεΐνη
Dias et al (2005)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 452 mg καφεΐνη
Passmore et al (1987)	Αυξημένη διουρητική δράση με 360mg καφεΐνη
Robertson et al (1978)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 300 mg καφεΐνη
Bergman et al (1990)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 274 mg καφεΐνη
Armstrong et al (2005)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 226 mg καφεΐνη
Grandjean et al (2000)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 114 mg καφεΐνη
Passmore et al (1987)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 90 mg καφεΐνη
Passmore et al (1987)	Καμία αύξηση διουρητικής δράσης με κατανάλωση 45 mg καφεΐνη

Σαν μέσος όρος η κατανάλωση τροφίμων ή ποτών με καφεΐνη σε ποσότητες 250-300 mg και λιγότερο, δεν προκαλεί αύξηση της διούρησης. Η δόση αυτή αντιστοιχεί σε 60mg/kg σε άτομο 50 kg και 38 mg/kg σε άτομο 80 kg. Η βιβλιογραφία μέχρι στιγμής δεν αναφέρεται για γραμμική συσχέτιση διούρησης και κατανάλωσης καφεΐνης, αλλά αναφέρεται σε όριο πρόσληψης όπου υπάρχει ελάχιστος ή μηδενικός όγκος διούρησης. Η πρόσληψη καφεΐνης ποικίλει ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής του ροφήματος, τον χρόνο ψησίματος του, την περιεκτικότητα σε νερό που περιέχει, τον όγκο του και την ατομικότητα που παρουσιάζει στον μεταβολισμό της το κάθε άτομο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε τι ποτό θα καταναλωθεί από τους εθελοντές σε κάθε κλινική δοκιμή και ο τρόπος παρασκευής του. Επιπρόσθετα εάν είναι συνήθης καταναλωτής ο εθελοντής τότε τα αποτελέσματα αποδυναμώνονται λόγω ανοχής του οργανισμού στον μεταβολισμό της καφεΐνης.

Από τους τρεις μεταβολίτες της καφεΐνης, η θεοφυλλίνη έχει την πιο έντονη διουρητική δράση. Βιολογικά η καφεΐνη αφού αποτελεί αναστολέα του υποδοχέα της αδενοσίνης κυρίως του A1 και A2α σχετίζεται με την απέκκριση ούρων μέσω του νεφρικού σωλήνα. Επιπλέον διεγείρει την έκκριση ρενίνης - αγγειοτενσίνης και αλδοστερόνης καθώς και την αιματική ροή στους νεφρούς. Σε αναθεώρηση του Armstrong και των συνεργατών του αναφέρονται τρεις μηχανισμοί που δικαιολογούν την καφεΐνη ως διουρητικό συστατικό. Πρώτο, η καφεΐνη αναστέλλει την επαναπορρόφηση νατρίου, δεύτερον αυξάνει το ρυθμό σπειραματικής διήθησης και τρίτον αυξάνει την κάθαρση νατρίου και νερού. Σε γενικές γραμμές, κάτω από 226 mg η κατανάλωση καφεΐνης δεν φαίνεται να προκαλεί διουρητική δράση, ενώ αντίθετα η κατανάλωση 240-642 mg αυξάνει τον όγκο των ούρων.⁽¹²⁸⁾

Η καφεΐνη αναστέλλει την επαναπορρόφηση του νατρίου από τα νεφρικά σωληνάκια. Ο Δυτικός τρόπος διατροφής παρόλα αυτά δεν ενέχει ανησυχίες στο να μειωθεί η συγκέντρωση νατρίου στο αίμα. Με τη συν-κατανάλωση νερού και υδατανθράκων, η απώλεια ηλεκτρολυτών τείνει να φθίνει. Παρόλα αυτά η ημερήσια συγκέντρωση νατρίου στο αίμα παραμένει σταθερή λόγω αντισταθμιστικών μηχανισμών που ενεργοποιούνται στο σώμα.^(1, 89, 120, 128)

Επειδή η καφεΐνη θεωρείτο σαν συστατικό με διουρητική δράση, φυσιολόγοι και διαιτολόγοι απαγόρευαν αθλητικά ποτά με καφεΐνη ώστε να μην διαταράσσουν το επίπεδο υδάτωσης του αθλητή. Δεδομένου πως η άσκηση προκαλεί μεγάλες απώλειες τόσο υγρών όσο και ηλεκτρολυτών, τα καφεϊνούχα παρασκευάσματα θα δυσχέραιναν περαιτέρω το επίπεδο υδάτωσης των αθλητών άρα και την απόδοσή τους. Παρόλα αυτά τα επιστημονικά δεδομένα για την συγκεκριμένη άποψη η βιβλιογραφία ήταν ελλιπής. Αντίθετα άλλοι φυσιολόγοι και διαιτολόγοι υποστήριζαν την δράση της καφεΐνης σαν συστατικό υδάτωσης. Τα πιο πρόσφατα

δεδομένα αναφέρουν πως με κατανάλωση μικρής δόσης καφεΐνης 114-249 mg προκαλεί αλλαγές στον όγκο ούρων από -8%-+14%. Με κατανάλωση καφεΐνης 250 mg ο όγκος ούρων μεταβάλλεται από 4-35% ανάλογα με τον τρόπο υλοποίησης του πρωτοκόλλου. Σε κατάσταση ηρεμίας η κατανάλωση καφεΐνης στα ≤ 150 mg προκαλεί κατακράτηση υγρών από 0-21%, ενώ όταν η ποσότητα αυξηθεί στα 250-300mg η κατακράτηση υγρών μειώνεται στο 0-10%. Τα άτομα όντας αφυδατωμένοι παρουσίασαν κατά 55-64% μεγαλύτερη κατακράτηση υγρών. Σε άσκηση που διήρκεσε περισσότερο από 4ώρες το ποσοστό κατακράτησης αυξήθηκε στα 70%⁽¹²⁸⁾.

Τέλος σε αθλήματα αντοχής, οι αθλητές πολύ συχνά αφυδατώνονται και έχουν μεγάλη απώλεια ηλεκτρολυτών. Πολλοί ερευνητές ανέφεραν πως η κατάσταση αυτή επιδεινώνετε όταν καταναλώνονται αθλητικά ποτά που περιέχουν καφεΐνη. Αρχικά από μελέτες φάνηκε πως η κατανάλωση καφεΐνης αυξάνει το μεταβολισμό ηρεμίας επομένως αυξάνει την παραγωγή θερμότητας σώματος άρα και τις πιθανότητες να εμφανίσει κάποιος υπερθερμία.⁽¹²⁸⁾ Επιπλέον η θεοφυλλίνη ενισχύει την εκκριτική δράση των ιδρωτοποιών αδένων επομένως αυξάνει τον ρυθμό εφίδρωσης και παράλληλα τον βαθμό αφυδάτωσης. Παρόλα αυτά ελάχιστες μελέτες δεν κατάφεραν να δείξουν αύξηση του βαθμού εφίδρωσης και θερμοκρασίας σώματος όταν έκαναν για 1 ώρα άσκηση έντασης 70% και κατανάλωσαν 360-551 mg καφεΐνη. Τα αποτελέσματα αντικρούονται σε αυτό το τομέα και καταλήγουν στο ότι υπάρχει όριο πρόσληψης κάτω από το οποίο η καφεΐνη δεν προάγει την διούρηση. Επομένως η κατανάλωση καφεΐνης σε μέτρια ποσότητα (~300 mg) δεν προκαλεί αύξηση της διούρησης στον άνθρωπο και συστήνεται η κατανάλωση της πριν από ένα αθλητικό αγώνα ή προπόνηση σε ποσότητα 3 mg/kg Σ.Β.^(1, 89, 128)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ

3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

Η παρούσα ερευνητική εργασία διεξήχθη στο Εργαστήριο Κλινικής Διαιτολογίας και Διατροφής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών, από τις αρχές τους 2010 μέχρι τον Νοέμβριο του 2011. Στόχο είχε τη συλλογή ούρων από τους εθελοντές, ώστε να βρεθεί η κατάσταση υδάτωσης τους μετά την κατανάλωση καφεΐνης ή νερού (placebo). Σε γενικές γραμμές, ο κάθε εθελοντής πέρασε από 3 δοκιμές με διαφορετική σε κάθε δοκιμή κατανάλωση καφεΐνης (0, 3, 6mg καφεΐνης). Η κάθε δοκιμασία διαρκούσε 3,5 ώρες και η μελέτη ήταν διπλά τυφλή και τυχαιοποιημένη.

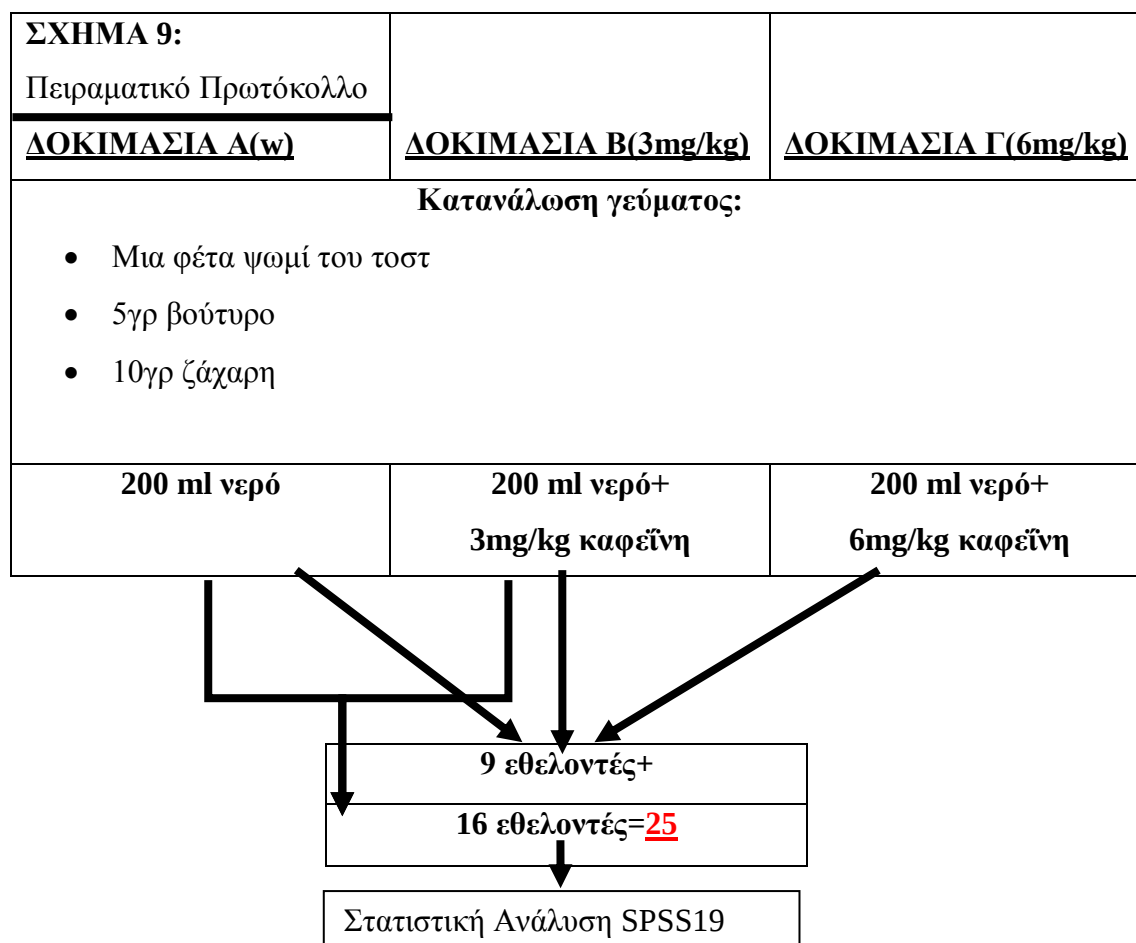
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

Στην παρούσα μελέτη προσπαθήσαμε το δείγμα να είναι τυχαιοποιημένο και αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού. Αποτελείτο από 9 άτομα που ολοκλήρωσαν και τις τρεις δοκιμασίες, ηλικίας 19 έως 39. 16 άτομα ολοκλήρωσαν μόνο τις δοκιμασίες κατανάλωσης καφεΐνης 0 και 3 mg/kg Σ.Β. Περισσότερα περιγραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού-στόχου παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες. Τα άτομα αυτά έπρεπε να τηρούν τα παρακάτω κριτήρια:

- ✓ Να μην είναι καπνιστές
- ✓ Να μην πάσχουν από Μεταβολικό Σύνδρομο
- ✓ Να μην έχουν νεφρικές ασθένειες
- ✓ Να μην πάσχουν από ασθένειες στο ουροποιητικό τους σύστημα
- ✓ Να μην παίρνουν φάρμακα και κυρίως διουρητικά
- ✓ Να μην κάνουν οποιαδήποτε θεραπεία που επηρεάζει τον μεταβολισμό της καφεΐνης
- ✓ Να μην ασχολούνται πολύ με τον αθλητισμό. Δηλαδή να μην κάνουν άσκηση περισσότερο από 3 φορές την εβδομάδα
- ✓ Να μην πίνουν καφέ συστηματικά, δηλαδή πάνω από 1-2 ποτήρια την ημέρα
- ✓ Να μην καταναλώνουν τρόφιμα που περιέχουν καφεΐνη συστηματικά

3.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ:

Η κάθε πειραματική διαδικασία διαρκούσε 3,5 ώρες (από τις 9 το πρωί μέχρι τις 12,5 το μεσημέρι). Οι 3 συνεδρίες, στις οποίες συμμετείχε ο κάθε εθελοντής, απείχαν μεταξύ τους 5 μέρες τουλάχιστον. Η διεξαγωγή του πρωτοκόλλου γινόταν στο εργαστήριο Κλινικής Διαιτολογίας και Διατροφής όπου ο εθελοντής ερχόταν μετά από 12ωρη νηστεία και απείχε από αλκοόλ και καφέ για 24 ώρες. Ο κάθε εθελοντής είχε ελεύθερη πρόσβαση σε νερό.



Με την είσοδο των εθελοντών στην αίθουσα, διαιτολόγος έκανε ανάκληση 24ώρου της προηγούμενης μέρας και συμβούλευε τον εθελοντή να καταναλώσει παρόμοια τρόφιμα τις δύο επόμενες φορές πριν έρθει να ολοκληρώσει τις επόμενες συνεδρίες.

Μετά γινόταν η καταγραφή βάρους και ύψους του εθελοντή και του δινόταν να καταναλώσει συγκεκριμένο γεύμα (μια φέτα του τοστ, 5 γρ βούτυρο, 10γρ ζάχαρη, 200 ml ρόφημα) μέσα σε χρονικό διάστημα 5 λεπτών. Μετά την κατανάλωση του μικρού γεύματος

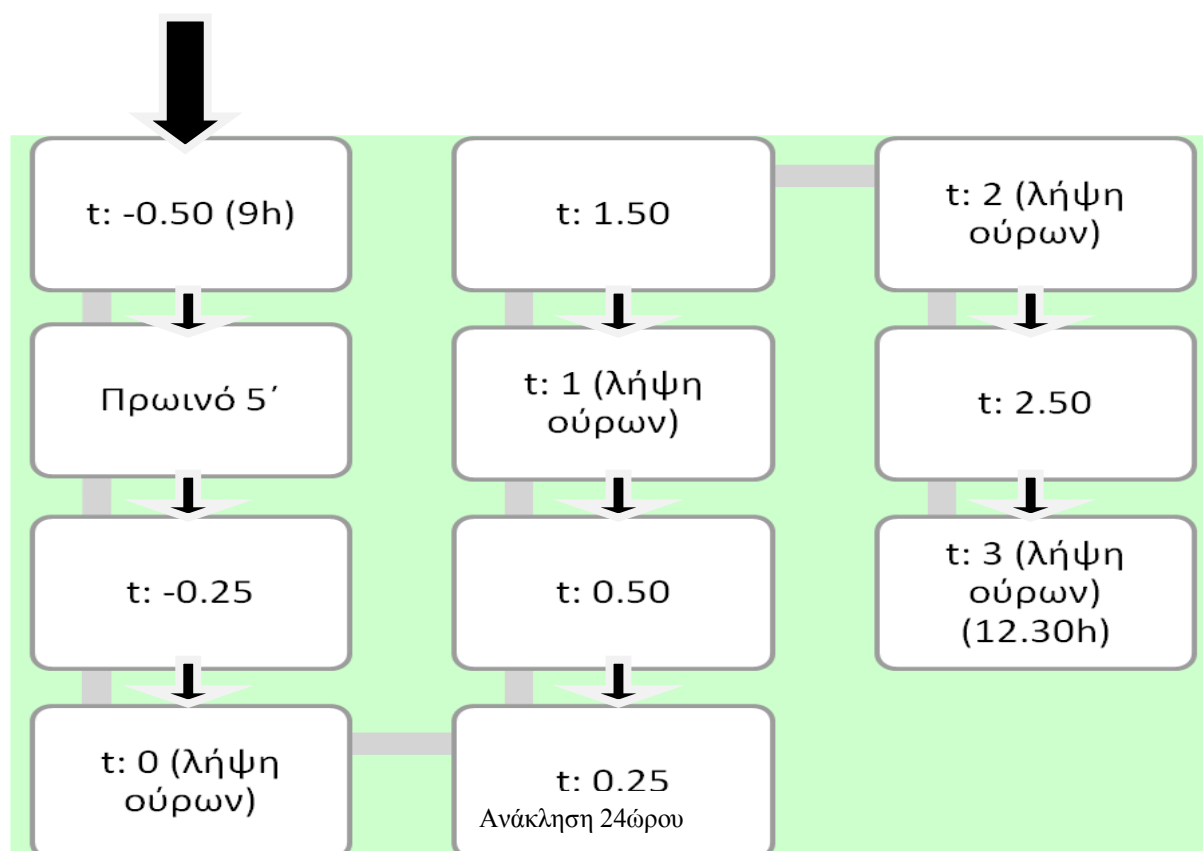
άρχισε να μετράει ο χρόνος των δοκιμασιών. Ο ηλεκτρονικός ζυγός/ αναστημόμετρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ακριβείας 100 γραμμαρίων και είχε την εμπορική ονομασία Vogel and Halke Hamburg.

Το ρόφημα που δόθηκε ήταν είτε νερό είτε ρόφημα με 3 ή 6 mg/kg Σωματικού Βάρους καφεΐνης ανάλογα με την τυχαία κατανομή των εθελοντών στις δοκιμασίες A, B και C. Θεωρήθηκε πως 1g στιγμιαίου καφέ περιέχει 38,33mg καφεΐνη.

Έπειτα ο εθελοντής άδειαζε την κύστη του και η μέτρηση αυτή δεν λαμβανόταν υπόψη για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων. Στην 1^η, 2^η και 3^η ώρα γίνονταν οι επόμενες συλλογές ούρων και στο τέλος μετρούνταν ο όγκος, το χρώμα και το ειδικό βάρος των ούρων ώστε να υπολογιστεί ο βαθμός υδάτωσης των εθελοντών.

Το ειδικό βάρος των ούρων προσδιορίστηκε με το ειδικό διαθλασίμετρο χειρός Atago (hand held clinical Retractometer, Master Sur-Na, Made in Japan). Με πιπέτα τοποθετήθηκαν σταγόνες ούρων στο διαθλασίμετρο και βλέποντας την αριστερή κλίμακα, καταγραφόταν το ειδικό βάρος των ούρων τους. Το USG αναφέρεται στην πυκνότητα ($d=m/V$) ενός διαλύματος σε σχέση με το καθαρό νερό. Κάθε υγρό πυκνότερο από το καθαρό νερό έχει ειδικό βάρος που ξεπερνάει το 1,000. Οι τιμές USG σε υγιείς ενήλικες κυμαίνονται στο 1,013-1,029 ενώ σε αφυδατωμένους υπερβαίνουν το 1,030, ενώ σε υπερενυδατωμένους κυμαίνονται στο 1,005-1,012. Επίσης τα ούρα αναδεύονται και παρατηρείται το χρώμα τους και έπειτα γίνεται ταξινόμηση βάση την χρωματική κλίμακα του *Armstrong του 1994*.

ΣΧΗΜΑ 10: Πειραματικό Πρωτόκολλο



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήσαμε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS19 (IBM SPSS, Chicago, IL). Αρχικά ελέγξαμε την κανονικότητα των μεταβλητών και έπειτα αναλύσαμε τα δεδομένα χρησιμοποιώντας την μέθοδο εκτίμησης Generalized Estimating Equations των Zeger και Liang (1986). Επιλέξαμε την συγκεκριμένη στατιστική ανάλυση ώστε να αξιολογήσουμε εάν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών δοκιμασιών (WAT, LCAF, HCAF) σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (60,120,180). Αυτή η μέθοδος εκτίμησης των παραμέτρων δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε κανονική ή μη μεταβλητή. Χρησιμοποιείται όταν οι μεταβλητές έχουν διαχρονικότητα και είναι η επέκταση του γενικευμένου γραμμικού μοντέλου (GLM). Η Post-Hoc ανάλυση μας βοήθησε ώστε να συγκρίνουμε τους μέσους όρους των τιμών ανά δοκιμασία και ανά χρονική στιγμή. Εφαρμόστηκε η διαδοχική διόρθωση Bonferroni ώστε να μην υπάρχει σφάλμα τύπου I λόγω των πολλαπλών συγκρίσεων των δεδομένων. Οι τιμές με $P \leq 0.05$ θεωρήθηκαν στατιστικά σημαντικές.

Αφού πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των εθελοντών με την βοήθεια του προγράμματος SPSS19, καταγράφηκαν τα αποτελέσματα στους παρακάτω πίνακες. Ο Πίνακας Α αναφέρεται στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των εθελοντών σαν μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση. Τα αποτελέσματα βασίστηκαν στην αξιοπιστία των απαντήσεων των εθελοντών και στις μετρήσεις βάρους και ύψους που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α: Περιγραφικά Στοιχεία των Εθελοντών

<i>Ανθρωπομετρικά Στοιχεία</i>	<i>Μέσος Όρος</i>	<i>SD</i>
Ηλικία:	27,64	5,32
Σωματικό Βάρος:	84,55	7,72
Ύψος	1,79	0,06
ΔΜΣ	25,70	2,37

Αρχικά οι εθελοντές έπρεπε να αδειάσουν τις κύστες τους ώστε να μην υπάρχουν αποθέματα ούρων με την έναρξη της μελέτης, όπου θα αλλοίωναν τα αποτελέσματα. Μετά την συλλογή και επεξεργασία των ούρων στις χρονικές στιγμές 60, 120 και 180 λεπτών, βρέθηκαν και καταγράφηκαν οι τιμές για τον όγκο, το χρώμα και το ειδικό βάρος τους (USG). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες Β,Γ,Δ). Η πρώτη τιμή αναφέρεται στην δοκιμασία μετά την κατανάλωση νερού, η δεύτερη μετά την κατανάλωση

καφεΐνης των 3 mg ανά kg του Σωματικού Βάρους και η τρίτη μετά την κατανάλωση 6mg ανά kg του Σωματικού Βάρους. Στη δεύτερη στήλη καταγράφεται η μέση τιμή της μεταβλητής και στη τρίτη η τυπική απόκλιση.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β: Μέση τιμή στον Όγκο Ούρων (mg±SD)

<i>Συστατικό</i>	<i>Μέσος Όρος</i>	<i>SD</i>
Νερό	292	165
LCAF	316	194
HCAF	630	391

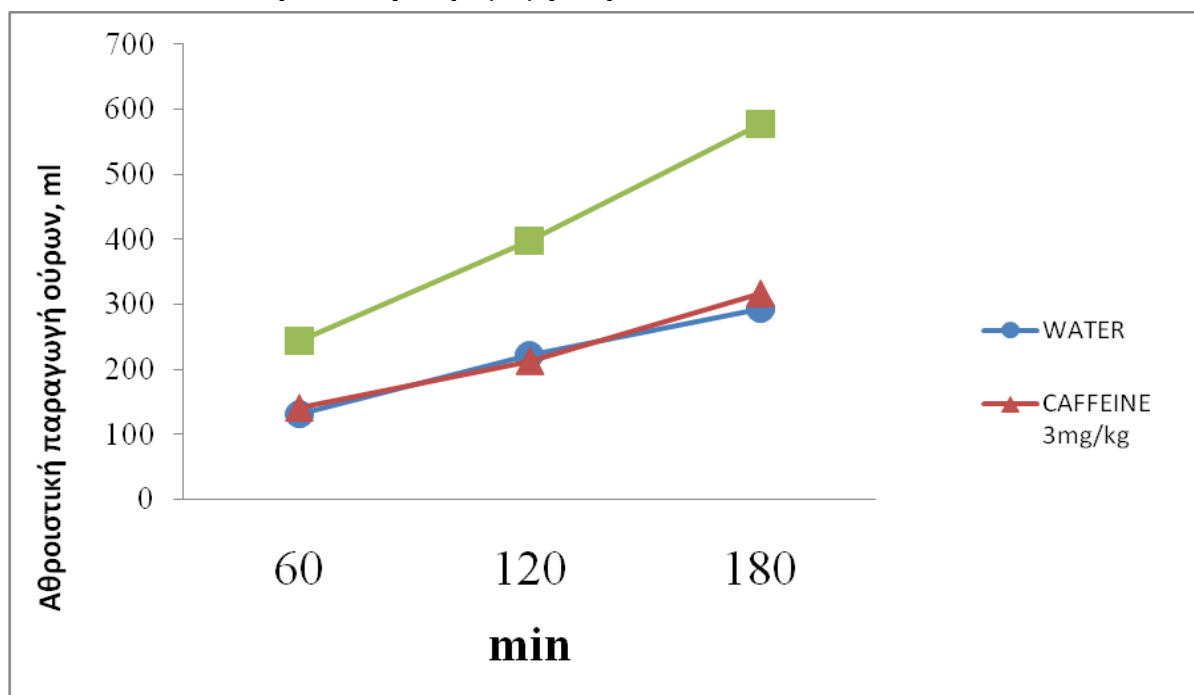
ΠΙΝΑΚΑΣ Γ: Μέση τιμή USG

<i>Συστατικό</i>	<i>Μέσος Όρος</i>	<i>SD</i>
Νερό	1.016	0.007
LCAF	1.016	0.006
HCAF	1.011	0.006

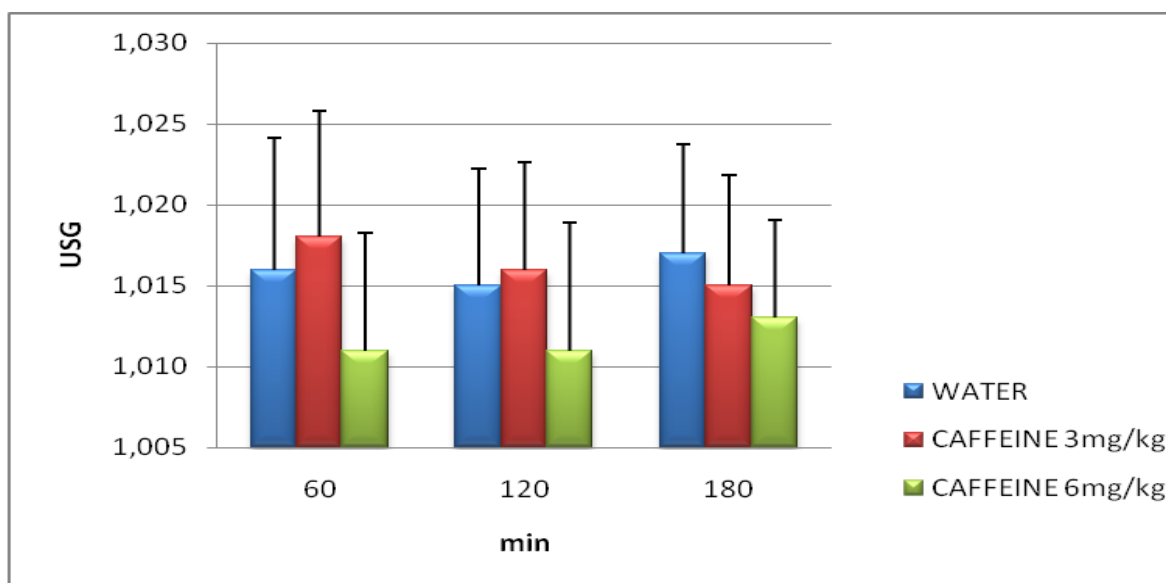
ΠΙΝΑΚΑΣ Δ: Μέση τιμή στο χρώμα ούρων

<i>Συστατικό</i>	<i>Μέσος Όρος</i>	<i>SD</i>
Νερό	5	1
LCAF	5	1
HCAF	4	2

Παρατηρώντας τον Πίνακα Β και το Διάγραμμα 1, η παραγόμενη ποσότητα ούρων φαίνεται να αυξάνεται, καθώς αυξάνεται η χορηγούμενη ποσότητα καφεΐνης. Επιπλέον όταν παρουσιάστηκε η αθροιστική παραγωγή ούρων (Διάγραμμα 1) τα αποτελέσματα έδειξαν πως με κατανάλωση 6 mg/kg Σωματικού Βάρους καφεΐνης, ο όγκος των ούρων διπλασιάστηκε (397→578 mg) σε σχέση με την κατανάλωση των 3 mg. Προσπαθώντας να επαληθεύσουμε τα δεδομένα με το πρόγραμμα SPSS19, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του όγκου των ούρων ($p < 0.05$) μεταξύ των τιμών στις δοκιμασίες (Tests of model effects). Τέλος, κάνοντας ανάλυση μεταξύ των τιμών όγκου των ούρων μετά από κατανάλωση 0, 3 και 6 mg/kg Σωμ. Βάρους καφεΐνης, στις τρεις χρονικές στιγμές δεν βρήκαμε να υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των τιμών. (Pairwise Comparison).

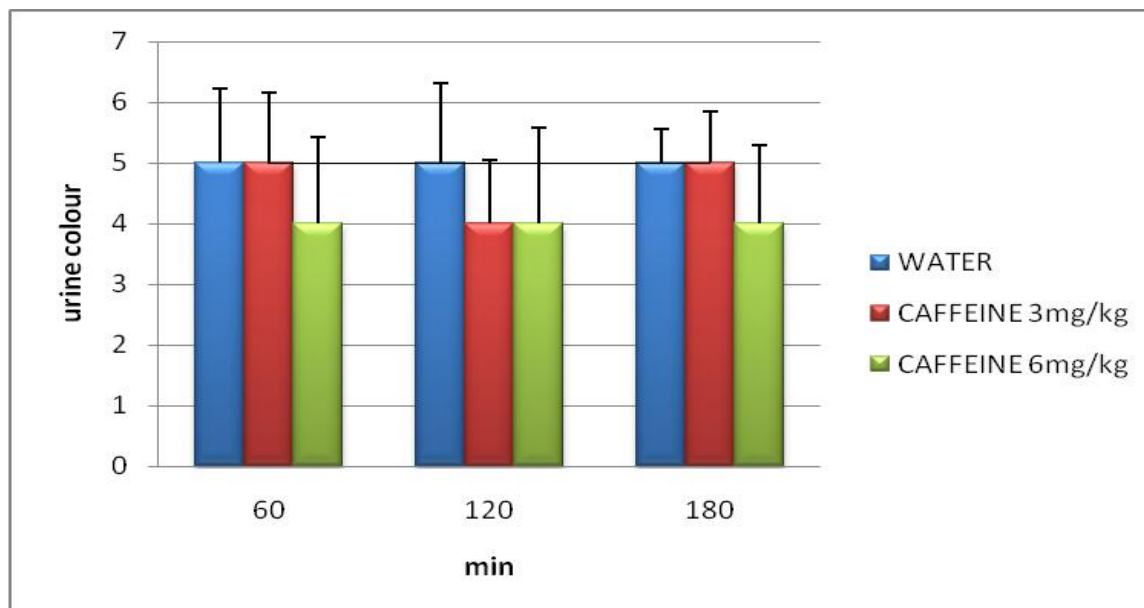
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Αθροιστική Παραγωγή Ούρων

Έπειτα παρατηρήσαμε τις τιμές για το ειδικό βάρος ούρων των εθελοντών (USG). Αρχικά οι εθελοντές είχαν τιμή $USG < 1.020$ (Διάγραμμα 2: αρχικές τιμές 1,015-1,017) άρα δεν άρχισαν την δοκιμασία αφυδατωμένοι ($1,010 >$ καλή υδάτωση και $1,020 <$ αφυδάτωση⁽³⁹⁾). Παρατηρώντας το Διάγραμμα 2 οι τιμές του USG μειώνονται μετά την κατανάλωση 6 mg καφεΐνης αφού τα ούρα αυξάνονται σε όγκο. Επομένως οι εθελοντές αφυδατώθηκαν όπως φαίνεται και από αυτό τον δείκτη. Αφού έγινε ανάλυση με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS19, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά αλλαγής του ειδικού βάρους στις τρεις δοκιμασίες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: Ειδικό Βάρος Ούρων εθελοντών

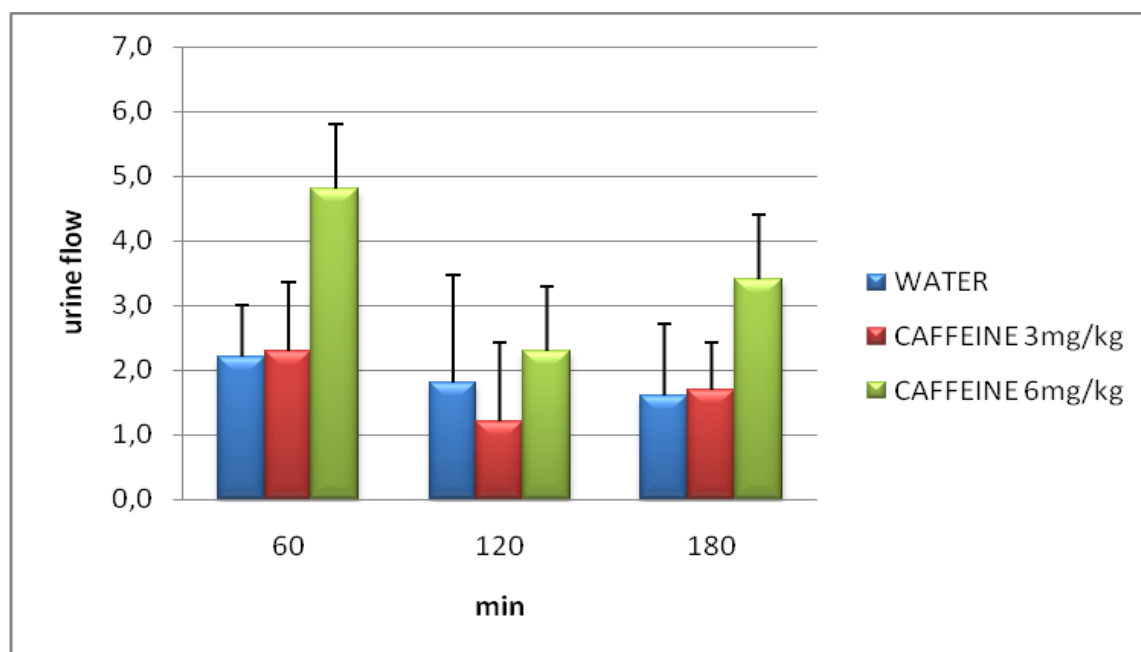
Παρατηρώντας το χρώμα των ούρων των εθελοντών ο μέσος όρος δείχνει τους εθελοντές να ξεκινούν την δοκιμασία αρκετά καλά ενυδατωμένοι και έπειτα αυτό να αλλάζει. Το χρώμα των ούρων γίνεται ακόμη πιο σκούρο, παίρνει μεγαλύτερες τιμές σύμφωνα με την κλίμακα χρώματος του *Armstrong et al 1994* άρα παρουσιάζεται τάση αφυδάτωσης με την αύξηση της ποσότητας πρόσληψης καφεΐνης. Έγινε στατιστική ανάλυση και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά αλλαγής του χρώματος ούρων στις τρεις δοκιμασίες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: Χρώμα ούρων όπως αξιολογήθηκε με την χρωμοκλίμακα του Armstrong et al 1994



Τέλος στο *Διάγραμμα 4* παρατηρείτε η αύξηση του όγκου των ούρων ανά λεπτό, αφού διαιρέθηκε ο όγκος με τα λεπτά που πέρασαν από την προηγούμενη συλλογή (ανά 60 λεπτά). Επιπλέον παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του όγκου ($p < 0.05$) μεταξύ των τιμών στις δοκιμασίες (Tests of model effects). Τέλος, κάνοντας ανάλυση μεταξύ των τιμών όγκου / 60 λεπτά μετά από κατανάλωση 0, 3, 6 mg/kg Σωμ. Βάρους καφεΐνης, στις τρεις χρονικές στιγμές δεν βρήκαμε να υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των τιμών (Pairwise Comparison).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: Όγκος ούρων ανά λεπτό



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πολλές μελέτες αναφέρουν την επίδραση της καφεΐνης, στην αύξηση διουρητικής δράσης και κατ' επέκταση στο ισοζύγιο υγρών του ανθρώπινου σώματος. Κάποιες παρουσιάζουν θετική αυτή τη συσχέτιση και κάποιες άλλες όχι. Η πρώτη αναφορά έγινε το 1924 και ακολούθησε η επόμενη το 1928. Σαν γενικό συμπέρασμα όλων των μελετών μέχρι σήμερα, είναι η διαχωριστική γραμμή της διουρητικής δράσης της καφεΐνης, στα 300-360 mg.⁽¹²⁸⁻¹³¹⁾ Προσπαθώντας να βρούμε που κυμαίνετε το όριο πρόσληψης της, κάτω από το οποίο δεν εμφανίζετε αλλαγή στον βαθμό διούρησης, σχεδιάσαμε κλινική δοκιμή, που διαρκούσε 120 λεπτά και είχε στόχο την παρουσίαση της οξείας επίδρασης της καφεΐνης στον βαθμό υδάτωσης.

Η καφεΐνη έχει ενοχοποιηθεί από πολλούς ερευνητές για την αύξηση του βαθμού διούρησης. Πολλοί επαγγελματίες στον κλάδο υγείας συστήνουν αποφυγή της κατανάλωσης καφεΐνης λόγω της διουρητικής της δράσης. Οι περισσότερες μελέτες ανέφεραν μια στατιστικά σημαντική επίδραση της κατανάλωσης καφεΐνης στο βαθμό αφυδάτωσης, αφού αναφέρουν πως αυξάνει τον όγκο των ούρων. Η δράση της αυτή έχει αποδειχτεί πριν από 81 χρόνια, αλλά ακόμη το ερευνητικό αυτό θέμα δεν έχει ξεκαθαριστεί πλήρως αφού μελέτες με αντίθετα αποτελέσματα είναι επίσης αρκετά θεαματικές και πειστικές. Αντιθέτως κάποιες νεότερες μελέτες αναίρεσαν την αντίληψη ότι τα καφεϊνούχα ροφήματα, όπως για παράδειγμα ο καφές επιδρούν αρνητικά στην ενυδάτωση λόγω ήπιας αύξησης της διουρητικής δράσης της καφεΐνης. Αναφέρουν πως η διουρητική της δράση είναι αρκετά περιορισμένη, τόσο σε ένταση όσο και σε χρονική διάρκεια, συνεπώς η μέτρια κατανάλωση της δεν επηρεάζει την ισορροπία των υγρών^(126, 127, 132, 133). Μάλιστα, σε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση 10 μελετών σχετικά με την κατανάλωση καφεΐνης, την υδατική ισορροπία και την άσκηση, ο ερευνητής L. Armstrong κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, «η επιστημονική βιβλιογραφία δείχνει πως η κατανάλωση καφεΐνης προκαλεί ήπια διούρηση, παρόμοια με το νερό, και δεν υπάρχει κανένα στοιχείο που να υποδεικνύει ότι διαταράσσεται η ισορροπία νερού-ηλεκτρολυτών ή ότι προκαλείται αρνητική επίδραση στην επίδοση κατά την άσκηση ή στην υγεία»⁽¹²⁸⁾. Όλες οι ανωτέρω μελέτες συμπερασματικά κατάληξαν πως μόνο η πρόσληψη καφεΐνης άνω των 300-360 mg διαταράζει το ισοζύγιο νερού λόγω αύξησης της διούρησης.

Θεωρητικά, ο μηχανισμός δράσης της καφεΐνης, στην διαταραχή ισοζυγίου νερού, είναι απόλυτα λογικός, αφού η καφεΐνη, ανταγωνίζεται και αναστέλλει τον αδενοσινικό υποδοχέα A₁ και A_{2A}. Έτσι δημιουργούνται μεταβολές στη αιματική ροή και στην έκκριση των ορμονών ρενίνης και αγγειοτενσίνης II. Επίσης η καφεΐνη αυξάνει την δράση του συμπαθητικού

συστήματος και την έκκριση επινεφρίνης και νορεπινεφρίνης. Ο παράγοντας GFR αυξάνεται και επομένως αυξάνεται η παραγωγή των ούρων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδραση της πρόσληψης καφεΐνης σε διαφορετικές ποσότητες, στην υδάτωση του ανθρώπινου σώματος. Στην μελέτη οι εθελοντές καλούνταν να καταναλώσουν τρεις ποσότητες καφεΐνης, 0, 3 και 6 mg ανά κιλό του Σωματικού Βάρους. Η κατάσταση υδάτωσης των εθελοντών αξιολογήθηκε με δείκτες ούρων και πιο συγκεκριμένα μετρήθηκε ο όγκος των ούρων, το ειδικό βάρος και το χρώμα τους. Το χρώμα των ούρων δεν θεωρήθηκε τόσο ευαίσθητος δείκτης υδάτωσης όσο η ωσμομοριακότητα αφού σε όλες τις μελέτες δεν αναφέρετε ως δείκτης αξιόπιστος, αντικειμενικός και ακριβής. Σημαντικό στοιχείο της μελέτης που διεξήγαμε ήταν η αποχή των ατόμων από οποιαδήποτε πηγή καφεΐνης την προηγούμενη μέρα και τη διατήρηση ίδιου διατροφικού πλάνου κάθε φορά πριν την μελέτη.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της μελέτης μας, η πρόσληψη καφεΐνης στα $507,3 \pm 46,32$ mg αυξάνει την διούρηση, επομένως προκαλεί αρνητικό ισοζύγιο νερού. Επιβεβαιώθηκαν οι βιβλιογραφικές μελέτες που έγιναν μέχρι σήμερα και ισχυροποιήθηκε ακόμη περισσότερο η άποψη πως η καφεΐνη σε μικρότερες δόσεις μπορεί να αποτελεί συστατικό κατανάλωσης για αύξηση του ισοζυγίου νερού. Στην μελέτη πρέπει να αναφερθεί πως ο αριθμός των εθελοντών ήταν σχετικά μεγάλος (N=25) αλλά στη δοκιμασία με κατανάλωση 6 mg/kg, σχετικά μικρός (N=9). Επιπλέον, όπως σε κάθε κλινική μελέτη υπήρξαν περιοριστικοί παράγοντες που όμως δεν αλλοίωσαν τα τελικά αποτελέσματα. Σφάλματα όπως η υποκειμενική εκτίμηση του χρώματος των ούρων βάση της κλίμακας Armstrong, οι διαφορές στον αρχικό βαθμό υδάτωσης των εθελοντών και η συμμόρφωση τους ή όχι στις απαιτήσεις της μελέτης.

Κλείνοντας, υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω μελέτη της διουρητικής δράσης της καφεΐνης και εξέτασης του ακριβές ορίου στη πρόσληψη της. Οι περιορισμοί και οι συγχυτικοί παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται σημαντικά υπόψη και να δίνεται έμφαση στην επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων, την ηλικία, το φύλο των εθελοντών, στην ποσότητα πρόσληψης καφεΐνης, στο τρόπο διαχείρισης των ευρημάτων και στους δείκτες υδάτωσης, αφού αποτελούν καταστάσεις που επηρεάζουν σημαντικά την ισχύ των ευρημάτων

Βιβλιογραφία:

1. Armstrong LE. Hydration assessment techniques. *Nutr Rev* 2005;63:S40-54.
2. Henniker JC. "The Depth of the Surface Zone of a Liquid". *Reviews of Modern Physics* 1949;21:322-341.
3. Gleick PH. *Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources*. Oxford University Press, Water reserves on the earth, 1993:13.
4. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr* 2000;72:564S-72S.
5. Jeffrey Utz MD. Re: What percentage of the human body is composed of water? .
6. Vander. *Human Physiology the mechanism of Body Function*.
7. Patricia A. Kreutler DMC-N. *Nutrition in Perspective* Appendix 554-556.
8. Patricia A. Kreutler DMC-N. *Nutrition in Perspective* 309-312.
9. Manz F. Hydration in children. *J Am Coll Nutr* 2007;26:562S-569S.
10. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water, *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington DC: National Academy Press. 2005.
11. Guy Howard JB. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. WHO/SDE/WSH/03.02, 2003.
12. SM.Kleiner. Water: an essential but overlooked nutrient. 1999;99(2):200-6.
13. Guy Howard JB. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health* 2002.
14. Rogers PJ, Kainth A, Smit HJ. A drink of water can improve or impair mental performance depending on small differences in thirst. *Appetite* 2001;36:57-8.
15. Bruemmer B, White E, Vaughan TL, Cheney CL. Fluid intake and the incidence of bladder cancer among middle-aged men and women in a three-county area of western Washington. *Nutr Cancer* 1997;29:163-8.
16. Geoffroy-Perez B, Cordier S. Fluid consumption and the risk of bladder cancer: results of a multicenter case-control study. *Int J Cancer* 2001;93:880-7.
17. Shirreffs SM, Maughan RJ. Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of alcohol consumption. *J Appl Physiol* 1997;83:1152-8.
18. Borghi L, Meschi T, Amato F, Briganti A, Novarini A, Giannini A. Urinary volume, water and recurrences in idiopathic calcium nephrolithiasis: a 5-year randomized prospective study. *J Urol* 1996;155:839-43.

19. Rolls BJ, Castellanos VH, Halford JC, et al. Volume of food consumed affects satiety in men. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1170-7.
20. Anti M, Pignataro G, Armuzzi A, et al. Water supplementation enhances the effect of high-fiber diet on stool frequency and laxative consumption in adult patients with functional constipation. *Hepatology* 1998;45:727-32.
21. McCord H. Are you drinking too much water? *Prevention* 2001;53:62-63.
22. Stookey JD. The diuretic effects of alcohol and caffeine and total water intake misclassification. *Eur J Epidemiol* 1999;15:181-8.
23. Shirreffs SM. Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr* 2003;57 Suppl 2:S6-9.
24. Rimer S. Ecstasy overdose kills. Who should be held to account? *The New York Times* 2002 Feb 12, 2002.
25. Hew-Butler T, Almond C, Ayus JC, et al. Consensus statement of the 1st International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Cape Town, South Africa 2005. *Clin J Sport Med* 2005;15:208-13.
26. Water. In: *Dietary Reference Intakes for Water, Sodium, Chloride, Potassium and Sulfate*. 2005;pp. 73–185.
27. Armstrong LE, Soto JA, Hacker FT, Jr., Casa DJ, Kavouras SA, Maresh CM. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int J Sport Nutr* 1998;8:345-55.
28. Kavouras SA. Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2002;5:519-24.
29. J. Michael Gibney HHV, Frans J. Kok., ed. Εισαγωγή στη διατροφή του ανθρώπου, επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης Αντωνία-Λήδα Ματάλα και Μαρία Γιαννακούλια. Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε., 2007.
30. Ι.Μανιός. Διατροφική Αξιολόγηση, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. 2006.
31. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:566-72.
32. Van Beaumont W. Evaluation of hemoconcentration from hematocrit measurements. *J Appl Physiol* 1972;32:712-3.
33. Harrison MH. Effects on thermal stress and exercise on blood volume in humans. *Physiol Rev* 1985;65:149-209.
34. Greenleaf JE, Convertino VA, Mangseth GR. Plasma volume during stress in man: osmolality and red cell volume. *J Appl Physiol* 1979;47:1031-8.
35. Mayo SC. Water: How Much Should You Drink Every Day? .
36. Mayo SC. Dehydration.
37. Popkin BM DAK, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev*;68:439-58.

38. DC W. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water, Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. . 2005.
39. National Health and Nutrient Examination Survey (NHANES III). Centers for Disease Control and Prevention: National Center for Health Statistics, 1997-2005.
40. Irrigation Water Management: Irrigation water needs, 1986.
41. Zizza CA, Ellison KJ, Wernette CM. Total water intakes of community-living middle-old and oldest-old adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2009;64:481-6.
42. Bossingham MJ, Carnell NS, Campbell WW. Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults. *Am J Clin Nutr* 2005;81:1342-50.
43. Valtin H. "Drink at least eight glasses of water a day." Really? Is there scientific evidence for "8 x 8"? *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2002;283:R993-1004.
44. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride (1997); Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline (1998); Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids (2000); Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001); and Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate 2004.
45. Sawka MN, Cheuvront SN, Carter R, 3rd. Human water needs. *Nutr Rev* 2005;63:S30-9.
46. Despopoulos. *Color Atlas of Physiology*. 2003.
47. H. Peter Bacjt. Osmoregulation of vasopressin secretion and thirst in health and disease. 1988.
48. Williams M. *Nutrition for health Fitness & sport* Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης, 2003.
49. Nicolaidis, S. Physiology of thirst. In: Arnaud, MJ., editor. *Hydration Throughout Life*. Montrouge: John Libbey Eurotext; 1998. p. 247
50. Kavouras SA, Armstrong LE, Maresh CM, et al. Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular, and thermoregulatory responses during exercise in the heat. *J Appl Physiol* 2006;100:442-50.
51. Nicolaidis S. Physiology of thirst. In: Arnaud, MJ., editor. *Hydration Throughout Life*. Montrouge: John Libbey Eurotext. 1998:249.
52. Lavizzo-Mourey RJ. Dehydration in the elderly: a short review. *J Natl Med Assoc* 1987;79:1033-8.
53. Stout NR, Kenny RA, Baylis PH. A review of water balance in ageing in health and disease. *Gerontology* 1999;45:61-6.

54. Bosco JS, Greenleaf JE, Bernauer EM, Card DH. Effects of acute dehydration and starvation on muscular strength and endurance. *Acta Physiol Pol* 1974;25:411-21.
55. Neufer PD, Young AJ, Sawka MN. Gastric emptying during walking and running: effects of varied exercise intensity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1989;58:440-5.
56. Neufer PD, Young AJ, Sawka MN. Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1989;58:433-9.
57. Meyer F, Bar-Or O, Salsberg A, Passe D. Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration. *Int J Sport Nutr* 1994;4:22-35.
58. Meyer F, Bar-Or O. Fluid and electrolyte loss during exercise. The paediatric angle. *Sports Med* 1994;18:4-9.
59. Quinn E. What to Drink for Proper Hydration During Exercise: How much water or sports drink is needed for proper hydration during exercise. 2011.
60. Manz F JS, Wentz A, Boeing H, Remer T. Water balance throughout the adult life span in a German population. *Br J Nutr*. 2011;16:1-9.
61. Gonzalez-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *J Appl Physiol* 1995;79:1487-96.
62. Clark RR, Bartok C, Sullivan JC, Schoeller DA. Minimum weight prediction methods cross-validated by the four-component model. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:639-47.
63. Godek SF, Bartolozzi AR, Godek JJ. Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br J Sports Med* 2005;39:205-11; discussion 205-11.
64. Luetkemeier MJ, Thomas EL. Hypervolemia and cycling time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:503-9.
65. Sawka GR. Body fluid responses and hypohydration during exercise heat stress, . Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes. Indianapolis: Cooper Publishing Group. 1988:227-266.
66. Mack GW NE. Body fluid balance during heat stress in humans. In: Fregly MJ, Blatteis CM, eds. *Environmental physiology*. New York: Oxford University Press. 1996:187-214.
67. Michael N. Sawka FLMB, FACSM; E. Randy Eichner, FACSM; Ronald J. Maughan, FACSM; Scott J. Montain, FACSM; Nina S. Stachenfeld, FACSM. Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Official Journal of the American College of Sport* 2007:377-390.
68. Murray B. Manufactured arguments: turning consensus into controversy does not advance science. *Br J Sports Med* 2007;41:106-7; author reply 107-9.

69. Pitts GC JR, Consolazio FC. Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. *Am J Physiol* 1944;142:253–259.
70. Below PR, Mora-Rodriguez R, Gonzalez-Alonso J, Coyle EF. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:200-10.
71. Ebert TR, Martin DT, Bullock N, et al. Influence of hydration status on thermoregulation and cycling hill climbing. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:323-9.
72. Murray B. Hydration and physical performance. *J Am Coll Nutr* 2007;26:542S-548S.
73. Shirreffs SM. The importance of good hydration for work and exercise performance. *Nutr Rev* 2005;63:S14-21.
74. Shirreffs SM, Merson SJ, Fraser SM, Archer DT. The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *Br J Nutr* 2004;91:951-8.
75. Leonard TK, Watson RR, Mohs ME. The effects of caffeine on various body systems: a review. *J Am Diet Assoc* 1987;87:1048-53.
76. Carrillo JA, Benitez J. Clinically significant pharmacokinetic interactions between dietary caffeine and medications. *Clin Pharmacokinet* 2000;39:127-53.
77. Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, et al. Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *J Appl Physiol* 1998;84:1858-64.
78. Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, et al. Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *J Appl Physiol* 1997;83:860-6.
79. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Changes in body water and electrolytes during heat acclimation: effects of dietary sodium. *Aviat Space Environ Med* 1987;58:143-8.
80. Verde T, Shephard RJ, Corey P, Moore R. Sweat composition in exercise and in heat. *J Appl Physiol* 1982;53:1540-5.
81. The skinny on popular diets. Bestselling diet plans don't necessarily work any better than do-it-yourself programs. *Harv Heart Lett* 2005;15:4-6.
82. Shirreffs SM, Armstrong LE, Cheuvront SN. Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *J Sports Sci* 2004;22:57-63.
83. Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences. Recommended Dietary Allowances.. National Research Council, Reprint and Circular Series. 1945:3-18.
84. Waldvogel SR. Caffeine--a drug with a surprise. *Angew Chem Int Ed Engl* 2003;42:604-5.
85. USDA&ICO
86. Keisler BD, Armsey TD, 2nd. Caffeine as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep* 2006;5:215-9.
87. Coffee and Health Paris, 1994.

88. Goncalves P, Planta RJ. Starting up yeast glycolysis. *Trends Microbiol* 1998;6:314-9.
89. Armstrong LE, Casa DJ, Maresh CM, Ganio MS. Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exerc Sport Sci Rev* 2007;35:135-40.
90. Lelo A, Birkett DJ, Robson RA, Miners JO. Comparative pharmacokinetics of caffeine and its primary demethylated metabolites paraxanthine, theobromine and theophylline in man. *Br J Clin Pharmacol* 1986;22:177-82.
91. Higdon JV, Frei B. Coffee and health: a review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2006;46:101-23.
92. Gilbert RM. Caffeine consumption. *Prog Clin Biol Res* 1984;158:185-213.
93. ICO: International Coffee Organization
94. National Statistical Service of Greece, Directorate of Statistics on Trade and Services
95. Faidon Magkos SAK. Caffeine. *Nutritional Ergogenic Aids*, 2004:275-315.
96. Coffee IIfSio. All about coffee.
97. Chou KH, Bell LN. Caffeine content of prepackaged national-brand and private-label carbonated beverages. *J Food Sci* 2007;72:C337-42.
98. Lelo A, Miners JO, Robson R, Birkett DJ. Assessment of caffeine exposure: caffeine content of beverages, caffeine intake, and plasma concentrations of methylxanthines. *Clin Pharmacol Ther* 1986;39:54-9.
99. Council EFI. Καφεΐνη και υγεία. 2007.
100. Lelo A, Miners JO, Robson RA, Birkett DJ. Quantitative assessment of caffeine partial clearances in man. *Br J Clin Pharmacol* 1986;22:183-6.
101. Brent RL, Christian MS, Diener RM. Evaluation of the reproductive and developmental risks of caffeine. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol*;92:152-87.
102. Derkenne S, Curran CP, Shertzer HG, Dalton TP, Dragin N, Nebert DW. Theophylline pharmacokinetics: comparison of Cyp1a1(-/-) and Cyp1a2(-/-) knockout mice, humanized hCYP1A1_1A2 knock-in mice lacking either the mouse Cyp1a1 or Cyp1a2 gene, and Cyp1(+/+) wild-type mice. *Pharmacogenet Genomics* 2005;15:503-11.
103. Ashihara H, Crozier A. Caffeine: a well known but little mentioned compound in plant science. *Trends Plant Sci* 2001;6:407-13.
104. Tarnopolsky MA. Caffeine and creatine use in sport. *Ann Nutr Metab*;57 Suppl 2:1-8.
105. Iglesias I, Leon D, Ruiz MA, Albasanz JL, Martin M. Chronic intake of caffeine during gestation down regulates metabotropic glutamate receptors in maternal and fetal rat heart. *Amino Acids* 2006;30:257-66.
106. Collomp K, Anselme F, Audran M, Gay JP, Chanal JL, Prefaut C. Effects of moderate exercise on the pharmacokinetics of caffeine. *Eur J Clin Pharmacol* 1991;40:279-82.

107. Blanchard J, Sawers SJ. The absolute bioavailability of caffeine in man. *Eur J Clin Pharmacol* 1983;24:93-8.
108. Magkos F, Kavouras SA. Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2005;45:535-62.
109. FDA-Food-and-Drugs-Administration. Listing of Food Additive Status Part I. 2006.
110. Food-Standards-Australia-New-Zealand-(FSANZ). Safety Aspects of Dietary Caffeine-Report from the Expert Working Group. 2000.
111. James JE, Bruce MS, Lader MH, Scott NR. Self-report reliability and symptomatology of habitual caffeine consumption. *Br J Clin Pharmacol* 1989;27:507-14.
112. Bodineau L, Cayetanot F, Sadani-Makki F, et al. Consequences of in utero caffeine exposure on respiratory output in normoxic and hypoxic conditions and related changes of Fos expression: a study on brainstem-spinal cord preparations isolated from newborn rats. *Pediatr Res* 2003;53:266-73.
113. Zampelas A, Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohooou C, Stefanadis C. Associations between coffee consumption and inflammatory markers in healthy persons: the ATTICA study. *Am J Clin Nutr* 2004;80:862-7.
114. Vlachopoulos C, Panagiotakos D, Ioakeimidis N, Dima I, Stefanadis C. Chronic coffee consumption has a detrimental effect on aortic stiffness and wave reflections. *Am J Clin Nutr* 2005;81:1307-12.
115. Andersen LF, Jacobs DR, Jr., Carlsen MH, Blomhoff R. Consumption of coffee is associated with reduced risk of death attributed to inflammatory and cardiovascular diseases in the Iowa Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 2006;83:1039-46.
116. Daniels JW, Mole PA, Shaffrath JD, Stebbins CL. Effects of caffeine on blood pressure, heart rate, and forearm blood flow during dynamic leg exercise. *J Appl Physiol* 1998;85:154-9.
117. Robertson D, Frolich JC, Carr RK, et al. Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *N Engl J Med* 1978;298:181-6.
118. Chen JF, Xu K, Petzer JP, et al. Neuroprotection by caffeine and A(2A) adenosine receptor inactivation in a model of Parkinson's disease. *J Neurosci* 2001;21:RC143.
119. WADA-http://www.wada-ama.org/docs/web/standards_harmonization/code/list_standard_2004.pdf. 2004.
120. Armstrong LE, Pumerantz AC, Roti MW, et al. Fluid, electrolyte, and renal indices of hydration during 11 days of controlled caffeine consumption. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005;15:252-65.

121. Davar Rezaimanesh PA-F, Eidy Alijani. The effect of caffeine on some cardiovascular factors in male student athletes. *Science Direct* 2011;2092-2095.
122. Spriet LL, Gibala MJ. Nutritional strategies to influence adaptations to training. *J Sports Sci* 2004;22:127-41.
123. Kolasa K. Hydration and health promotion. *Nutr Today* 2009;44:190-203.
124. Neuhauser B, Beine S, Verwied SC, Luhrmann PM. Coffee consumption and total body water homeostasis as measured by fluid balance and bioelectrical impedance analysis. *Ann Nutr Metab* 1997;41:29-36.
125. Popkin BM, Armstrong LE, Bray GM, Caballero B, Frei B, Willett WC. A new proposed guidance system for beverage consumption in the United States. *Am J Clin Nutr* 2006;83:529-42.
126. Grandjean AC, Reimers KJ, Bannick KE, Haven MC. The effect of caffeinated, non-caffeinated, caloric and non-caloric beverages on hydration. *J Am Coll Nutr* 2000;19:591-600.
127. Maughan RJ, Griffin J. Caffeine ingestion and fluid balance: a review. *J Hum Nutr Diet* 2003;16:411-20.
128. Armstrong LE. Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2002;12:189-206.
129. Gonzalez-Alonso J, Heaps CL, Coyle EF. Rehydration after exercise with common beverages and water. *Int J Sports Med* 1992;13:399-406.
130. Nehlig A, Debry G. Caffeine and sports activity: a review. *Int J Sports Med* 1994;15:215-23.
131. Passmore AP, Kondowe GB, Johnston GD. Renal and cardiovascular effects of caffeine: a dose-response study. *Clin Sci (Lond)* 1987;72:749-56.
132. Conway KJ, Orr R, Stannard SR. Effect of a divided caffeine dose on endurance cycling performance, postexercise urinary caffeine concentration, and plasma paraxanthine. *J Appl Physiol* 2003;94:1557-62.
133. Kovacs EM, Stegen J, Brouns F. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *J Appl Physiol* 1998;85:709-15.
134. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr*;7:5.