

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

ΑΔΕΛΑΪΣ Α. ΑΘΑΝΑΣΑΤΟΥ

ΑΘΗΝΑ
ΜΑΪΟΣ 2019

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΚΑΨΟΚΕΦΑΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND HUMAN NUTRITION
UNIT OF HUMAN NUTRITION

PhD THESIS

ESTIMATION OF HYDRATION LEVELS IN A SAMPLE OF GREEK ADULTS

ADELAIS A. ATHANASATOU

ATHENS
MAY 2019

SUPERVISOR: KAPSOKEFALOU MARIA

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

ΑΔΕΛΑΪΣ Α. ΑΘΑΝΑΣΑΤΟΥ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μαρία Καψοκεφάλου

Τριμελής Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγήτρια Μαρία Καψοκεφάλου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγητής Αντώνης Ζαμπελας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγητής Δημοσθένης Παναγιωτάκος, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Καθηγήτρια Μαρία Καψοκεφάλου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγητής Αντώνης Ζαμπελας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγητής Δημοσθένης Παναγιωτάκος, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγητής Κωνσταντίνος Τσίγκος, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγήτρια Αντωνία-Λήδα Ματάλα, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών
Αν. Καθηγητής Αθανάσιος Πρωτοπαπάς, Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών
Καθηγητής Ευάγγελος Πολυχρονόπουλος, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών

PhD THESIS

ESTIMATION OF HYDRATION LEVELS IN A SAMPLE OF GREEK ADULTS

ADELAIS A. ATHANASATOU

Main Supervisor:

Professor Maria Kapsokefalou, Agricultural University of Athens

Co Supervisors:

Professor Antonis Zampelas, Agricultural University of Athens

Professor Demosthenes Panagiotakos, Harokopio University of Athens

Examination Committee:

Professor Maria Kapsokefalou, Agricultural University of Athens

Professor Antonis Zampelas, Agricultural University of Athens

Professor Demosthenes Panagiotakos, Harokopio University of Athens

Professor Konstantinos Tsigkos, Harokopio University of Athens

Professor Antonia Matala, Harokopio University of Athens

Associate Professor Athanasios Protopapas, National & Kapodistrian University of Athens

Professor Euaggelos Polychronopoulos, Harokopio University of Athens

Στην οικογένεια μου

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την σημαντική συμβολή της επιβλέπουσας καθηγήτριάς μου κ. Καψοκεφάλου Μαρίας. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω για την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις της, αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε όλα αυτά τα χρόνια.

Ιδιαίτερα επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Αντώνη Ζαμπέλα καθώς και τον καθηγητή κ. Δημοσθένη Παναγιωτάκο, των οποίων η ενεργός συνεισφορά και οι συμβουλές τους στην επιστημονική έρευνα, υπήρξαν πολύτιμες καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτορικής μου διατριβής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Dr. Hans Braun, καθηγητή του τμήματος Βιοχημείας του German Sports University, Cologne και τον Dr. Ricardo Mora-Rodriguez, καθηγητή Διατροφής του University of Castilla- La Mancha για τη σημαντική συμβολή τους στην οριστικοποίηση του πρωτοκόλλου της μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουν να αποδοθούν στους συναδέλφους αλλά πάνω απ' όλα φίλους μου Δρ. Όλγα Μαλισόβα, Κατερίνα Κανδυλιάρη και Γιώργο Καραπανάγο για τις εποικοδομητικές συμβουλές και κυρίως τη στήριξη τους. προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του τμήματος, οι οποίοι συνέβαλαν ουσιαστικά στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στα μέλη του Εργαστηρίου της Μονάδας Διατροφής του Ανθρώπου Άλεξ Πέπα, Δρ. Νάντια Αργύρη, Δήμητρα Λαμπρινάκη, Ειρήνη Ψαρού, Κέλλυ Σφενδουράκη, Θανάση Λυσανδρόπουλο και Νίκη Κολυζώη.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου και στους φίλους μου για την υποστήριξη και τη συμπαράσταση τους κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Ευχαριστίες..... | 6 |
| Περιεχόμενα..... | 7 |
| Περίληψη..... | 9 |
| Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή..... | 16 |
| 1.1. Ισοζύγιο νερού..... | 16 |
| 1.2. Πρόσληψη νερού..... | 18 |
| 1.2.1 Πρόσληψη νερού από τρόφιμα και υγρά..... | 18 |
| 1.2.3 Μεταβολικά παραγόμενο νερό..... | 19 |
| 1.2.4 Γλυκογονικό νερό..... | 19 |
| 1.3. Απώλειες νερού..... | 19 |
| 1.3.1 Απώλειες νερού μέσω ουροποιητικού συστήματος..... | 19 |
| 1.3.2 Απώλειες νερού μέσω του δέρματος..... | 20 |
| 1.3.3 Απώλειες νερού μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα..... | 20 |
| 1.3.4 Απώλειες νερού μέσω του αναπνευστικού συστήματος..... | 21 |
| 1.4. Μέθοδοι εκτίμησης επιπέδων ενυδάτωσης..... | 21 |
| 1.4.1 Αιματολογικοί δείκτες ενυδάτωσης..... | 21 |
| 1.4.1.1 Ωσμωτικότητα πλάσματος και ορού..... | 21 |
| 1.4.1.2 Συγκέντρωση νατρίου πλάσματος..... | 22 |
| 1.4.1.3 Συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη..... | 22 |
| 1.4.2 Ουρολογικοί δείκτες επιπέδων ενυδάτωσης..... | 23 |
| 1.4.2.1 Χρώμα ούρων..... | 23 |
| 1.4.2.2 Ειδικό βάρος..... | 24 |
| 1.4.2.3 Ωσμωτικότητα ούρων..... | 24 |
| 1.4.2.4 Όγκος ούρων..... | 25 |
| 1.5 Αλλαγές στο συνολικό σωματικό νερό..... | 26 |
| 1.6 Μεθοδολογίες για την εκτίμηση της πρόσληψης νερού..... | 26 |
| 1.7 Συστάσεις για την πρόσληψη νερού..... | 31 |
| 1.8 Αντικείμενο και στόχοι της μελέτης..... | 32 |
| Κεφάλαιο 2. Πρόσληψη νερού, δείκτες ενυδάτωσης και θερμοκρασίας περιβάλλοντος: Η Ευρωπαϊκή Μελέτη Ενυδάτωσης..... | 34 |
| 2.1. Εισαγωγή..... | 34 |
| 2.2. Μεθοδολογία..... | 35 |
| 2.2.1. Συμμετέχοντες..... | 36 |
| 2.2.2. Προσέλκυση συμμετεχόντων..... | 36 |
| 2.2.3. Πρωτόκολλο της μελέτης..... | 36 |
| 2.2.4. Συλλογή ούρων / Βιολογικοί δείκτες ενυδάτωσης..... | 37 |
| 2.2.5. Επτάημερα Ημερολόγια Καταγραφής..... | 38 |
| 2.2.6. Ημερολόγιο επιπέδων φυσικής δραστηριότητας..... | 39 |
| 2.3. Στατιστική ανάλυση..... | 39 |
| 2.4. Αποτελέσματα..... | 39 |
| 2.4.1. Η Ελληνική μελέτη..... | 39 |
| 2.4.2. Η Ευρωπαϊκή μελέτη..... | 46 |
| 2.5. Συζήτηση..... | 56 |
| Κεφάλαιο 3. Εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ενήλικο πληθυσμό..... | 61 |
| 3.1. Εισαγωγή..... | 61 |
| 3.2. Μεθοδολογία..... | 62 |
| 3.2.1. Πρόσληψη νερού..... | 62 |
| 3.2.3. Ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης..... | 62 |
| 3.2.3. Ανάλυση δεδομένων..... | 63 |
| 3.3. Στατιστική ανάλυση..... | 63 |

| | |
|---|-----|
| 3.4. Αποτελέσματα..... | 64 |
| 3.4.1. Διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας..... | 64 |
| 3.4.2. Πρόσληψη νερού από ροφήματα..... | 65 |
| 3.4.3. Ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης..... | 68 |
| 3.5. Συζήτηση..... | 71 |
| Κεφάλαιο 4. Η αξιολόγηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου από ημερολόγια καταγραφής και εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων για επτά ημέρες σε ενήλικο πληθυσμό..... | 75 |
| 4.1. Εισαγωγή..... | 75 |
| 4.2. Μεθοδολογία..... | 76 |
| 4.3. Στατιστικές αναλύσεις..... | 77 |
| 4.4. Αποτελέσματα..... | 77 |
| 4.4.1. Δεδομένα από επταήμερη συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου και επταήμερα ημερολόγια καταγραφής..... | 77 |
| 4.4.2. Δεδομένα από τριήμερη συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου..... | 78 |
| 4.4.3. Δεδομένα από τριήμερα ημερολόγια καταγραφής..... | 80 |
| 4.4.4. Συνεισφορά των τροφίμων στην πρόσληψη νατρίου..... | 83 |
| 4.5. Συζήτηση..... | 85 |
| Κεφάλαιο 5. Η συνεισφορά των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού και ενέργειας..... | 89 |
| 5.1. Εισαγωγή..... | 89 |
| 5.2. Μεθοδολογία..... | 90 |
| 5.2.1. Υπολογισμοί / Αναλύσεις Δεδομένων..... | 91 |
| 5.3. Στατιστική ανάλυση..... | 92 |
| 5.4. Αποτελέσματα..... | 92 |
| 5.4.1. Μελέτη I. Δεδομένα από επταήμερα ημερολόγια καταγραφής..... | 92 |
| 5.4.2. Μελέτη II. Δεδομένα από το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (WBQ)..... | 100 |
| 5.5. Συζήτηση..... | 105 |
| Κεφάλαιο 6. Γενικά Συμπεράσματα..... | 109 |
| Βιβλιογραφία..... | 111 |
| Παράρτημα I..... | 123 |
| Παράρτημα II..... | 185 |

Περίληψη

Η ενυδάτωση αντανακλά την ισορροπία μεταξύ της πρόσληψης και της απώλειας νερού. Η πρόσληψη νερού προέρχεται κατά περίπου 20% από τη συνεισφορά των στερεών τροφίμων και κατά 80% από τη συνεισφορά των ροφημάτων και του πόσιμου νερού. Οι απώλειες νερού αποτελούνται κυρίως από τις απώλειες μέσω της απέκκρισης του νερού στα ούρα, στην αναπνευστική οδό, τα κόπρανα και τον ιδρώτα.

Η αφυδάτωση συνδέεται με μειωμένη σωματική και γνωστική απόδοση ή ασθένειες όπως νεφροπάθειες, και σε πιο σοβαρές περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε παραλήρημα, κώμα, και στο θάνατο. Η αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης στο γενικό πληθυσμό σε συνθήκες ελεύθερης διαβίωσης ή/και ειδικές συνθήκες όπως σε περιπτώσεις εκδήλωσης ασθενειών ή στο εργασιακό περιβάλλον είναι απαραίτητη για την προάσπιση της δημόσιας υγείας.

Η επιλογή των κατάλληλων ερευνητικών εργαλείων για την αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης και της πρόσληψης νερού είναι πολύ σημαντική. Μια σύνθεση βιοδεικτών σε δείγματα ούρων και αίματος είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της κατάστασης των επιπέδων ενυδάτωσης του πληθυσμού, καθώς δεν υπάρχει ένας μόνο δείκτης για την αξιολόγηση τους. Παράγοντες, όπως οι διατροφικές συνήθειες, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και οι περιβαλλοντικές συνθήκες φαίνεται να επηρεάζουν τα επίπεδα ενυδάτωσης σε πληθυσμιακό επίπεδο. Τα επίπεδα ενυδάτωσης αποτελούν μια δυναμική κατάσταση με συνεχείς μεταβολές μέσα στην ημέρα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη της διακύμανσης των επιπέδων ενυδάτωσης καθώς και των επιπέδων νατρίου και καλίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η ήπια αφυδάτωση μπορεί να παρατηρείται μέσα στην ημέρα λόγω εσφαλμένων διατροφικών επιλογών ή ελλιπούς προσβασιμότητας σε μια ποικιλία τροφίμων και ροφημάτων. Η καταγραφή της συνεισφοράς των διαφορετικών κατηγοριών ροφημάτων στην πρόσληψη νερού είναι ιδιαίτερα σημαντική. Συνεπώς, η ανάγκη δημιουργίας βάσεων δεδομένων για την εκτίμηση της πρόσληψης νερού και των επιπέδων ενυδάτωσης στον υγιή ενήλικο πληθυσμό σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης είναι μεγάλη.

Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι αυτής της μελέτης ήταν:

1. Η αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης με τη μέτρηση ουρολογικών και αιματολογικών δεικτών και η εκτίμηση της πρόσληψης νερού σε δείγμα του υγιούς ενήλικου πληθυσμού της Ελλάδας, της Ισπανίας και της Γερμανίας
2. Η μελέτη των διακυμάνσεων των επιπέδων ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού
3. Η ερμηνεία των επιπέδων νατρίου και καλίου στα ούρα ως δείκτης ενυδάτωσης αλλά και ως δείκτης πρόσληψης νατρίου και καλίου σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού
4. Η συνεισφορά των ροφημάτων (συμπεριλαμβανομένου του πόσιμου νερού) στην πρόσληψη νερού σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων της μελέτης, πραγματοποιήθηκαν αντίστοιχα οι επιμέρους μελέτες Α, Β, Γ και Δ:

Μελέτη Α. Πρόσληψη νερού, δείκτες ενυδάτωσης και θερμοκρασία περιβάλλοντος: Η Ευρωπαϊκή Μελέτη Ενυδάτωσης.

Η κατάσταση των επιπέδων ενυδάτωσης συνδέεται με την υγεία, την ευεξία και την απόδοση. Οι συμμετέχοντες κάτοικοι της Ισπανίας, της Γερμανίας και της Ελλάδας ($n = 573$, 39 ± 12 έτη, 51.1% άνδρες, 25.0 ± 4.6 kg/m² BMI) συμμετείχαν σε ένα πρωτόκολλο 8 ημερών. Η συνολική πρόσληψη νερού εκτιμήθηκε από

επταήμερα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συμπληρώνοντας τη σύντομη έκδοση του IPAQ. Η κατάσταση των επιπέδων ενυδάτωσης μετρήθηκε με δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου για επτά ημέρες και σε δείγματα αίματος νηστείας τις ημέρες έναρξης και λήξης της μελέτης. Η συνολική πρόσληψη νερού βρέθηκε ίση με 2.75 ± 1.01 L/ ημέρα, η πρόσληψη νερού από ροφήματα 2.10 ± 0.91 L/ημέρα, η πρόσληψη νερού από τρόφιμα 0.66 ± 0.29 L/ημέρα. Οι ουρολογικοί παράμετροι ήταν οι εξής: 24 h όγκος 1.65 ± 0.70 L, 24 h ωσμωτικότητα 631 ± 221 mOsmol/kg H₂O, 24 h ειδικό βάρος 1.017 ± 0.005 , 24 h απέκκριση νατρίου 166.9 ± 54.7 mEq, 24 h απέκκριση καλίου 72.4 ± 24.6 mEq, χρώμα 4.2 ± 1.4 . Οι προγνωστικοί παράγοντες για την ωσμωτικότητα ούρων ήταν η ηλικία, η χώρα, το φύλο και ο ΔΜΣ. Οι αιματολογικοί δείκτες ήταν οι ακόλουθοι: συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης 14.7 ± 1.7 g/dL, αιματοκρίτης $43\% \pm 4\%$ και ωσμωτικότητα πλάσματος 294 ± 9 mOsmol/kg H₂O. Η πρόσληψη νερού ήταν υψηλότερη το καλοκαίρι (2.8 ± 1.02 L/ημέρα) συγκριτικά με το χειμώνα (2.6 ± 0.98 L/ημέρα) ($p = 0.019$). Η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίστηκε αρνητικά με το ειδικό βάρος, το χρώμα, το νάτριο και το κάλιο ούρων ($p < 0.01$). Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος συσχετίστηκε αρνητικά με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ($r = -0.277$; $p < 0.001$). Τα μειωμένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας με τις υψηλές θερμοκρασίες δεν απέτρεψαν τις αυξημένες μη νεφρικές απώλειες νερού και τα αυξημένα επίπεδα ωσμωτικότητας αίματος και ούρων ($r = 0.218 - 0.163$, $p < 0.001$). Επιπλέον, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας (συνδυασμός δεδομένων χειμώνα και καλοκαιριού) συσχετίστηκαν αρνητικά με την ωσμωτικότητα ούρων ($r = -0.153$; $p = 0.001$). Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι πιθανό να μειώσει τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, αλλά αυτό δεν είναι επαρκές για την πρόληψη της ήπιας αφυδάτωσης. Επίσης, τα αυξημένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συνδέονται με βελτιωμένα επίπεδα ενυδάτωσης. Εφαρμόζοντας τα κατώφλια για την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετράωρου, περίπου το 60% των συμμετεχόντων ήταν ορθά ενυδατωμένοι και το 20% υπερενυδατωμένοι και αφυδατωμένοι αντίστοιχα. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν ορθά ενυδατωμένοι, αλλά ένας σημαντικός αριθμός ατόμων (40%) είχε αποκλίσεις από τα ορθά επίπεδα ενυδάτωσης.

Μελέτη Β. Διακυμάνσεις της πρόσληψης νερού και των ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ενήλικο πληθυσμό.

Η ήπια αφυδάτωση είναι πιθανό να συμβαίνει κατά τη διάρκεια της ημέρας εξαιτίας κακών επιλογών διατροφής και ενυδάτωσης ή περιορισμένης πρόσβασης σε μια ποικιλία ροφημάτων και τροφίμων, όπως για παράδειγμα στους εργασιακούς χώρους. Η μέτρηση των δεικτών ενυδάτωσης σε τυχαία ή εικοσιτετράωρα δείγματα μπορεί να καλύπτει την ήπια αφυδάτωση σε συγκεκριμένες περιόδους μέσα στην ημέρα. Συνεπώς, δεδομένα για τη διακύμανση της πρόσληψης νερού και των δεικτών ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε υγιή άτομα σε ελεύθερες συνθήκες είναι απαραίτητα. Συνολικά, υγιείς ενήλικες ($n=164$ (74 γυναίκες); ηλικία 38 ± 12 έτη; BMI 24.9 ± 4.7 kg/m²) συμμετείχαν στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα, Ελλάδα (6-8/2013, 1-2/2014, 6-7/2014). Οι συμμετέχοντες κατέγραφαν την πρόσληψη στερεών τροφίμων και ποτών και συνέλεξαν και κατέγραφαν όλα τα δείγματα ούρων για τρεις συνεχόμενες ημέρες. Η πρόσληψη νερού εκτιμήθηκε για χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου 6 ωρών και για εικοσιτετράωρα και μετρήθηκε η ποικιλία των ροφημάτων. Οι ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης (ωσμωτικότητα, όγκος, χρώμα, ειδικό βάρος) αναλύθηκαν σε δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου, στα πρώτα πρωινά δείγματα και στα δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου (6h) από την ώρα αφύπνισης. Οι διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας ήταν σημαντικές για την πρόσληψη πόσιμου νερού, ζεστών ροφημάτων, γάλακτος, χυμού φρούτων και λαχανικών και αλκοολούχων ποτών. Επίσης, σημαντικές ήταν και οι διακυμάνσεις των ουρολογικών δεικτών

ενυδάτωσης (ωσμωτικότητα, όγκος, χρώμα, ειδικό βάρος). Ο όγκος των ούρων κατά την πρωινή συλλογή (557 ± 231 mL/ημέρα) αντανακλά κατά 76% το συνολικό όγκο των ούρων εικοσιτετράωρου (1331 ± 144 mL/ημέρα). Η ποικιλία των ροφημάτων (3.6 ± 1.4) συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη ροφημάτων ($r = 0.238$, $p < 0.001$). Το πόσιμο νερό ήταν το πιο δημοφιλές ρόφημα, σε όλα τα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου. Η πρόσληψη νερού από ροφήματα, με εξαίρεση τα αλκοολούχα ροφήματα, ήταν υψηλότερη κατά την πρωινή καταγραφή και μειώνονταν μέσα στην ημέρα. Η μεταβολή των ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης ήταν παρόμοια. Τα δείγματα ούρων της πρωινής συλλογής αντανακλούν καλύτερα τους δείκτες ενυδάτωσης εικοσιτετράωρου συγκριτικά με οποιοδήποτε τυχαίο δείγμα.

Μελέτη Γ. Η πρόσληψη νατρίου και καλίου από ημερολόγια καταγραφής και εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων για επτά ημέρες σε δείγμα ενήλικου πληθυσμού.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου, χρησιμοποιώντας εικοσιτετράωρα και τυχαία δείγματα ούρων και ημερολόγια καταγραφής για επτά συνεχόμενες ημέρες. Οι συμμετέχοντες κατέγραφαν την πρόσληψη τροφίμων και ροφημάτων, κατέγραφαν και συνέλεξαν δείγματα από όλες τις ουρήσεις για επτά συνεχόμενες ημέρες. Η διαιτητική πρόσληψη νατρίου και καλίου αναλύθηκε σε εικοσιτετράωρα και εξάωρα διάστημα από την ώρα αφύπνισης. Στα δείγματα ούρων πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις στα πρώτα πρωινά, σε εξάωρα και εικοσιτετράωρα δείγματα από την ώρα αφύπνισης. Συνολικά, 163 υγιείς συμμετέχοντες (ηλικία 39 ± 12 έτη; 74 γυναίκες) συμμετείχαν στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα, Ελλάδα. Η μέση απέκκριση νατρίου στα ούρα ήταν 2803.3 ± 1249.0 mg/ημέρα (121.9 ± 54.3 mmol/ημέρα) και η μέση απέκκριση καλίου στα ούρα ήταν 2152.2 ± 913.3 mg/ημέρα (55.2 ± 23.4 mmol/ημέρα). Η υψηλότερη συγκέντρωση καλίου μετρήθηκε στο απογευματινό χρονικό διάστημα, ενώ η χαμηλότερη συγκέντρωση νατρίου μετρήθηκε στο βραδινό δείγμα. Η πρόσληψη νατρίου ήταν 1983.2 ± 814.1 mg/day και η πρόσληψη καλίου ήταν 2264.5 ± 653.3 mg/ημέρα. Οι κατηγορίες τροφίμων που συνεισφέρουν περισσότερο στην πρόσληψη νατρίου που περιέχεται φυσικά στα τρόφιμα είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα (24%), τα διάφορα είδη ψωμιού (22%) και τα αλμυρά σνακ (17%). Στρατηγικές θα πρέπει να ενθαρρύνουν τον ελληνικό πληθυσμό να μετριάσει την πρόσληψη νατρίου και να προωθήσει την πρόσληψη καλίου, υιοθετώντας ένα πιο υγιεινό διατροφικό πρότυπο και έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής.

Μελέτη Δ. Η συνεισφορά των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού και ενέργειας.

Η σημασία της ενυδάτωσης στην υγεία δημιούργησε την ανάγκη της επιπρόσθετης γνώσης σχετικά με την πρόσληψη νερού στο γενικό πληθυσμό και τη συνεισφορά των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού. Αξιολογήθηκε η πρόσληψη νερού σε ένα δείγμα υγιών Ελλήνων ενηλίκων χρησιμοποιώντας δύο προσεγγίσεις. Στη μελέτη I, οι συμμετέχοντες κατέγραφαν την πρόσληψη τροφίμων και ροφημάτων σε επταήμερα ημερολόγια καταγραφής ($n = 178$; 51.1% άνδρες; 37 ± 12 έτη). Στη μελέτη II, οι συμμετέχοντες (διαφορετικός πληθυσμός) συμπλήρωναν το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (WBQ), ένα ημι-ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης ειδικά σχεδιασμένο για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού ($n = 1092$; 48.1% άνδρες; 43 ± 18 έτη). Τα δεδομένα αναλύθηκαν ώστε να διερευνηθεί η συνεισφορά των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού με τις διαφορετικές μεθοδολογίες. Τα ροφήματα κατηγοριοποιήθηκαν στις εξής κατηγορίες: ζεστά ροφήματα, γάλα, χυμοί φρούτων και λαχανικών, αναψυκτικά με ζάχαρη, αναψυκτικά χαμηλά σε

θερμίδες, αλκοολούχα ποτά, νερό, και άλλα ροφήματα. Η συνολική πρόσληψη νερού και η πρόσληψη νερού από ροφήματα βρέθηκε ίση με 2349 (SE 59) mL / ημέρα και 1832 (SE 56) mL / ημέρα στη μελέτη I; και 3254 (SE 43) mL / ημέρα και 2551 (SE 39) mL / ημέρα στη μελέτη II. Και στις δύο μελέτες το πόσιμο νερό είχε τη μεγαλύτερη συνεισφορά στη συνολική πρόσληψη νερού, περίπου 50% της συνολικής πρόσληψης νερού, και ακολουθούσαν τα ζεστά ροφήματα (10% της συνολικής πρόσληψης νερού) και το γάλα (5% της συνολικής πρόσληψης νερού). Οι δύο προσεγγίσεις συνεισφέρουν με νέα δεδομένα για την πρόσληψη νερού στην Ελλάδα και επισημαίνουν τη συνεισφορά των διαφορετικών κατηγοριών ροφημάτων. Επιπλέον, επισημαίνονται οι διαφορές στα αποτελέσματα από τις διαφορετικές μεθοδολογίες που αποδίδονται στους περιορισμούς χρήσης τους.

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη παραδίδει ένα ερευνητικό πρωτόκολλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης, των διακυμάνσεων αυτής μέσα στην ημέρα αλλά και τη διερεύνηση των παραγόντων που την επηρεάζουν σε υγιή ενήλικο πληθυσμό. Στο δείγμα του υγιούς ενήλικου ελληνικού πληθυσμού βρέθηκε ότι το 60% των συμμετεχόντων ήταν ορθά ενυδατωμένο, ενώ το 22% ήταν υπερενυδατωμένο. Σε δείγμα του πληθυσμού της Ελλάδας, της Γερμανίας και της Ισπανίας το 60% των συμμετεχόντων βρέθηκε ορθά ενυδατωμένο. Για πρώτη φορά παρουσιάζονται δεδομένα που αφορούν στη διακύμανση των επιπέδων ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μια συλλογή ούρων τις πρώτες έξι ώρες από την ώρα αφύπνισης, μπορεί να απεικονίσει ικανοποιητικά τα επίπεδα ενυδάτωσης συγκριτικά με την εικοσιτετράωρη συλλογή. Επίσης, διακυμάνσεις παρατηρούνται τόσο στην πρόσληψη όσο και στην απέκκριση νατρίου και καλίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα ροφήματα συνεισφέρουν κατά 80% στη συνολική πρόσληψη νερού, με κύριο συνεισφορέα το πόσιμο νερό, όπως προκύπτει από επταήμερα ημερολόγια καταγραφής και το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (WBQ).

Επιστημονικός τομέας: Διατροφή του ανθρώπου και τροφίμα

Λέξεις κλειδιά: δείκτες ενυδάτωσης, επταήμερα ημερολόγια καταγραφής, εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων, πρόσληψη νερού.

Abstract

Hydration reflects the balance between water intake and loss. Water intake includes, approximately, 20% contribution of water from solid foods and 80% contribution of water from beverages and drinking water. Water loss consists mainly from excretion of water in urine, respiratory water, feces and sweat.

Dehydration is linked with reduced physical and cognitive performance or diseases, such as kidney disease, and in more severe cases may lead to delirium, coma, and death. The evaluation of hydration status in the general population in free-living and/or under special conditions such as in disease or in the work environment is of unequivocal importance for public health.

Selecting the appropriate research tools for evaluating hydration status and water intake is crucial. A synthesis of indices in urine and blood samples is necessary for the evaluation of hydration status of individuals or population groups, as there is no single index to reflect hydration status. Factors such as dietary habits, levels of physical activity and environmental conditions may affect levels of hydration of the population. Hydration is a dynamic state with continuous fluctuations throughout the day. It is of particular interest the study of fluctuations of levels of hydration as well as the levels of sodium and potassium during the day. Mild dehydration during the day may occur because of poor drinking and eating habits or poor accessibility to a variety of fluids or foods. The record of the contribution of different types of beverages to water intake is very important. Therefore, the need to build databases on the estimation of water intake and hydration status in the healthy adult population in free-living conditions is urgent.

In details, the objectives of this study were:

1. The assessment of hydration status by measuring urinary and hematological hydration indices and the estimation of water intake in a sample of healthy adult population of Greece, Spain and Germany.
2. The study of fluctuations of levels of hydration during the day in a sample of healthy Greek adults.
3. The interpretation of urinary sodium and potassium levels as a hydration index but also as indices of sodium and potassium intake in a sample of healthy Greek adults.
4. The contribution of beverages (including drinking water) to water intake in a sample healthy Greek adults.

In order to achieve the above objectives of this study, the individual studies A, B, C and D respectively were carried out:

Study A. Water intake, hydration indices and environmental temperature: The European Hydration Research Study

Hydration status is linked with health, wellness, and performance. Volunteers living in Spain, Germany, or Greece ($n = 573$, 39 ± 12 years, 51.1% males, 25.0 ± 4.6 kg/m² BMI) participated in an eight-day study protocol. Total water intake was estimated from seven-day food and drink diaries and levels of physical activity using the short IPAQ questionnaire. Hydration status was measured in urine samples collected over 24 h for seven days and in blood samples collected in fasting state on the mornings of days 1 and 8. Total water intake was 2.75 ± 1.01 L/ day, water from beverages 2.10 ± 0.91 L/day, water from foods 0.66 ± 0.29 L/day. Urine parameters were: 24 h volume 1.65 ± 0.70 L, 24 h osmolality 631 ± 221 mOsm/kg H₂O, 24 h specific gravity 1.017 ± 0.005 , 24 h excretion of sodium 166.9 ± 54.7 mEq, 24 h excretion of potassium 72.4 ± 24.6 mEq, color chart 4.2 ± 1.4 . Predictors for urine osmolality were age, country,

gender, and BMI. Blood indices were: hemoglobin concentration 14.7 ± 1.7 g/dL, hematocrit $43\% \pm 4\%$ and serum osmolality 294 ± 9 mOsmol/kg H₂O. Water intake was higher in summer (2.8 ± 1.02 L/day) than in winter (2.6 ± 0.98 L/day) ($p = 0.019$). Water intake was associated negatively with urine specific gravity, urine color, and urine sodium and potassium concentrations ($p < 0.01$). A negative association was observed between ambient temperature and physical activity ($r = -0.277$; $p < 0.001$). Lower levels of physical activity with high temperatures did not prevent increased non-renal water losses (i.e., sweating) and elevated urine and blood osmolality ($r = -0.218$ to 0.163 , $p < 0.001$). Moreover, levels of physical activity (combination of summer and winter data) were negatively associated with urine osmolality ($r = -0.153$; $p = 0.001$). Our data suggest that environmental heat acts to reduce voluntary physical activity but this is not sufficient to prevent moderate dehydration. On the other hand, increased physical activity is associated with improved hydration status. Applying urine osmolality cut-offs, approximately 60% of participants were euhydrated and 20% hyperhydrated or dehydrated. Most participants were euhydrated, but a substantial number of people (40%) deviated from a normal hydration level.

Study B. Fluctuations of water intake and of hydration indices during the day in a sample of healthy Greek adults.

Mild dehydration may occur during specific periods of the day because of poor hydration habits and/or limited access to a variety of beverages or foods, for example in work environments. Measurement of hydration indices in spot or in 24h urine samples may mask mild dehydration in specific periods of the day; data on the fluctuation of water intake and of hydration indices during the day in healthy free-living subjects are needed. Healthy subjects ($n=164$ (74 females); age 38 ± 12 years; BMI 24.9 ± 4.7 kg/m²) living in Athens, Greece were enrolled in the study. Subjects recorded their solid food and drink intakes, and recorded and collected all urinations for three consecutive days. Water intake was analyzed in 24h and 6h periods from wake-up time and scored for variety. Urine hydration indices (osmolality, volume, color, specific gravity) were analyzed in 24h samples, in morning urine sample and in samples collected in 6h periods from wake-up time. Fluctuations during the day were significant for the intake of drinking water, hot beverages, milk, fruit and vegetable juices and alcoholic drinks and for urine osmolality, volume, color and specific gravity. The urine volume of the first 6h period after wake-up time (557 ± 231 mL/day) reflects by 76% the 24h urine collection (1331 ± 144 mL/day). The variety score (3.6 ± 1.4) was positively correlated with total beverages intake ($r = 0.238$, $p < 0.001$). Water was preferred to other category of beverages throughout all 6h periods of day. Water intake from all beverages, with the exception of alcoholic beverages, was greater in the first 6h period (morning period) and decreased throughout the day. Hydration indices changed accordingly. The urine sample collected over the first 6 hours after wake up reflects indices in samples collected over 24h better than any spot urine sample.

Study C. Sodium and potassium intake from food diaries and 24h urine collections from 7days in a sample of healthy Greek adults.

The main objective of the present study was to evaluate sodium and potassium intake, employing 24 h and spot urine samples and food diaries for seven consecutive days. For seven consecutive days subjects recorded their food and drink intakes, and recorded and collected all urinations. Food sodium and potassium intake were analyzed in 24- and 6-h intervals from wake-up time. Urine indices were analyzed in first morning, 24- and 6-h intervals samples over the day from wake-up time. The study took place in Agricultural University of Athens, Greece. In total, 163 healthy subjects (age 39 ± 12 years; 74 females) were enrolled in the study. Mean urine sodium excretion was $2,803.3 \pm 1,249.0$ mg/day (121.9 ± 54.3 mmol/day) and

mean urine potassium excretion was $2,152.2 \pm 913.3$ mg/day (55.2 ± 23.4 mmol/day). The highest potassium concentration was measured in the afternoon, while the lowest sodium concentration was measured in the overnight 6-h interval. Food sodium intake was $1,983.2 \pm 814.1$ mg/day and food potassium was $2,264.5 \pm 653.3$ mg/day. The sources that contribute most in food sodium intake are dairy products 24%, breads 22%, and savory snacks 17%. Strategies should encourage the Greek population to moderate sodium intake and promote potassium intake, thus adopting a healthier dietary and lifestyle pattern.

Study D. The contribution of beverages to water and energy intake.

Awareness on the importance of hydration in health has created an unequivocal need to enrich knowledge on water intake of the general population and on the contribution of beverages to total water intake. We evaluated in the past water intake in a sample of Greek adults using two approaches. In study I, subjects recorded water, beverage, and food intake in seven-day diaries ($n = 178$; 51.1% males; 37 ± 12 years). In study II, subjects (a different population) completed the Water Balance Questionnaire (WBQ), a food frequency questionnaire, designed to evaluate water intake ($n = 1092$; 48.1% males; 43 ± 18 years). Herein, data were reanalyzed with the objective to reveal the contribution of beverages in total water intake with these different methodologies. Beverage recording was grouped in the following categories: Hot beverages; milk; fruit and vegetable juices; caloric soft drinks; diet soft drinks; alcoholic drinks; other beverages; and water. Total water intake and water intake from beverages was 3254 (SE 43) mL/day and 2551 (SE 39) mL/day in study I; and 2349 (SE 59) mL/day and 1832 (SE 56) mL/day in study II. In both studies water had the highest contribution to total water intake, approximately 50% of total water intake, followed by hot beverages (10% of total water intake) and milk (5% of total water intake). These two approaches contribute information on water intake in Greece and highlight the contribution of different beverages; moreover, they point out differences in results obtained from different methodologies attributed to limitations in their use.

In conclusion, the present study delivers a research protocol that could be used to assess levels of hydration, fluctuations during the day, but also to discover factors that affect hydration in healthy adult population. In the sample of the healthy Greek adult population found that 60% of subjects were euhydrated, while approximately 22% were hyperhydrated. In the sample of the Greek, German and Spanish population found that 60% of the subjects were euhydrated. For the first time are presented data of fluctuations of hydration during the day. A six hours urine collection from wake-up time may adequately reflect levels of hydration compared with the 24h urine collection. Also, fluctuations are observed in the intake and excretion of sodium and potassium during the day. Beverages contribute 80% to total water intake, with main contributor the drinking water, using seven day-diary records and the Water Balance Questionnaire (WBQ).

Scientific field: Human nutrition and foods

Keywords: hydration indices, seven day diary records, 24h urine collection, water intake.

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Το νερό αποτελεί το κύριο συστατικό του ανθρώπινου σώματος, περίπου το 60% του σωματικού βάρους. Η αύξηση του ποσοστού του λιπώδους ιστού συνεπάγεται μειωμένο ποσοστό του νερού στο σώμα, ενώ όσο αυξάνεται η άλιπη μάζα του σώματος τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του νερού στο σώμα. Στα νεογνά το 75% του σωματικού τους βάρους αποτελείται από νερό. Το ολικό νερό σώματος κατανέμεται στον ενδοκυττάριο (περίπου 2/3, 400mL/kg) και στον εξωκυττάριο χώρο (περίπου 1/3, 200mL/kg) [1].

Το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να παράξει αρκετό νερό κατά το μεταβολισμό, ή να αποκτήσει αρκετό νερό από την κατανάλωση των τροφίμων προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες του. Συνεπώς, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να εξασφαλίζουμε τις καθημερινές μας ανάγκες, και να αποφεύγουμε τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Παρά τη σπουδαία σημασία του, συχνά το νερό δεν αναφέρεται στις διατροφικές συστάσεις καθώς και η σημασία της επαρκούς ενυδάτωσης. Το νερό είναι το κύριο συστατικό των κυττάρων, των ιστών και των οργάνων και είναι ζωτικής σημασίας. Αξίζει να αναφερθεί πως παρά τη μεγάλη σημασία του νερού πολλές φορές δεν αναφέρεται η σημασία της επαρκούς ενυδάτωσης.

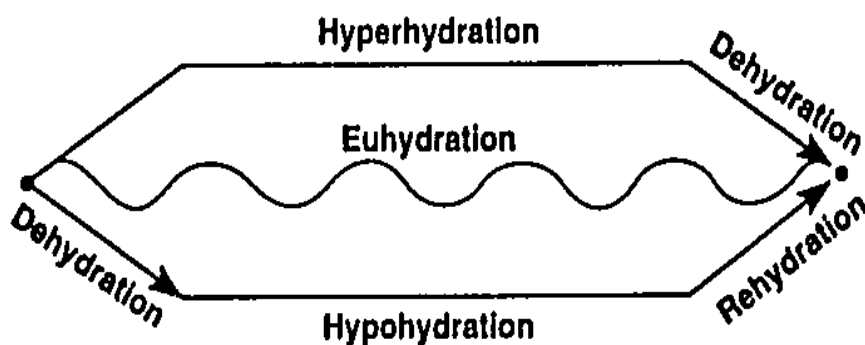
1.1. Ισοζύγιο νερού

Το ισοζύγιο νερού ορίζεται ως η διαφορά της συνολικής πρόσληψης νερού από τις συνολικές απώλειες νερού. Η πρόσληψη νερού περιλαμβάνει: το μεταβολικό νερό, όπου παράγεται νερό με την οξείδωση οργανικών θρεπτικών ουσιών και το διατροφικό νερό, όπου προσλαμβάνεται με την κατανάλωση υγρών και στερεών τροφίμων. Οι απώλειες νερού προς το περιβάλλον πραγματοποιούνται μέσω τεσσάρων διαφορετικών οδών: της επιδερμίδας, του αναπνευστικού συστήματος, του γαστρεντερικού σωλήνα και του ουροποιητικού σωλήνα. Η πρόσληψη νερού μπορεί να υπολογισθεί από τους καταναλισκόμενους όγκους ροφημάτων και τους πίνακες σύνθεσης τροφίμων ενώ οι απώλειες μπορούν να εκτιμηθούν μέσω εργαστηριακών και φυσιολογικών μετρήσεων. Παράγοντες όπως η ηλικία και το φύλο του ατόμου, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και ο τρόπος ζωής μπορούν να επηρεάσουν το ισοζύγιο νερού [2].

Το υδατικό ισοζύγιο ρυθμίζεται κανονικά με απόκλιση $\pm 0.2\%$ του σωματικού βάρους σε διάστημα 24 ωρών σε υγιή άτομα που βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας, παρά τη μεγάλη μεταβλητότητα της απέκκρισης νερού που κυμαίνεται από 1500 έως 3000 mL/ημέρα [3]. Σε υγιή άτομα οι νεφροί είναι οι βασικοί ρυθμιστές της υδατικής ισορροπίας. Οι νεφροί αν και φιλτράρουν περισσότερα από 150L υγρών ανά ημέρα, λιγότερο από το 1% εκκρίνεται στα ούρα. Η νεφρική ρύθμιση νερού πραγματοποιείται από τον υποθάλαμο, την υπόφυση και τους νεφρούς τα οποία ρυθμίζουν την ομοίωση νερού στον οργανισμό. Η τονικότητα του πλάσματος στον υποθάλαμο και την υπόφυση ρυθμίζει την έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH antidiuretic hormone) ή αλλιώς αγγειοπιεσίνη (AVP- arginine vasopressin). Η ADH είναι μια πεπτιδική ορμόνη εννέα αμινοξέων, η οποία ενεργοποιεί συγκεκριμένους μηχανισμούς των νεφρών και κατέχει κύριο ρόλο στη διευθέτηση της τονικότητας του πλάσματος [4,5]. Η ADH συντίθεται και απελευθερώνεται στον υποθάλαμο του εγκεφάλου ως απάντηση σημάτων που προέρχονται από τον υπεροπτικό πυρήνα του υποθαλάμου.

Οι νεφροί με φυσιολογική λειτουργία ανταποκρίνονται με τρόπο ανάλογο, αποβάλλοντας την περίσσεια υγρού σε περίπτωση υπερυδάτωσης ή κατακρατώντας νερό σε περίπτωση αφυδάτωσης [4]. Ο όγκος των παραγόμενων ούρων εξαρτάται από την δράση της αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH) [6]. Η

αύξηση της ωσμωτικότητας του εξωκυττάριου υγρού επιφέρει έκκριση της ADH, ως αποτέλεσμα της αφυδάτωσης. Σε περιπτώσεις αφυδάτωσης οι ωσμωυποδοχείς (νευρικά κύτταρα) ανιχνεύουν την αυξημένη ωσμωτικότητα του πλάσματος με αποτέλεσμα να απελευθερώνεται η ADH. Η δίψα διεγείρεται από την αύξηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος, τη μείωση του όγκου του πλάσματος. Η έκκριση της ADH ενεργοποιείται όταν η ωσμωτικότητα του πλάσματος ξεπεράσει τα 280 - 288 mOsm/kg νερού. Συνεπώς, η δίψα ενεργοποιείται σε περιπτώσεις που η ωσμωτικότητα του πλάσματος φτάσει την τιμή των 290 288 mOsm/kg νερού [4]. Μια απώλεια σωματικού νερού κατά 1% θα αυξήσει την ωσμωτικότητα του πλάσματος και μια απώλεια νερού της τάξης του 2% θα επηρεάσει αρνητικά την άσκηση. Μια απώλεια της τάξης του 20% μπορεί να είναι απειλητική για τη ζωή [7].



Εικόνα 1. Διάγραμμα των καταστάσεων υδάτωσης του σώματος [8]

Η φυσιολογία της εφυδάτωσης δεν είναι μια σταθερή κατάσταση, αλλά μάλλον μια δυναμική κατάσταση (ημιτονοειδές κύμα) κατά την οποία υπάρχει συνεχής απώλεια νερού από το σώμα και μπορεί να υπάρξει μια χρονική καθυστέρηση αντικατάστασης του ή μπορεί να υπάρχει μια μικρή περίσσεια και στη συνέχεια απώλεια [9]. Οι περιπτώσεις υδάτωσης του σώματος που διακρίνουμε είναι η υπερενυδάτωση, η εφυδάτωση και η αφυδάτωση.

Πίνακας 1. Ορισμοί των καταστάσεων υδάτωσης του σώματος.

| Έννοια | Ορισμός |
|---------------|--|
| Εφυδάτωση | Οι μεταβολές στο ισοζύγιο του νερού του σώματος είναι της τάξης του 1% |
| Υπερενυδάτωση | Η κατάσταση όπου υπάρχει πλεόνασμα νερού στο σώμα - θετικό ισοζύγιο νερού |
| Αφυδάτωση | Η κατάσταση όπου υπάρχει έλλειμμα νερού στο σώμα - αρνητικό ισοζύγιο νερού |

Εφυδάτωση είναι η κατάσταση της υδατικής ισορροπίας, όπου το ισοζύγιο λαμβάνει τιμές κοντά στο μηδέν. Επίσης, όταν οι μεταβολές στις τιμές του ισοζυγίου νερού είναι της τάξης του 1% αναφερόμαστε στην κατάσταση της εφυδάτωσης. Υπερενυδάτωση είναι η κατάσταση που το ισοζύγιο νερού είναι θετικό (περίσσεια νερού) και υποενυδάτωση η κατάσταση που το ισοζύγιο νερού είναι αρνητικό (έλλειμμα νερού). Αφυδάτωση είναι η διαδικασία της απώλειας νερού από το σώμα και μπορεί να συμβεί από την κατάσταση της υπερενυδάτωσης στην κατάσταση της εφυδάτωσης συνεχίζοντας προς την υποενυδάτωση. Η επανυδάτωση είναι η διαδικασία απόκτησης νερού στο σώμα από την κατάσταση της υποενυδάτωσης προς την εφυδάτωση [8].

1.2. Πρόσληψη νερού

Η πρόσληψη νερού στο σώμα πραγματοποιείται μέσω του γαστρεντερικού συστήματος από την κατανάλωση τροφίμων και ποτών και μέσω της παραγωγής μεταβολικού νερού. Η πρόσληψη νερού επηρεάζεται από ρυθμιζόμενους (υποδοχείς στον εγκέφαλο, στο στόμα ή στα αιμοφόρα αγγεία) και μη ρυθμιζόμενους παράγοντες (κοινωνικές, πολιτιστικές συμπεριφορές).

1.2.1 Πρόσληψη νερού από τρόφιμα και υγρά

Η πρόσληψη νερού περιλαμβάνει πέραν της πρόσληψης πόσιμου νερού, την πρόσληψη ροφημάτων και υγρών και στερεών τροφίμων, τα οποία απορροφώνται από το γαστρεντερικό σωλήνα. Τα ροφήματα συνεισφέρουν περίπου 70-80% στη συνολική πρόσληψη νερού, και τα στερεά τρόφιμα περίπου 20-30% [3,10].

Όλοι οι οργανισμοί έχουν αναπτύξει εξαιρετικά ευαίσθητους μηχανισμούς για τη διατήρηση του νερού του σώματος και την πρόσληψη νερού μέσω του αισθήματος της δίψας. Οι άνθρωποι καταναλώνουν υγρά κυρίως για ευχαρίστηση, αλλά η μεγαλύτερη κατανάλωση υγρών οφείλεται στην έλλειψη νερού που προκαλεί τη φυσιολογική δίψα. Ο μηχανισμός της δίψας είναι αρκετά κατανοητός σήμερα [11]. Σε φυσιολογικές συνθήκες η κατανάλωση υγρών συμβαδίζει με τις ανάγκες του σώματος σε νερό, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε μη βέλτιστα επίπεδα ενυδάτωσης [12]. Ο λόγος της μη φυσιολογικής κατανάλωσης ροφημάτων συχνά σχετίζεται με τη μεγάλη ικανότητα των νεφρών να απομακρύνουν γρήγορα την περίσσεια νερού ή να μειώνουν την απέκκριση ούρων για την προσωρινή εξοικονόμηση νερού. Αυτή η διαδικασία απέκκρισης μπορεί να αναβάλλει μόνο την ανάγκη για κατανάλωση ή διακοπή της κατανάλωσης περίσσειας νερού [11]. Η πρόσληψη νερού παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις σε επίπεδο πληθυσμού που εξαρτώνται από τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, κοινωνικούς παράγοντες, και διατροφικές επιλογές [13].

1.2.2 Απορρόφηση νερού μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα

Το νερό προσλαμβάνεται μέσω της κατανάλωσης υγρών και στερεών τροφίμων και απορροφάται στο αίμα από τις λάχνες του λεπτού εντέρου αναμειγμένο με πεπτικούς χυμούς και θρεπτικά μόρια. Στο γαστρεντερικό σωλήνα εισέρχονται περίπου 8.5L νερού με ηλεκτρολύτες σε ημερήσια βάση. Από τα 8L, περίπου τα 7L (σίελος 1500 mL, γαστρικό υγρό 3000 mL, χολή 500 mL, παγκρεατικό και εντερικό υγρό 2000 mL) είναι πεπτικά υγρά, ενώ το 1.5 λίτρο εισάγεται μέσω των τροφίμων και των ροφημάτων. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού (περίπου 8L) απορροφάται από το λεπτό έντερο (ελάχιστο ποσό απορροφάται από το στομάχι) [14].

Η απορρόφηση του νερού επιτελείται με ενεργητική κυτταρική λειτουργία, δηλαδή μετακινούνται ενεργητικά διάφορες ουσίες (κυρίως ηλεκτρολύτες), με συνέπεια τη δημιουργία διαφοράς ωσμωτικής πίεσης μεταξύ του αυλού του εντέρου και διαφόρων ενδοκυττάρων θέσεων. Υπό αυτές τις συνθήκες μετακινείται νερό με ώσμωση στις θέσεις αυτές, που στη συνέχεια, μαζί με τους διαλυμένους ηλεκτρολύτες και τις άλλες ουσίες που απομυζούνται, διοχετεύεται στο μεσοκυττάριο υγρό των λαχνών και από εκεί στα αιμοφόρα αγγεία και σε μικρότερο βαθμό στα τριχοειδή [14].

1.2.3 Μεταβολικά παραγόμενο νερό

Η μέση ημερήσια πρόσληψη νερού κυμαίνεται από 500 έως και 25000mL (σε ακραίες περιπτώσεις) σε υγιή άτομα. Νερό επίσης παράγεται κατά τον οξειδωτικό μεταβολισμό. Για 1g γλυκόζης, παλμιτικού οξέος και πρωτεΐνης (αλβουμίνη) παράγονται ενδογενώς 0.6, 1.12 και 0.37 mL νερού, ενώ για 100kcal ενέργειας παράγονται 15, 13 και 9 mL νερού αντίστοιχα [15].

1.2.4 Γλυκογονικό νερό

Τα άτομα που έχουν αυξημένο γλυκογόνο ενδέχεται να έχουν και αυξημένο ολικό νερό σώματος. Το επιπλέον αυτό νερό που σχετίζεται με το αυξημένο μυϊκό γλυκογόνο είναι σχετικά μικρό (~200mL) δεδομένης της μικρής απόλυτη τιμής της μυϊκής μάζας και λαμβάνοντας υπόψιν πως σε κάθε γραμμάριο γλυκογόνου αντιστοιχούν 3mL νερού (λόγω της δομής γλυκογόνου). Ωστόσο, οι απώλειες υγρών λόγω γλυκογονόλυσης δεν έχουν σημαντική επίδραση στο ισοζύγιο νερού [16].

1.3. Απώλειες νερού

Οι απώλειες νερού ενός ενήλικα είναι περίπου 2-3L ημερησίως. Το νερό αποβάλλεται από το σώμα μέσω διαφόρων οδών, δηλαδή μέσω της νεφρικής οδού με τα ούρα, της δερματικής οδού, ακόμα και όταν δεν είναι ορατή η εφίδρωση, της αναπνευστικής οδού, μέσω του δέρματος, και της γαστρεντερικής οδού, με τα κόπρανα και τον εμετό. Επίσης, οι απώλειες νερού εξαρτώνται από παράγοντες όπως το κλίμα, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η σχετική υγρασία.

1.3.1 Απώλειες νερού μέσω ουροποιητικού συστήματος

Σε φυσιολογικές συνθήκες, οι νεφροί είναι οι κύριοι ρυθμιστές του ισοζυγίου νερού. Το βάρος τους είναι λιγότερο από 0.5% του συνολικού σωματικού βάρους, αλλά η ροή αίματος σε κατάσταση ηρεμίας είναι περίπου το 25% της καρδιακής παροχής. Αν και οι νεφροί μεταβάλλουν περισσότερο από 150L υγρών σε ημερήσια βάση, λιγότερο από το 1% αυτών των υγρών εκκρίνεται στην πραγματικότητα στα ούρα [1].

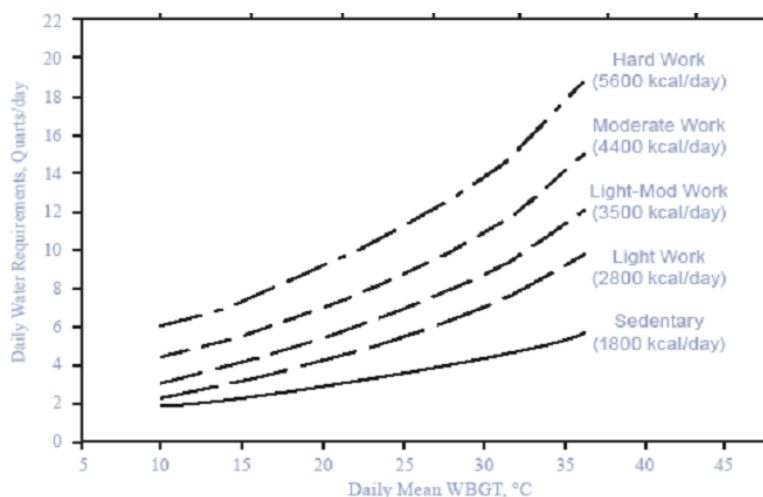
Το νερό αποβάλλεται με τα ούρα και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το νερό που προσλαμβάνεται. Η παραγωγή ούρων είναι αντιστρόφως ανάλογη με την κατάσταση υδάτωσης του σώματος, μειώνεται σταδιακά με την υποενυδάτωση και αυξάνεται κατακόρυφα με την υπερενυδάτωση. Σε ένα φυσιολογικό ενήλικα, και εφόσον ο μηχανισμός του αισθήματος της δίψας λειτουργεί κανονικά, το ποσό αυτό κυμαίνεται στα 1-1.5 L/ημέρα. Σε περιπτώσεις στέρησης νερού, οι υποχρεωτικές απώλειες ούρων περιορίζονται στα 400-500mL, ώστε να αποβληθούν τα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού [17,18]. Επίσης, το στρες από την άσκηση και τη θερμότητα μπορεί να μειώσει την παραγωγή ούρων από 20 έως και 60% [19,20].

Η νεφρική απέκκριση νερού ελέγχεται κατά κύριο λόγο από την αργινίνη βασοπρεσίνη (AVP αντιδιουρητική ορμόνη) και το σύστημα ρενίνης αγγειοτενσίνης. Επίσης, ορμόνες όπως η ατριοπεπτίνη [21], και η ουροδιλατίνη [22] έχουν σημαντικό ρόλο. Η AVP, η κύρια ορμόνη ρύθμισης των υγρών, ελέγχεται από σήματα ώσμωσης και πίεσης [23]. Τα επίπεδα της AVP αυξάνονται γρήγορα με μικρές αλλαγές στην ωσμωτικότητα, και οι μεταβολές στον όγκο του πλάσματος φαίνεται να διαμορφώνονται από την ωσμωτική διέγερση. Όταν επικρατούν καταστάσεις αφυδάτωσης διεγείρεται το αίσθημα της δίψας και αυξάνονται τα επίπεδα της AVP ορμόνης. Η δίψα οδηγεί σε

αυξημένη κατανάλωση ροφημάτων (εφόσον είναι διαθέσιμα), και αυξημένες συγκεντρώσεις της AVP προκειμένου να εμποδίσει τις απώλειες νερού μέσω της μειωμένης απέκκρισης ούρων. Η AVP ανταποκρίνεται στην αφυδάτωση με αλλαγές στο χρώμα των ούρων, την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος [24].

1.3.2 Απώλειες νερού μέσω του δέρματος

Οι απώλειες νερού μέσω του δέρματος είναι υποτονικές συγκριτικά με το πλάσμα και το εξωκυττάριο υγρό. Η συγκέντρωση Na^+ του ιδρώτα είναι ίση με 20-50 mmol/L, ενώ του εξωκυτταρίου υγρού είναι 150 mmol/L. Η έντονη εφίδρωση οδηγεί σε μεγαλύτερη απώλεια νερού από την απώλεια ηλεκτρολυτών [15].



Εικόνα 2. Ημερήσιες ανάγκες σε νερό ως συνάρτηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Τα παχύσαρκα άτομα εμφανίζουν πολύ μεγάλη απώλεια υγρών μέσω του δέρματος, που υπολογίζεται ότι μπορεί να φθάσει μέχρι και τα 3000mL/ημέρα. Μεγάλες απώλειες παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι οποίες κυμαίνονται από 800 έως 2000mL/ώρα [25], ενώ υπάρχουν άτομα που οι απώλειες νερού μέσω του δέρματος μπορεί να φτάσουν και τα 3700mL/ώρα [26]. Επίσης, σε περιπτώσεις χειρουργικών επεμβάσεων οι απώλειες νερού είναι πιθανό να αυξηθούν έως και 15%.

Οι απώλειες νερού μέσω της εφίδρωσης έχουν σημαντικό θερμορυθμιστικό ρόλο. Για κάθε ένα λίτρο ιδρώτα που αποβάλλεται, 580kcal θερμότητας διαχέονται στο περιβάλλον. Οι απώλειες νερού μέσω του υποτονικού ιδρώτα είναι περίπου 500mL/ημέρα. Ωστόσο, οι απώλειες αυτές αυξάνονται με τον πυρετό, το έγκαυμα, τον αυξημένο μεταβολισμό και τις υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος [24,27-29].

1.3.3 Απώλειες νερού μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα

Μια σχετικά μικρή ποσότητα νερού (περίπου 100mL) αποβάλλεται καθημερινά μέσω των κοπράνων. Η μεγαλύτερη ποσότητα των υγρών που εισέρχεται στο λεπτό έντερο επαναπορροφάται εκεί, και το υπόλοιπο εισέρχεται στο παχύ έντερο. Σε περιπτώσεις διάρροιας, εμετού και άλλων γαστρεντερικών παθήσεων, οι απώλειες νερού αυξάνουν σημαντικά και μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή αφυδάτωση [24,30].

1.3.4 Απώλειες νερού μέσω του αναπνευστικού συστήματος

Η σχετικά μικρή απώλεια νερού μέσω της αναπνευστικής οδού μπορεί να εκτιμηθεί με βάση τον όγκο αναπνοής και τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Παράγοντες όπως η άσκηση, ο υπεραερισμός, ο πυρετός και η χαμηλή υγρασία του περιβάλλοντος προκαλούν μεγαλύτερες απώλειες μέσω της αναπνευστικής οδού. Οι απώλειες νερού μέσω της αναπνευστικής οδού δεν ξεπερνούν τα 200mL μια τυπική ημέρα, με χαμηλά ή μέτρια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας [24,27,31].

1.4. Μέθοδοι εκτίμησης επιπέδων ενυδάτωσης

1.4.1 Αιματολογικοί δείκτες ενυδάτωσης

1.4.1.1 Ωσμωτικότητα πλάσματος και ορού

Η ωσμωτικότητα του πλάσματος, η οποία αντανακλά την ενδοκυτταρική ωσμωτικότητα, θεωρείται ένας καλός δείκτης της εκτίμησης των επιπέδων ενυδάτωσης. Η εξωκυτταρική ωσμωτικότητα είναι η πιο σημαντική λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος στον έλεγχο της ισορροπίας πρόσληψης υγρών – ηλεκτρολυτών. Συνεπώς, η ωσμωτικότητα του πλάσματος δεν μπορεί να ανιχνεύσει τη χρόνια υποενυδάτωση καθώς ο εγκέφαλος επηρεάζεται συνεχώς από αλλαγές στην ωσμωτικότητα του πλάσματος. Οι φυσιολογικές τιμές της ωσμωτικότητας του πλάσματος κυμαίνονται από 280 έως 290 mOsm/kg και σπάνια παρατηρούνται αποκλίσεις μεγαλύτερες από 1-2% σε υγιή ορθά ενυδατωμένα άτομα. Τιμές της ωσμωτικότητας του πλάσματος μεγαλύτερες από 290 mOsm/kg μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατώφλι από την ορθή ενυδάτωση στην αφυδάτωση [32].

Οι αναλύσεις απαιτούν οσμόμετρο και έναν εκπαιδευμένο εργαστηριακό τεχνικό και είναι χρονοβόρες. Το δείγμα ψύχεται με σύστημα ψύξης peltier και η θερμοκρασία παρακολουθείται ηλεκτρονικά. Όταν το δείγμα φτάσει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία-στόχο κάτω από το σημείο ψύξης, αρχίζει αυτόματα η διαδικασία κρυστάλλωσης του δείγματος. Αυτή πραγματοποιείται με έγχυση παγοκρυστάλλων στο διάλυμα μέσω της βελόνας από ανοξείδωτο χάλυβα η οποία ψύχεται από ένα δευτερεύον σύστημα ψύξης. Η άκρη της βελόνας περιέχει μικρούς παγοκρυστάλλους που δημιουργούνται από την υγρασία στον αέρα. Κατά τη διάρκεια της κρυστάλλωσης σχηματίζεται αυθόρμητα πάγος. Η θερμότητα που αφαιρέθηκε κατά την διάρκεια της υπο-ψύξης, απελευθερώνεται και πάλι και έτσι η θερμοκρασία του δείγματος αυξάνεται αυθόρμητα μέχρι το σημείο πήξης του. Εάν το δείγμα αποτελείται από ένα διάλυμα, το καθαρό νερό θα αρχίσει αυτόματα να κρυσταλλώνεται και τα μόρια/ίοντα του διαλύματος θα κινηθούν προς το υπόλοιπο του διαλύματος. Αυτό σημαίνει πως όταν μετριέται η θερμοκρασία του σημείου πήξης, η συγκέντρωση στο διάλυμα είναι υψηλότερη από ότι στο αρχικό διάλυμα. Η τιμή ωσμωτικότητας λαμβάνεται στο σημείο που η θερμοκρασία αρχίζει να πέφτει.

Σε περιπτώσεις που η μέτρηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος δεν είναι δυνατή, αυτή μπορεί να υπολογιστεί μαθηματικά ως εξής:

$$\text{Ωσμωτικότητα} = 2 \times [\text{Na}^+] + [\text{ουρία}] + [\text{γλυκόζη}]$$

Με εξαίρεση παθολογικές καταστάσεις, όπως ο διαβήτης και χρόνιες νεφρικές παθήσεις με αυξημένη ουραμία, η συγκέντρωση του νατρίου συσχετίζεται ισχυρά με την ωσμωτικότητα του πλάσματος, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά [32].

Η μέτρηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος μπορεί να μην είναι κατάλληλη μέθοδος σε μεγάλες πληθυσμιακές μελέτες εκτίμησης των επιπέδων

ενυδάτωσης, διότι η λήψη αίματος θεωρείται επεμβατική μέθοδος. Επίσης, κατά τη διάρκεια της άσκησης η ωσμωτικότητα του πλάσματος αλλάζει, ενώ σε περιπτώσεις χρόνιας αφυδάτωσης, όπως σε άτομα που καταναλώνουν μικρές ποσότητες υγρών ή κατά τη διάρκεια προοδευτικής αφυδάτωσης, η ωσμωτικότητα του πλάσματος διατηρείται, ενώ οι ουρολογικοί δείκτες αλλάζουν λόγω της προσαρμογής των νεφρών [32].

Κατά τη διάρκεια της αφυδάτωσης, και ειδικά στις περιπτώσεις υπερτονικής αφυδάτωσης, τα επίπεδα νατρίου και ωσμωτικότητας του πλάσματος αυξάνονται. Σε μια μελέτη των Porowski και συν. [33] παρατηρήθηκε αύξηση στα επίπεδα της ωσμωτικότητας του πλάσματος ακόμα και με αφυδάτωση της τάξης του 1% του σωματικού βάρους. Μέτρηση ορμονών όπως η AVP, η ρενίνη, η αλδοστερόνη και η ατριοπεπτίνη δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης [34,35]. Η AVP αυξάνεται γραμμικά με την αφυδάτωση και αυξάνονται τα επίπεδα ωσμωτικότητας του πλάσματος. Τα αυξημένα επίπεδα AVP έχουν δραστική αντιδιουρητική επίδραση στους νεφρούς και οδηγεί σε γρήγορη και σημαντική μείωση της παραγωγής ούρων, ενώ η ωσμωτικότητα ούρων και το ειδικό βάρος αυξάνονται [9].

1.4.1.2 Συγκέντρωση νατρίου πλάσματος

Η ωσμωτικότητα του πλάσματος εξαρτάται από τη συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών στο πλάσμα. Το νάτριο είναι ο κύριος ηλεκτρολύτης του εξωκυττάρου υγρού και είναι υπεύθυνο για την ωσμωτικότητα του πλάσματος, σε συνδυασμό με τα ανιόντα, την ουρία και τη γλυκόζη [32]. Σε περιπτώσεις που η απώλεια νερού είναι υποτονική παρατηρείται αύξηση στη συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα ή τον ορό του αίματος και στην ωσμωτικότητα του ορού ή του πλάσματος. Επίσης, σε περιπτώσεις υποενυδάτωσης, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας νερού μέσω του ιδρώτα, της παραγωγής ούρων ή διάρροιας αναμένεται μια αύξηση στη συγκέντρωση του νατρίου του πλάσματος [9].

Ωστόσο, σε άτομα που μελέτησαν οι Francesconi και συν. [36] και έχασαν πάνω από 3% της σωματικής μάζας κυρίως μέσω του ιδρώτα δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στον αιματοκρίτη ή την ωσμωτικότητα του πλάσματος. Παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν από τον Armstrong και συν. [25,37]. Αυτό πιθανώς υποδηλώνει ότι ο όγκος του πλάσματος προστατεύεται ώστε να διατηρηθεί η καρδιακή σταθερότητα, και έτσι οι δείκτες του πλάσματος δεν επηρεάζονται από την υποενυδάτωση μέχρι να επέλθει μια συγκεκριμένη απώλεια νερού στο σώμα [9].

1.4.1.3 Συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης ή του αιματοκρίτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης των επιπέδων ενυδάτωσης. Ωστόσο, μεταβολές στη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη αντιπροσωπεύουν τις αλλαγές στον όγκο του πλάσματος και όχι στο ολικό νερό του σώματος [24].

Οι τιμές της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες. Χειρισμοί όπως η χρήση ενός αιμοστατικού επιδέσμου κατά την αιμοληψία έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί αλλαγές στον αιματοκρίτη και την αιμοσφαιρίνη. Επίσης, η ορθοστασία για 20 λεπτά πριν τη λήψη του δείγματος αίματος προκαλεί αλλαγές στις τιμές του αιματοκρίτη και της αιμοσφαιρίνης και εν συνεχεία στον όγκο του πλάσματος. Ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη μπορούν να αποτελέσουν έγκυρους δείκτες των επιπέδων ενυδάτωσης αλλά απαιτούνται αξιόπιστες μετρήσεις ελέγχου αυτών των παραμέτρων για την ακριβή αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης [9,24,33,38].

1.4.2 Ουρολογικοί δείκτες επιπέδων ενυδάτωσης

1.4.2.1 Χρώμα ούρων

Το χρώμα των ούρων χρησιμοποιείται συχνά ως δείκτης των επιπέδων ενυδάτωσης του οργανισμού, σε περιπτώσεις που μετρήσεις όπως το ειδικό βάρος ή η ωσμωτικότητα των ούρων δεν είναι εφικτή για την καθημερινή παρακολούθηση [39]. Το χρώμα των ούρων προσδιορίζεται από την ποσότητα των διαλυτών ουσιών μέσα σε αυτά [40]. Όταν αποβάλλονται μεγάλοι όγκοι ούρων, τα ούρα είναι αραιωμένα και οι διαλυμένες ουσίες απεκκρίνονται σε μεγάλο όγκο. Αυτό δίνει στα ούρα ένα πολύ χλωμό χρώμα. Όταν αποβάλλονται μικροί όγκοι ούρων, τα ούρα έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση και οι διαλυμένες ουσίες απεκκρίνονται σε μικρό όγκο. Αυτό δίνει στα ούρα ένα σκούρο χρώμα [9].

Οι Armstrong και συν. [25] το 1994 εισήγαγαν μια κλίμακα οκτώ επιπέδων χρώματος για να διερευνήσουν εάν η κατάσταση ενυδάτωσης ενός ατόμου μπορεί να αξιολογηθεί με βάση το χρώμα των ούρων. Έλαβαν δείγματα ούρων από 54 άτομα (άνδρες και γυναίκες) που ήταν καλά ενυδατωμένοι, εφυδατωμένοι ή υποενυδατωμένοι κατά τη διάρκεια άσκησης, και μέτρησαν το χρώμα των ούρων, την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ του χρώματος των ούρων με το ειδικό βάρος και την ωσμωτικότητα, δείχνοντας ότι και οι 3 δείκτες είναι κατάλληλοι για την εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης. Το χρώμα των ούρων είναι ένας ικανοποιητικός δείκτης ενυδάτωσης, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αθλητικές και βιομηχανικές εφαρμογές και μελέτες, αλλά όχι σε εργαστηριακές εφαρμογές, όπου απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια.

Σε μια μελέτη παρακολούθησης [37] μελετήθηκε η εγκυρότητα του χρώματος των ούρων ως δείκτης ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης, την περίοδο αφυδάτωσης και επανυδάτωσης. Βρέθηκε ότι το χρώμα των ούρων, η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος είναι αξιόπιστοι δείκτες ενυδάτωσης στον ενήλικο πληθυσμό. Επιπλέον, βρήκαν ότι το χρώμα των ούρων ήταν εξίσου αποτελεσματικό με το ειδικό βάρος των ούρων, την ωσμωτικότητα ούρων, τον όγκο ούρων, την ωσμωτικότητα πλάσματος, το νάτριο πλάσματος και την πρωτεΐνη πλάσματος.

Οι Fletcher και συν. [41] εξέτασαν την εγκυρότητα του χρώματος των ούρων ως δείκτης ενυδάτωσης σε 40 ασθενείς που βρίσκονταν σε κρίσιμη κατάσταση. Βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του χρώματος των ούρων και του όγκου των ούρων, και μεταξύ του χρώματος των ούρων και του λόγου του νατρίου στα ούρα προς το νάτριο του πλάσματος. Σε περιπτώσεις που επικρατούν υψηλά επίπεδα αφυδάτωσης, οι ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης είναι πιθανό να μην περιγράφουν ακριβώς το βαθμό της αφυδάτωσης.

Οι Kovacs και συν. [42] μελέτησαν την ακρίβεια του χρώματος των ούρων, της ωσμωτικότητας και της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για την αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ταχείας επανυδάτωσης μετά από άσκηση. Κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης είναι μέτριοι δείκτες των επιπέδων ενυδάτωσης.

Το χρώμα των ούρων είναι πιθανόν να επηρεάζεται από παράγοντες που δεν σχετίζονται με την ενυδάτωση όπως η λήψη τροφής, φαρμάκων και συμπληρωμάτων [43] καθώς και την κατανάλωση μεγάλου όγκου υποτονικών υγρών [44,45].

Οι Shirreffs και Maughan [46] προτείνουν τη χρήση ενός πρώτου πρωινού δείγματος ούρων, το οποίο αποτυπώνει καλύτερα την ενυδάτωση του σώματος.

Η τακτική παρακολούθηση του χρώματος των ούρων και η αύξηση της πρόσληψης νερού, όταν το χρώμα είναι σκούρο κίτρινο προς πορτοκαλί, είναι μια απλή, γρήγορη και οικονομική τεχνική για τον έλεγχο των επιπέδων ενυδάτωσης στα περισσότερα άτομα του γενικού πληθυσμού [39]. Τα φυσιολογικά ούρα ενός ανθρώπου σε φυσιολογικά επίπεδα ενυδάτωσης είναι διάφανα προς ανοιχτά κίτρινα [43].

1.4.2.2 Ειδικό βάρος

Το ειδικό βάρος των ούρων είναι το μέτρο της πυκνότητας των ούρων, και ορίζεται ως το βάρος των ούρων σε σύγκριση με έναν ίσο όγκο απεσταγμένου νερού. Το ειδικό βάρος του νερού είναι ίσο με 1.000, ενώ οι κανονικές τιμές σε δείγματα ούρων κυμαίνονται από 1.013 έως 1.029 σε υγιείς ενήλικες. Τιμές στο ειδικό βάρος μεγαλύτερες από 1.030 υποδηλώνουν αφυδάτωση, και τιμές από 1.001 έως 1.012 υποδηλώνουν υπερενυδάτωση [25,37,43]. Σε φυσιολογικές συνθήκες, οι διακυμάνσεις στο ειδικό βάρος στο ίδιο άτομο είναι αμελητέες (0.4%) και μεταξύ των ατόμων πολύ χαμηλές (1.0%), καθιστώντας τη μέτρηση του ειδικού βάρους πολύ ισχυρή και αξιόπιστη [32]. Ένα δείγμα ούρων τοποθετείται σε μια γυάλινη πλάκα στην άκρη ενός φορητού διαθλασίμετρου, και κρατώντας το σε φυσικό φως μπορεί να διαβάσει κάποιος το ειδικό βάρος. Το ειδικό βάρος των ούρων (USG) είναι ένας αξιόπιστος και γρήγορος δείκτης των επιπέδων ενυδάτωσης. Το ειδικό βάρος δίνει μια ένδειξη της πρόσφατης κατανάλωσης υγρών και όχι τόσο της χρόνιας κατάστασης ενυδάτωσης, ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με μετρήσεις όπως οι μεταβολές στη μάζα του σώματος. Επίσης, το χρώμα των ούρων (υποκειμενικός δείκτης) μπορεί να χρησιμοποιείται συνδυαστικά με το ειδικό βάρος των ούρων (ποσοτική μέθοδος) [43]. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η ωσμωτικότητα των ούρων συσχετίζεται ισχυρά με το ειδικό βάρος, υποδεικνύοντας ότι η μέτρηση των δύο αυτών δεικτών μπορεί να δώσει συνεπή αποτελέσματα.

Επίσης, ταινίες εμβάπτισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ίδιους στους συμμετέχοντες. Σε μια μελέτη στη Γερμανία σε 340 δείγματα πρώτων πρωινών ούρων βρέθηκε καλή συσχέτιση μεταξύ του διαθλασίμετρου και των ταινιών εμβάπτισης [47], με το διαθλασίμετρο να αποτελεί τη «μέθοδο αναφοράς» για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους.

Η μέτρηση του ειδικού βάρους έχει ένα μειονέκτημα: επηρεάζεται από τον αριθμό και το μέγεθος των σωματιδίων στο διάλυμα. Το ειδικό βάρος των ούρων μπορεί να ποικίλει όταν εντοπίζονται μεγάλες ποσότητες ουσιών μεγάλου μοριακού βάρους όπως γλυκόζη, ουρία ή πρωτεΐνες. Αυτό οδηγεί σε ψευδώς αυξημένες τιμές που υποδηλώνουν υψηλή συγκέντρωση στα δείγματα των ούρων. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται και στη μέτρηση της ωσμωτικότητας, καθώς η γλυκόζη και η ουρία έχουν ωσμωτική επίδραση [32].

Τέλος, το ειδικό βάρος των ούρων είναι μια αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης των επιπέδων ενυδάτωσης όσο και η μέτρηση της ωσμωτικότητας των ούρων. Το ειδικό βάρος παρουσιάζει το πλεονέκτημα της χαμηλής διακύμανσης μεταξύ των ατόμων, συγκριτικά με την ωσμωτικότητα. Το ειδικό βάρος των ούρων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης σε μεγάλες πληθυσμιακές μελέτες [32].

1.4.2.3 Ωσμωτικότητα ούρων

Η ωσμωτικότητα των ούρων είναι η συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών στα ούρα. Η ωσμωτικότητα των ούρων εξαρτάται από δύο παραμέτρους: την

ποσότητα των διαλυμένων ουσιών και τον όγκο του νερού. Το νάτριο, το κάλιο και η ουρία είναι οι επικρατούσες διαλυμένες ουσίες στα ούρα. Σε φυσιολογικές συνθήκες, οι ποσότητες τους εξαρτώνται από το καθημερινό διαιτολόγιο, με την ωσμωτικότητα των ούρων να συνδέεται στενά με την ωσμωτικότητα των καταναλισκόμενων τροφίμων και ποτών [32].

Τα αφυδατωμένα άτομα αποβάλλουν μικρούς όγκους ούρων μεγάλης συγκέντρωσης που αντανάκλαται σε υψηλές τιμές ωσμωτικότητας, ενώ τα άτομα που καταναλώνουν υψηλές ποσότητες υγρών αποβάλλουν μεγάλες ποσότητες ούρων με χαμηλές τιμές ωσμωτικότητας. Η ωσμωτικότητα είναι η ακριβέστερη μέτρηση της συνολικής συγκέντρωσης διαλυτής ουσίας, παρέχοντας την καλύτερη μέτρηση για την ικανότητα συγκέντρωσης του νεφρού [48]. Οι κανονικές τιμές ωσμωτικότητας ούρων κυμαίνονται από 50 έως 1400 mOsm/kg. Σε σπάνιες παθολογικές περιπτώσεις, όπως ο άποιος διαβήτης, τελικά ή προτελικά στάδια χρόνιων ασθενειών των νεφρών, όπου διαταράσσεται η λειτουργία των νεφρών δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης [32].

Η μέτρηση της ωσμωτικότητας των ούρων είναι μια μη επεμβατική, φθηνή μέθοδο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλα δείγματα του πληθυσμού καθημερινά. Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά ευαίσθητη στην ανίχνευση μικρών αλλαγών στα επίπεδα ενυδάτωσης. Μια μεταβολή στην ωσμωτικότητα του πλάσματος κατά 1 μονάδα ισοδυναμεί με μια μεταβολή στην ωσμωτικότητα των ούρων κατά 100 μονάδες. Οι Armstrong και συν. έδειξαν ότι η ωσμωτικότητα των ούρων αντικατοπτρίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια την αφυδάτωση από τους αιματολογικούς δείκτες [32].

Οι διακυμάνσεις στην ωσμωτικότητα των ούρων είναι σημαντικές τόσο στο ίδιο το άτομο (28.3%) όσο και μεταξύ διαφορετικών ατόμων (57.9%) [32]. Οι Manz & Wentz [5] παρατήρησαν ότι η μέση τιμή της ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετράωρου κυμαίνονταν από 360mOsm/kg στην Πολωνία έως 860mOsm/kg στη Γερμανία λόγω διαπολιτισμικών διαφορών όπως οι διαφορετικές επιλογές στην πρόσληψη ροφημάτων και οι διαφορετικές διατροφικές συνήθειες.

Ο ορισμός μια τιμής ως κατώφλι για την ενυδάτωση και την αφυδάτωση είναι δύσκολος. Ως κατώφλι για ένα συγκεκριμένο πληθυσμό προτείνεται η μέγιστη τιμή αφαιρώντας δύο τυπικές αποκλίσεις. Στην Ευρώπη ως κατώφλι της ωσμωτικότητας ούρων θα μπορούσε να οριστεί η τιμή των 830 mOsm/kg [5]. Οι Grant & Kubo [49] ορίζουν ως αφυδάτωση μια τιμή ωσμωτικότητας ούρων μεγαλύτερη από 1000 mOsm/kg, οι Cleary και συν. [50] θεωρούν ως όριο τα 700mOsm/l; οι Peacock και συν. [51] χρησιμοποιούν ως κατώφλι την τιμή των 900 mOsm/kg. Είναι προφανές ότι μεταξύ των ερευνητικών ομάδων δεν υπάρχει συμφωνία για το κατώφλι της αφυδάτωσης. Ωστόσο, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Manz και Wentz [5] και τα συμπεράσματα της EFSA [3], μια τιμή ωσμωτικότητας ούρων μεγαλύτερη από 800 mOsm/kg θα μπορούσε να οριστεί το όριο μεταξύ της εφυδάτωσης και της ήπιας αφυδάτωσης.

1.4.2.4 Όγκος ούρων

Ο όγκος ούρων χρησιμοποιείται συχνά ως δείκτης της κατάστασης ενυδάτωσης, συγκρίνοντας φυσιολογικούς ενήλικες με παρόμοιο σωματικό βάρος. Ο ελάχιστος όγκος ούρων εξαρτάται από την περιεκτικότητα της διατροφής σε μακροθρεπτικά συστατικά και αλάτι, και από τις ποσότητες των τελικών προϊόντων του μεταβολισμού που αποβάλλονται μέσω των νεφρών. Μια υγιής γυναίκα παράγει 1.13±0.42 L/ημέρα, ενώ ένας υγιής άντρας παράγει 1.36±0.44L/ημέρα. Τα παιδιά ηλικίας 10 έως 14 ετών παράγουν αναλογικά

μικρότερους όγκους ούρων σε ημερήσια βάση (κορίτσια 0.44 ± 0.31 L/ημέρα αγόρια, 0.61 ± 0.30 L/ημέρα), καθώς και τα ηλικιωμένα άτομα ηλικίας άνω των 90 ετών (0.85 ± 0.40 L/ημέρα) [52]. Σε περιπτώσεις υπερβολικής κατανάλωσης υγρών ο όγκος των ούρων ενδέχεται να φτάσει τα 20 L/ημέρα. Γενικά, ο όγκος των ούρων μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με τα επίπεδα ενυδάτωσης, με μια σταδιακή μείωση του όγκου των ούρων όσο αυξάνεται το επίπεδο της αφυδάτωσης. Η παραγωγή ούρων σε καλά ενυδατωμένα άτομα είναι περίπου 50 mL/ώρα [52]. Σε περιπτώσεις στιγμιαίας υπερενυδάτωσης η παραγωγή ούρων μπορεί να φτάσει τα 600-1000 mL/ώρα, ενώ μειώνεται στα 15 mL/ώρα σε περιπτώσεις αφυδάτωσης.

1.5 Αλλαγές στο συνολικό σωματικό νερό

Η μέτρηση της μεταβολής του σωματικού βάρους αποτελεί μια συχνά χρησιμοποιούμενη, απλή, εύχρηστη και ακριβής μέθοδο για την εκτίμηση της κατάστασης των επιπέδων ενυδάτωσης ενός ατόμου [24]. Η βιοηλεκτρική εμπέδηση είναι απλή στη χρήση και επιτρέπει την ταχεία και φτηνή εκτίμηση του συνολικού σωματικού νερού. Οι απόλυτες τιμές, που προέρχονται από αυτή την τεχνική συσχετίζονται καλά με τιμές του συνολικού νερού του σώματος που λαμβάνονται από την ισοτοπική αραίωση [53,54]. Η μέθοδος του οξειδίου του δευτερίου (D_2O ή $2H_2O$) παρουσιάζει ακρίβεια και ορθότητα της τάξης του 1-2% [9]. Οι οξείες αλλαγές στο σωματικό βάρος, όταν το άτομο βρίσκεται σε ενεργειακή ισορροπία, είναι πιθανό να οφείλονται σε απώλεια ή πρόσληψη νερού; 1mL νερού έχει μάζα ίση με 1g [55]. Σε ένα τόσο σύντομο χρονικό διάστημα, κανένα άλλο συστατικό του σώματος δεν μπορεί να χαθεί με αυτό το ρυθμό. Στις περιπτώσεις όπου οι μετρήσεις μεταβολής του σωματικού βάρους πραγματοποιούνται σε διάστημα μεγαλύτερο των 4 ωρών θα πρέπει να συνυπολογίζονται οι απώλειες νερού μέσω της αναπνοής και του μεταβολισμού [27,56].

Οι μεταβολές του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια της άσκησης έχουν χρησιμοποιηθεί ως η κύρια μέθοδος για την ποσοτικοποίηση του κέρδους ή της απώλειας νερού λόγω της κατανάλωσης ροφημάτων ή της απώλειας του ιδρώτα αντίστοιχα [9]. Η παραπάνω μέθοδος μπορεί να εκτιμήσει σε ικανοποιητικό βαθμό της κατάσταση των επιπέδων ενυδάτωσης ενός ατόμου έκτος εργαστήριου [57].

1.6 Μεθοδολογίες για την εκτίμηση της πρόσληψης νερού

Οι περισσότερες μεγάλες μελέτες σε επίπεδο πληθυσμού μέχρι και σήμερα έχουν ως ερευνητικό αντικείμενο την αξιολόγηση της πρόσληψης μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών. Η μεθοδολογία για την εκτίμηση της πρόσληψης νερού και ροφημάτων βρίσκεται σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης με έμφαση στον ενήλικο πληθυσμό. Συνεπώς, η εκτίμηση της είναι πιθανόν να μην αξιολογείται με μεγάλη ακρίβεια. Η αξιολόγηση της πρόσληψης νερού παρουσιάζει ορισμένες διαφορές συγκριτικά με την διαιτητική αξιολόγηση, δεδομένου ότι τα ροφήματα καταναλώνονται καθόλη τη διάρκεια της ημέρας [58]. Ωστόσο, σε πιο πρόσφατες μελέτες παρατηρείται η καταγραφή της πρόσληψης ροφημάτων, αν και πολλές φορές δεν λαμβάνονται υπόψη συμπεριφοριστικοί παράγοντες [59].

Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού είναι τα ημερολόγια καταγραφής, τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και ποτών και η ανάκληση εικοσιτετραώρου με τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς τους. Όλες οι διαιτητικές μέθοδοι αξιολόγησης έχουν περιορισμούς και πλεονεκτήματα. Τα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών, ζυγισμένα ή όχι, καταγράφουν με

λεπτομέρεια τα τρόφιμα και ροφήματα που καταναλώνονται σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το συνιστώμενο χρονικό διάστημα είναι 4-7 ημέρες, αν και ο αριθμός των ημερών εξαρτάται από τον πληθυσμό τους στόχους της μελέτης. Οι συμμετέχοντες πρέπει να καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο το είδος των τροφίμων που καταναλώνουν, τη μέθοδο παρασκευής και το μέγεθος της μερίδας. Τα ημερολόγια καταγραφής δεν απαιτούν μνημονικές ικανότητες από το συμμετέχοντα. Ωστόσο, έχουν υψηλή επίπτωση και απαιτούν τη συνεργασία του συμμετέχοντα. Συνήθως απαιτείται η εκπαίδευση των συμμετεχόντων ώστε να καταγράψουν με λεπτομέρεια την κατανάλωση τροφίμων και ποτών. Επίσης, η διαδικασία της καταγραφής μπορεί να επιφέρει αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες [60].

Τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ) χρησιμοποιούνται συχνά σε πληθυσμιακές μελέτες για την αξιολόγηση της πρόσληψης τροφίμων ή ομάδων τροφίμων. Τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ) απαιτούν ελάχιστη προσπάθεια από το συμμετέχοντα λόγω του αναδρομικού τους χαρακτήρα, είναι αυτοδηλούμενα ή συμπληρώνονται από τον ερευνητή, και έχουν χαμηλό κόστος. Επίσης, είναι απαραίτητη η επικύρωση τους σε ένα μικρό δείγμα του πληθυσμού της μελέτης. Ωστόσο, η ανάπτυξη ενός καινούργιου FFQ είναι ιδιαίτερα δαπανηρή [61].

Η ανάκληση εικοσιτετράωρου εκτιμά την πρόσληψη της προηγούμενης ημέρας και καταγράφεται είτε σε ημερολόγια είτε με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων. Μια μόνο ανάκληση 24ώρου δεν θεωρείται αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης της τυπικής διαίτας λόγω των διακυμάνσεων που παρατηρούνται μεταξύ των ημερών καθώς και εγγενών περιορισμών της μεθόδου, όπως η μνημονική ικανότητα, οι υπό ή υπέρ-καταγραφές [62]. Έτσι, πολλαπλές ανακλήσεις εικοσιτετράωρου είναι πιο κατάλληλες για την εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης. Οι συμμετέχοντες πρέπει να είναι σε θέση να περιγράψουν λεπτομερώς, να εκτιμούν τη συχνότητα κατανάλωσης και το μέγεθος της μερίδας [60]. Αξίζει να σημειωθεί πως πέραν της ακρίβειας του εκάστοτε ερευνητικού εργαλείου θα πρέπει να συνυπολογίζεται και η επίπτωση που επιφέρει στο συμμετέχοντα [59].

Η κατανάλωση τροφίμων καταγράφεται συνήθως σε τρία κύρια γεύματα (πρωινό, μεσημεριανό, βραδινό) και σε ενδιάμεσα σνακ. Τα ροφήματα καταναλώνονται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, όχι μόνο μαζί με τα γεύματα. Η κατανάλωση ροφημάτων είναι πιθανόν να μην συνδέεται με την κατανάλωση ενέργειας, και πολλές φορές αυτές οι περιπτώσεις κατανάλωσης δεν καταγράφονται. Επιπλέον, η ποικιλία των ροφημάτων παρουσιάζει διακυμάνσεις μέσα στην ημέρα; το αλκοόλ είναι πιο πιθανό να καταναλώνεται τις απογευματινές ώρες [63].

Η χρήση διαφορετικών ερευνητικών εργαλείων για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα. Οι Sebastian και συν. [64] βρήκαν σημαντικές διαφορές στην πρόσληψη πόσιμου νερού σε δύο κοορτές της NHANES; στην πρώτη χρησιμοποιούσαν ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (2003-2004) και στη δεύτερη μία ανάκληση εικοσιτετράωρου (2005-2006). Η εκτίμηση της συνολικής πρόσληψης νερού και ροφημάτων με τη χρήση ειδικά σχεδιασμένων εργαλείων είναι περιορισμένη [65-67].

Η συνολική πρόσληψη νερού και η πρόσληψη νερού από ροφήματα αξιολογούνται με διάφορα ερευνητικά εργαλεία. Διαιτητικές ανακλήσεις εικοσιτετράωρου ποικίλης διάρκειας, ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και ποτών ,επταήμερα ημερολόγια καταγραφής, ή

συνδυασμό των μεθόδων χρησιμοποιούνται από διάφορες ερευνητικές ομάδες όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Μέση ημερήσια πρόσληψη νερού στον πληθυσμό σε παγκόσμιο επίπεδο

| Χώρα | Μέγεθος δείγματος | Ηλικία | Μέθοδος διατροφικής αξιολόγησης | Συνολική πρόσληψη νερού | Πρόσληψη νερού από ροφήματα |
|---|--|--------------|--|---|--|
| Η.Π.Α.[68] | 32 γυναίκες | 20 ± 1 έτη | 2ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | 2109 – 2506 mL/24 hours | 1300 – 1831 mL/24 hours |
| Η.Π.Α.[69] | 8389 ενήλικες | 20 -50 έτη | Ανακλήσεις 24ώρου (1 ή 2) | 3563 (SE 24) mL/day | 2940 (SE 20) mL/day |
| Η.Π.Α.[69] | 4737 ενήλικες | 51 -70 έτη | Ανακλήσεις 24ώρου (1 ή 2) | 3229 (SE 27) mL/day | 2665 (SE 23) mL/day |
| Η.Π.Α.[69] | 2576 ενήλικες | >71 έτη | Ανακλήσεις 24ώρου (1 ή 2) | 2251 (SE 17) mL/day | 1693 (SE 15) mL/day |
| Μεξικό, Βραζιλία, Αργεντινή, Ισπανία, Γαλλία, Γερμανία, Πολωνία, Τουρκία, Ιράν, Κίνα, Ινδονησία, Ιαπωνία [66] | 16276 ενήλικες | 39.8 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο κατανάλωσης ροφημάτων ειδικά σχεδιασμένο | 1.98 (SD 0.95) L/day | |
| Μεξικό[70] | 190 παχύσαρκες γυναίκες | 18-45 έτη | 3 ανακλήσεις 24ώρου | 2259 mL/d | |
| Μεξικό[70] | 190 παχύσαρκες γυναίκες | 18-45 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο κατανάλωσης ροφημάτων | 2094 mL/d | |
| Ελλάδα[71] | 892 ενήλικες (480 καλοκαίρι, 412 χειμώνα) | 18-70 έτη | FFQ ειδικά σχεδιασμένο για την κατανάλωση ροφημάτων WBQ | K. 3875 (SD 1373) mL/day X. 2892 (SD 987) mL/day | K. 3142 (SD 1136) mL/day X. 2154 (SD 745) mL/day |
| Γερμανία[72] | 1528 ενήλικες; μέρος της VERA study | 18-88 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | 2588 (SD 720) mL/day | 1526 (SD 620) mL/day |
| Ιρλανδία[73] | 1500 ενήλικες (Γ. 760, Α. 740) | >18 έτη | 4ήμερο ημιποσοτικοποιημένο ημερολόγιο καταγραφής | 2.31 (SD 0.92) L/day Α.2521 (SD 1002) mL/day Γ. 2097 (SD 787) mL/day) | Α. 1775 (SD 946) mL/day Γ. 1460 (SD 706) mL/day |
| Γαλλία[74] | 82 ενήλικες | 31.6±4.3 έτη | 4ήμερο ηλεκτρονικό ημερολόγιο καταγραφής | 1604 ± 937 mL/day | |
| Γαλλία[75] | 246 ενήλικες | 18-60 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | 1812 ± 40 mL/day | 1220 ± 34 mL/day |
| Γαλλία[75] | 243 ενήλικες | 18-60 έτη | On line ημερολόγιο καταγραφής για 7 ημέρες | 1945 ± 42 mL/day | 1348 ± 36 mL/day |
| Γαλλία[76] | 831 ενήλικες | 20 -54 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο | 2025 mL/day | 1306.0 (SEM 16.6) mL/day |
| Γαλλία[77] | 1918 ενήλικες; 776 άνδρες | >18 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο (open-ended) | Α. 2161 (SD 592) mL/day Γ. 2122 (SD 34) mL/day | Α. 1332 (SD 27) mL/day Γ. 1386 (SD 30) mL/day |
| Γαλλία[78] | 1062 άτομα (426 άνδρες) από την CCAF 2013 | > 19 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | Α. 1923 (1591, 2281) mL/day Γ. 1796 (1479, 2199) mL/day | Α. 1186 (916, 1532) mL/day Γ. 1135 (847, 1458) mL/day |
| Γαλλία[79] | 94939 άτομα (20636 άνδρες) από την κοορτή της μελέτης Nutrinet-Santé | > 18 έτη | 3ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | 2134 (SE 2) mL/day Α. 2251 (SE 5) mL/day Γ. 2102 (SE 2) mL/day | 1321 mL/day Α. 1364 mL/day Γ. 1307 mL/day |

| Χώρα | Μέγεθος δείγματος | Ηλικία | Μέθοδος διατροφικής αξιολόγησης | Συνολική πρόσληψη νερού | Πρόσληψη νερού από ροφήματα |
|-------------------------------|--|--|--|--|---|
| Ισπανία[80] | 2007 υγιή άτομα | 9-75 έτη | 3ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | 1625 (SE 14) g/day | 1102 (SE 4) g/day |
| Ισπανία, Βαλεαρίδες νήσοι[81] | 160 άτομα με 3 τουλ. παράγοντες Μεταβολ. Συνδρόμου | 65.3 έτη; 55-75 έτη | Ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης ροφημάτων | | 1711 (SD 64) mL/day |
| Ιταλία[82] | 2607 άτομα | 18-75 έτη | 3ήμερο ημερολόγιο (ημι-ποσοτικοποιημένο) | 1714 (SE 11) g/day A. 1769 (SE 17) g/day Γ. 1668 (SE 14) g/day | 956 g/day A. 1015 g/day Γ. 953 g/day |
| Μεγάλη Βρετανία[63] | 1724 ενήλικες (766 άνδρες, 958 γυναίκες) | | 7ήμερο ζυγισμένο ημερολόγιο καταγραφής | Άνδρες 2533 (SE 31) g/day Γυναίκες 2059 (SE 23) g/day | Άνδρες 1918 (SE 29) g/day Γυναίκες 1536 (SE 21) g/day |
| Μεγάλη Βρετανία[78] | 2083 άτομα (901 άνδρες) από την NDNS 2008/2009-2011/2012 | > 19 έτη | 4ήμερο ημερολόγιο καταγραφής | A. 2386 (1875, 2968) mL/day Γ. 2050 (1692, 2559) mL/day | A. 1745 (1292, 2289) mL/day Γ. 1510 (1153, 1921) mL/day |
| Λίβανο[83] | 752 παιδιά | Παιδιά ηλικίας 9.07 ± 0.10 έτη | Ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων 187 | 1652 (SE 11) mL/day | Καθαρό νερό: 806 (SE 9) mL/day Άλλα ροφήματα: 1195 (SE 9) mL/day |
| Ινδονησία[84] | 290 έφηβοι & 289 ενήλικοι | Έφηβοι 16-18 έτη Ενήλικοι 19-64 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο καταγραφής με έμφαση στην κατανάλωση ροφημάτων & ανάκληση 24ώρου | | 7DD: έφηβοι 2393 (SD 855) mL/day; ενήλικοι 2529 (SD 864) mL/day 24h recall: έφηβοι 1982 (SD 786) mL/day; ενήλικοι 2164 (SD 931) mL/day |
| Ινδονησία[85] | 299 έγκυες και 296 θηλάζουσες γυναίκες | E. 28.5 (SD 4.3) έτη Θ. 28.6 (SD 4.0) έτη | 7ήμερο ημερολόγιο καταγραφής με έμφαση στην κατανάλωση ροφημάτων | | Έγκυες: 2332 (SD 746) mL/day Θηλάζουσες: 2525 (SD 843) mL/day |
| Ιαπωνία[86] | 242 ενήλικες (121 γυναίκες) | 30-76 έτη | 4ήμερο ημιποσοτικοποιημένο ημερολόγιο καταγραφής | 2230 (SD 545) mL/day A. 2423 (SD 554) mL/day Γ. 2037 (SD 463) mL/day | 1100 (SD 431) mL/day A. 1211 (SD 468) mL/day Γ. 990 (SD 360) mL/day |
| Κίνα[65] | 1483 ενήλικες | 18-60 έτη | 7ήμερο ημερολόγιο κατανάλωσης ροφημάτων ειδικά σχεδιασμένο | | 1488mL/day A. 1679mL/day Γ. 1370mL/day |
| Αυστραλία[87] | 1970 άτομα | Παιδιά 2 - 18 έτη | 2 ανακλήσεις 24ώρου | Αγόρια: 1.7 (SD 0.6) L/day Κορίτσια: 1.5 (SD 0.4) L/day | Αγόρια: 1.2 (SD 0.5) L/day Κορίτσια: 1.0 (SD 0.4) L/day |

| Χώρα | Μέγεθος δείγματος | Ηλικία | Μέθοδος διατροφικής αξιολόγησης | Συνολική πρόσληψη νερού | Πρόσληψη νερού από ροφήματα |
|---------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|--|--|
| Αυστραλία[87] | 6232 άτομα | Ενήλικοι > 18 έτη | 2 ανακλήσεις 24ώρου | A: 2.6 (SD 0.9) L/day Γ: 2.3 (SD 0.7) L/day | A: 2.0 (SD 0.8) L/day Γ: 1.8 (SD 0.6) L/day |

1.7 Συστάσεις για την πρόσληψη νερού

Οι απαιτήσεις της πρόσληψης νερού διαφέρουν μεταξύ των ατόμων και των συνθηκών του περιβάλλοντος. Η επαρκής πρόσληψη νερού είναι στοχευμένη για κάθε ηλικιακή ομάδα ώστε να αποφευχθούν οι οξείες επιδράσεις της αφυδάτωσης, όπως μεταβολικές και λειτουργικές ανωμαλίες. Οι τιμές επαρκούς πρόσληψης νερού αντιπροσωπεύουν τη μέση κατανάλωση του πληθυσμού και ισχύουν σε μέτριες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και για μέτρια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, ενώ αυξάνονται σημαντικά σε περιπτώσεις μέτριας-έντονης σωματικής δραστηριότητας και σε αυξημένες θερμοκρασίες [88-90]. Οι διαφορετικές συστάσεις πρόσληψης νερού μεταξύ των χωρών μπορεί να εξηγηθούν από τις διαφορετικές διατροφικές συμπεριφορές και τα διαφορετικά διατροφικά πρότυπα [65].

Οι τιμές αναφοράς της Ευρωπαϊκής Αρχής Ασφάλειας των Τροφίμων (EFSA) για τη συνολική πρόσληψη νερού περιλαμβάνουν το νερό που προέρχεται από το πόσιμο νερό, από τα διάφορα είδη ροφημάτων καθώς από και την περιεχόμενη υγρασία στα τρόφιμα. Τα επίπεδα επαρκούς πρόσληψης (AI) ορίζονται σε "ένα συνδυασμό της παρατηρούμενης πρόσληψης στον πληθυσμό με τις επιθυμητές τιμές ωσμωτικότητας ούρων ($< 500 \text{ mOsm/ kg}$) και επιθυμητούς όγκους ανά μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται" [3]. Η EFSA εκτιμά ότι 20-30% της συνολικής ημερήσιας πρόσληψης νερού στην Ευρώπη προέρχεται από τα τρόφιμα. Το ποσοστό του νερού στα τρόφιμα ποικίλει μεταξύ των χωρών και των εποχών και εξαρτάται από τα είδη των τροφίμων και τις διατροφικές συνήθειες. Στην Ιρλανδία π.χ. η πρόσληψη νερού από τα τρόφιμα ισούται με 33% [73], ενώ στην Κίνα το ποσοστό αυτό φτάνει το 40% [91], όπου καταναλώνονται περισσότερα υγρά τρόφιμα (σούπες, ζωμοί).

Η επαρκής πρόσληψη νερού για βρέφη ηλικίας έως έξι μηνών, τα οποία τρέφονται αποκλειστικά με μητρικό γάλα, υπολογίστηκε ίση με την κατανάλωση 680 mL/ημέρα μητρικού γάλακτος ή 100-190 mL ανά κιλό σωματικού βάρους/ημέρα. Η επαρκής πρόσληψη νερού για βρέφη ηλικίας έξι έως δώδεκα μηνών υπολογίστηκε ίση με την κατανάλωση 800-1000 mL /ημέρα [3].

Η επαρκής πρόσληψη νερού για παιδιά ηλικίας 2 - 3 ετών κυμαίνεται στα 1300 mL/ημέρα; 4 - 8 ετών στα 1600 mL/ημέρα; αγόρια ηλικίας 9 - 13 ετών στα 2100 mL/ημέρα; κορίτσια ηλικίας 9 - 13 ετών στα 1900 mL/ημέρα. Οι συστάσεις για εφήβους ηλικίας μεγαλύτερης των 14 ετών είναι ίδιες με αυτές των ενηλίκων. Πιο αναλυτικά, οι συστάσεις για τα έφηβα κορίτσια και τις ενήλικες γυναίκες κυμαίνεται στα 2000mL/ημέρα, ενώ για τα έφηβα αγόρια και τους ενήλικες άνδρες η ημερήσια πρόσληψη νερού ισούται με 2500 mL/ημέρα σε συνθήκες μέτριας θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και μέτρια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας [3].

Η EFSA ορίζει τα ίδια επίπεδα επαρκούς πρόσληψης νερού για τα ηλικιωμένα άτομα με αυτά των ενηλίκων, αν και έχουν μειωμένο το αίσθημα της δίψας και μειωμένη νεφρική απέκκριση. Επίσης, δεν υπάρχουν διαφορετικές συστάσεις πρόσληψης νερού για τις εγκύους συγκριτικά με τις μη γυναίκες. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια του θηλασμού προτείνεται μια αύξηση της επαρκούς πρόσληψης νερού κατά 700mL/ημέρα [3].

Στις Η.Π.Α. η συνιστώμενη πρόσληψη νερού για τους ενήλικες κυμαίνεται από 2.2 έως 3.7 L/ημέρα, προτείνοντας μια κατανάλωση υγρών 1.5L/ημέρα, ενώ η συνολική πρόσληψη διαθέσιμου νερού πρέπει να είναι ίση με 1 mL/kcal καταναλισκόμενης ενέργειας για τους ενήλικες, 1.5 mL/kcal καταναλισκόμενης ενέργειας για τα βρέφη, 1.2 mL/kcal καταναλισκόμενης ενέργειας για τα μικρά παιδιά και 1.1 mL/kcal καταναλισκόμενης ενέργειας για τα ηλικιωμένα άτομα [10].

Η επαρκής πρόσληψη νερού ορίζεται με βάση 3 παράγοντες: την πρόσληψη νερού σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες, την επιθυμητή πρόσληψη νερού ανά πρόσληψη ενέργειας και τις επιθυμητές τιμές ωσμωτικότητας πλάσματος και ούρων. Το Ινστιτούτο Ιατρικής των Η.Π.Α. ορίζει τα επίπεδα επαρκούς πρόσληψης με βάση τα μέσα επίπεδα πρόσληψης όπως αυτά προκύπτουν από εθνικές έρευνες. Οι τιμές Επαρκούς Πρόσληψης Νερού για τα ροφήματα και τα τρόφιμα σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ιατρικής (IOM) των Η.Π.Α. είναι 2700 mL/ημέρα για τις ενήλικες γυναίκες και 3700 mL/ημέρα για τους ενήλικες άνδρες [10].

Οι συστάσεις της Σκανδιναβικής εταιρείας Διατροφής το 2004 για την ημερήσια πρόσληψη νερού και ροφημάτων ορίστηκε στο 1L για τους ενήλικες και τα παιδιά και στο 1.5L για τα ηλικιωμένα άτομα, πλην του νερού που προέρχεται από τα τρόφιμα. Οι συστάσεις της ημερήσιας πρόσληψης νερού και ροφημάτων το 2014 για τους ενήλικες και τα παιδιά που έχουν μέτρια φυσική δραστηριότητα και ζουν σε μέτρια εύκρατες συνθήκες διαμορφώθηκαν στα 1-1.5L, πλην του νερού που προέρχεται από τα τρόφιμα. Επίσης, οι θηλάζουσες γυναίκες θα πρέπει να αυξήσουν την πρόσληψη νερού ανάλογα με τον όγκο του μητρικού γάλακτος. Οι απαιτήσεις σε νερό αυξάνονται κατά περίπου 600-700 mL την ημέρα, δεδομένου ότι όγκος του μητρικού γάλακτος φτάνει τα 750 mL την ημέρα [92].

1.8 Αντικείμενο και στόχοι της μελέτης

Η παρούσα μελέτη είχε σαν αντικείμενο την εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης στο γενικό πληθυσμό. Η αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης περιλαμβάνει την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού από όλες τις διατροφικές πηγές, όπως το πόσιμο νερό, τα ροφήματα και τα στερεά και υγρά τρόφιμα και την αξιολόγηση της απώλειας νερού, μέσω του ούρων και της εφίδρωσης. Η διερεύνηση της επίδρασης παραγόντων όπως η χώρα διεξαγωγής της μελέτης, η εποχικότητα, το φύλο και η ηλικία αποτελούν σημαντικές παραμέτρους. Η συνεισφορά των διαφόρων κατηγοριών ροφημάτων στην πρόσληψη νερού και ενέργειας, η διακύμανση των επιπέδων ενυδάτωσης μέσα στην ημέρα καθώς και η συνεισφορά των διαφόρων κατηγοριών τροφίμων στην πρόσληψη νατρίου αποτέλεσαν επιμέρους στόχους της μελέτης. Το δείγμα της μελέτης αποτελούσε ο γενικός πληθυσμός.

Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι αυτής της μελέτης ήταν:

1. Η αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης με τη μέτρηση ουρολογικών και αιματολογικών δεικτών και η εκτίμηση της πρόσληψης νερού σε δείγμα του υγιούς ενήλικου πληθυσμού της Ελλάδας, της Ισπανία και της Γερμανίας
2. Η μελέτη των μεταβολών στα επίπεδα ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού
3. Η ερμηνεία της μέτρησης των επιπέδων νατρίου και καλίου στα ούρα ως δείκτης ενυδάτωσης αλλά και ως δείκτης πρόσληψης νατρίου και καλίου σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού

4. Η συνεισφορά των ροφημάτων (συμπεριλαμβανομένου του πόσιμου νερού) στην πρόσληψη νερού σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού

Κεφάλαιο 2. Πρόσληψη νερού, δείκτες ενυδάτωσης και θερμοκρασίας περιβάλλοντος: Η Ευρωπαϊκή Μελέτη Ενυδάτωσης

2.1. Εισαγωγή

Η αξιολόγηση της κατάστασης των επιπέδων ενυδάτωσης στο γενικό πληθυσμό σε συνθήκες ελεύθερης διαβίωσης ή/και ειδικές συνθήκες όπως σε περιπτώσεις εκδήλωσης ασθενειών ή στο εργασιακό περιβάλλον έχουν πολύ μεγάλη σημασία για τη δημόσια υγεία. Η αφυδάτωση συνδέεται με αρνητικά μακροπρόθεσμα θέματα υγείας. Η ανεπαρκής ενυδάτωση σε συνδυασμό με αυξημένη πρόσληψη ασβεστίου και νατρίου συνδέεται με τη νεφρολιθίαση [93]. Η αφυδάτωση συνδέεται με μειωμένη σωματική και γνωστική απόδοση [94] ή ασθένειες [95-97]. Επιπλέον, η μειωμένη πρόσληψη νερού συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης υπεργλυκαιμίας [98] και μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο ανάπτυξης διαβήτη τύπου II [99]. Σε πρώιμο στάδιο βρίσκονται οι προοπτικές μελέτες που μετρούν την επίπτωση της αυξημένης κατανάλωσης νερού στην εμφάνιση των παραπάνω ασθενειών [100].

Η ενυδάτωση αντανακλά την ισορροπία μεταξύ της πρόσληψης νερού και των απωλειών. Η πρόσληψη νερού προέρχεται κατά περίπου 20% από τη συνεισφορά των στερεών τροφίμων και κατά 80% από τη συνεισφορά των ροφημάτων και του πόσιμου νερού [3,10,11]. Η πρόσληψη νερού, αν και συνήθως διεγείρεται από τη δίψα, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως οι συνήθειες και οι προτιμήσεις στην κατανάλωση τροφίμων και ροφημάτων ή η διαθεσιμότητα τους [13,101,102]. Ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι οι διακυμάνσεις στις περιβαλλοντικές συνθήκες, τη διαθεσιμότητα τροφίμων και ροφημάτων μπορεί να είναι σημαντικοί παράγοντες κινδύνου για υποσιτισμό ή άλλες διαταραχές [103]. Οι απώλειες νερού αποτελούνται κυρίως από τις απώλειες μέσω της απέκκρισης του νερού στα ούρα, στην αναπνευστική οδό, τα κόπρανα και τον ιδρώτα ή της αίσθησης της απώλειας μέσω του δέρματος [67]. Δεδομένου ότι η συνεισφορά του ιδρώτα στις απώλειες νερού είναι μεγαλύτερη σε ένα άτομο με έντονη φυσική δραστηριότητα και σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος [104], οι απώλειες νερού επηρεάζονται από τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και την εποχή του έτους. Συνεπώς, οι απώλειες νερού παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα, ακόμα και σε υγιή άτομα, ανάλογα με τον τρόπο ζωής του ατόμου, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την γεωγραφική τοποθεσία. Στις περιπτώσεις όπου οι απώλειες νερού είναι μεγαλύτερες από την πρόσληψη νερού, το άτομο οδηγείται στην υποενυδάτωση. Η οξεία διεργασία απώλειας του σωματικού νερού ορίζεται ως αφυδάτωση [105] και η διαρκής έλλειψη νερού ως υποενυδάτωση.

Τα δεδομένα για την πρόσληψη νερού σε σχέση με το επίπεδο ενυδάτωσης σε επίπεδο πληθυσμού σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης είναι λιγοστά. Αυτό αποτελεί ένα μεγάλο επιστημονικό κενό, και συνεπώς ένα εμπόδιο στην υποστήριξη πρωτοβουλιών για τη βελτίωση των επιπέδων ενυδάτωσης σε επίπεδο πληθυσμού. Η ανάγκη λοιπόν για τη δημιουργία βάσεων δεδομένων για την εκτίμηση της πρόσληψης νερού και των επιπέδων ενυδάτωσης στον πληθυσμό είναι μεγάλη.

Τα δεδομένα για την επίδραση των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας στην πρόσληψη και τις απώλειες νερού είναι περιορισμένα. Η επίδραση των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας στην πρόσληψη νερού και τις απώλειες σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης έχουν μελετηθεί σε ένα μικρό δείγμα ατόμων (42 γυναίκες, 10 άνδρες) στην Ολλανδία [106]. Οι Westerterp, Plasqui and Goris [106] βρήκαν ότι οι απώλειες στους άνδρες νερού ήταν ανάλογες των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας, και στις γυναίκες οι απώλειες ήταν μεγαλύτερες το καλοκαίρι αλλά δεν σχετιζόνταν με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Επίσης, έχει

δειχθεί ότι ο ΔΜΣ είναι ο πιο ισχυρός δείκτης πρόβλεψης των απωλειών νερού, αλλά η προσθήκη των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας μπορεί να εξηγήσει επιπλέον ένα 12% της διακύμανσης [107]. Η αλληλεπίδραση κλίματος και επιπέδων φυσικής δραστηριότητας στις απώλειες νερού (με τη μέτρηση αιματολογικών και ουρολογικών δεικτών) και την πρόσληψη νερού παραμένουν άγνωστα για τον ευρωπαϊκό πληθυσμό.

Η επιλογή των κατάλληλων ερευνητικών εργαλείων για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού και των επιπέδων ενυδάτωσης είναι πολύ σημαντική. Τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής, στα οποία καταγράφονται όλα τα τρόφιμα και ροφήματα που καταναλώνονται, παρουσιάζουν το πλεονεκτήματα ότι αντανακλούν με μεγαλύτερη ακρίβεια την πρόσληψη [74] συγκριτικά με άλλα εργαλεία, όπως οι ανακλήσεις εικοσιτετράωρου ή τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων [108]. Μια σύνθεση βιοδεικτών σε δείγματα ούρων και αίματος [68,74,96,109-111] είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της κατάστασης των επιπέδων ενυδάτωσης του πληθυσμού, καθώς δεν υπάρχει ένας μόνο δείκτης για την αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης [24,74,112]. Ωστόσο, η μέτρηση μιας σειράς δεικτών ενυδάτωσης σε δείγματα ούρων και αίματος για μια εβδομάδα έναντι ενός τυχαίου δείγματος [113] μπορεί να παρουσιάζει πλεονεκτήματα. Η εβδομαδιαία προσέγγιση ενσωματώνει παράγοντες που μεταβάλλονται μέσα στην εβδομάδα και επηρεάζουν τα επίπεδα ενυδάτωσης, όπως οι συνήθειες διατροφής και κατανάλωσης ροφημάτων, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Επίσης, ο προσδιορισμός των εποχικών διακυμάνσεων στην πρόσληψη ροφημάτων [71], και η επίδραση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στις απώλειες νερού θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για την εφαρμογή συγκεκριμένων στοχευμένων στρατηγικών για τη βελτίωση των επιπέδων ενυδάτωσης του πληθυσμού.

Οι στόχοι της παρούσας μελέτης ήταν: α) η αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης, η πρόσληψη νερού και οι απώλειες νερού, και β) η αξιολόγηση της επίδρασης των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας και των περιβαλλοντικών συνθηκών στην πρόσληψη και τις απώλειες νερού το χειμώνα και το καλοκαίρι σε ένα χρονικό διάστημα επτά ημερών σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες (Ελλάδα, Ισπανία, Γερμανία). Οι στόχοι της παρούσας μελέτης εξετάστηκαν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια για τον πληθυσμό της Ελλάδας.

2.2. Μεθοδολογία

Η μελέτη της Εκτίμησης των Επιπέδων Ενυδάτωσης πραγματοποιήθηκε από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ελλάδα, το Γερμανικό Πανεπιστήμιο Αθλητισμού, Κολωνία, και το Πανεπιστήμιο της Castilla La Mancha, Ισπανία. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δείγμα του πληθυσμού της Αθήνας, της Κολωνίας και του Τολέδο, αντίστοιχα ακολουθώντας το ίδιο πρωτόκολλο κατά τη διάρκεια του χειμώνα (1-3/2013, 12/2013, 1-2/2014) και του καλοκαιριού (6-8/2013, 6-7/2014). Πεντακόσια εβδομήντα τρία άτομα ηλικίας 20-60 ετών (39 ± 12 έτη) (51,1% γυναίκες) συμμετείχαν στην Ευρωπαϊκή μελέτη. Πιο αναλυτικά στην Ελλάδα συμμετείχαν εκατόν ογδόντα τρία άτομα ηλικίας 20-60 ετών (38 ± 12 έτη) (47,5% γυναίκες). Το πρωτόκολλο της μελέτης εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής όλων των συμμετεχόντων Πανεπιστημίων (197/27-02-2012 για το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ελλάδα, 4/02/2013-18 για το Πανεπιστήμιο της Castilla La Mancha, Ισπανία, 1/26-11-2012 για το Γερμανικό Πανεπιστήμιο Αθλητισμού, Γερμανία).

2.2.1. Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες ήταν ενήλικα άτομα ηλικίας 20-60 ετών με περίπου ίσο αριθμό συμμετεχόντων σε κάθε δεκαετία. Δημογραφικοί παράγοντες όπως η εθνικότητα, οι συνθήκες διαβίωσης, η οικογενειακή κατάσταση και άλλοι δεν λήφθηκαν υπόψιν για την περαιτέρω διαστρωμάτωση του δείγματος. Οι συμμετέχοντες υπέγραφαν έγγραφο συγκατάθεσης για τη συμμετοχή τους στη μελέτη. Κριτήρια αποκλεισμού από τη μελέτη ήταν ορισμένες ασθένειες όπως άποιος διαβήτης, νεφρική νόσος, ηπατική νόσος, γαστρεντερικές παθήσεις, προβλήματα του γαστρεντερικού συστήματος, καρδιακές ασθένειες, πνευμονικές ασθένειες, ασθενείς που περιορίζουν την κινητικότητα όπως μυοσκελετικές ασθένειες ή ορθοπεδικά προβλήματα, καθώς επίσης και η εγκυμοσύνη, η γαλουχία, η υπέρταση, η λήψη φαρμάκων που περιέχουν διουρητικά, φαινοτοΐνη, λίθιο, δεμεκλοκυκλίνη, ή αμφοτερικίνη. Επίσης, άτομα που ακολουθούν ένα διαιτολόγιο υψηλό σε πρωτεΐνη ή υποθερμιακό αποκλείονταν από τη μελέτη. Οι συμμετέχοντες επαναπρογραμματιζόνταν ή αποκλείονταν από τη μελέτη στην περίπτωση που είχαν γρίπη, πυρετό ή διάρροια και οι συμμετέχουσες έμμηνο ρύση κατά τη διάρκεια συλλογής των δεδομένων. Διακυμάνσεις του σωματικού βάρους μεγαλύτερες από 2% αποτελούσαν κριτήριο αποκλεισμού από τη μελέτη. Επιπλέον, τιμές του Ρυθμού Έκκρισης Κρεατινίνης (PEK) πάνω από 3500mg/ημέρα ή κάτω από 350mg/ημέρα [114] θεωρούνται αναξιόπιστη 24ώρη συλλογή ούρων, και αποκλείονταν από τη μελέτη. Συνολικά τέσσερα άτομα σε Ευρωπαϊκό επίπεδο με τιμές PEK πάνω από 3500mg/ημέρα αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Είκοσι οκτώ άτομα δεν ολοκλήρωσαν το πρωτόκολλο (13 άτομα το χειμώνα, 15 άτομα το καλοκαίρι) για προσωπικούς λόγους.

2.2.2. Προσέλκυση συμμετεχόντων

Η προσέλκυση των συμμετεχόντων ξεκίνησε δύο εβδομάδες πριν την έναρξη της μελέτης και συνεχίστηκε καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Η προσέλκυση περιελάμβανε προσκλήσεις α) μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο ακαδημαϊκό και μη-ακαδημαϊκό προσωπικό, β) στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και τις τοπικές εφημερίδες, γ) σε δικτυακούς τόπους που σχετίζονται με τη διατροφή, δ) σε έντυπη μορφή σε ποικίλους μη-ακαδημαϊκούς χώρους, ε) μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε άλλα ακαδημαϊκά ιδρύματα και ινστιτούτα της ευρύτερης περιοχής, στ) σε κάθε σεμινάριο που συμμετείχαν μέλη της ερευνητικής ομάδας. Τα άτομα που εκδήλωναν ενδιαφέρον για τη συμμετοχή στη μελέτη συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο, προκειμένου να εντοπιστούν πιθανά κριτήρια αποκλεισμού. Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες λάμβαναν γραπτώς το πρωτόκολλο της μελέτης και λεπτομερείς οδηγίες, συμπεριλαμβανομένων της καταγραφής τροφίμων, ποτών και ουρήσεων, διευκρινίζονταν απορίες σχετικά με το σκοπό της μελέτης, και υπέγραφαν το έντυπο συγκατάθεσης.

2.2.3. Πρωτόκολλο της μελέτης

Οι συμμετέχοντες της μελέτης έλαβαν ένα σακίδιο πλάτης με οδηγίες για το πρωτόκολλο της μελέτης, ένα ημερολόγιο καταγραφής του όγκου των ουρήσεων, μια ζυγαριά κουζίνας ακρίβειας 1 γραμμαρίου (1g), ένα δοχείο συλλογής ούρων όγκου 1000mL, επτά σακουλάκια ασφαλείας που περιείχαν δέκα σωληνάκια με βιδωτό καπάκι (10mL) για τη συλλογή των ούρων επισημασμένα με τον κωδικό του κάθε συμμετέχοντα, την ημέρα και τον αριθμό της ούρησης, και ένα σακουλάκι ασφαλείας που περιείχε ένα σωληνάριο με βιδωτό καπάκι (10mL) για το δείγμα των ούρων της όγδοης ημέρας. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες παρέλαβαν ένα ειδικό ισοθερμικό κουτί (30x50x20 cm) και παγοκύστες για την αποθήκευση των δειγμάτων. Στο σακίδιο πλάτης επίσης

υπήρχε ένα επταήμερο ημερολόγιο καταγραφής για να καταγράψουν λεπτομερώς την πρόσληψη τροφίμων και ποτών, της ώρα αφύπνισης και κατάκλισης. Επίσης, συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο που περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικά με το προφίλ του ατόμου, συμπεριφορές και γνώσεις σχετικά με την ενυδάτωση. Μια σύντομη συνέντευξη για τα κίνητρα και τα εμπόδια για την ορθή ενυδάτωση πραγματοποιήθηκε την πρώτη ημέρα της μελέτης ατομικά για κάθε συμμετέχοντα.

Την ημέρα 1 της μελέτης οι συμμετέχοντες έρχονταν νηστικοί μεταξύ 07:00-09:30 και έφεραν ένα ζυγισμένο δείγμα των πρώτων πρωινών ούρων τους και συμπλήρωναν τα ερωτηματολόγια της μελέτης για 15-20 λεπτά. Το ύψος των συμμετεχόντων μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca 711 Mechanical Sliding Weight Beam Scale) και το σωματικό βάρος τους με ηλεκτρονική ψηφιακή ζυγαριά-λιπομετρητή (TANITA, Body Composition Analyser, TBF 300) φορώντας ελαφριά ρούχα, χωρίς παπούτσια. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε λήψη δείγματος αίματος (5mL) από τη φλέβα στο αντιβράχιο. Την τελευταία ημέρα της μελέτης (ημέρα 8) της μελέτης οι συμμετέχοντες έρχονταν νηστικοί την ίδια ώρα, επέστρεφαν όλα τα δείγματα ούρων που είχαν συλλέξει κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εβδομάδας, πραγματοποιούνταν λήψη αίματος και μετρίονταν το βάρος όπως την ημέρα 1.

Οι μετεωρολογικές συνθήκες (ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση) δόθηκαν από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής.

2.2.4. Συλλογή ούρων / Βιολογικοί δείκτες ενυδάτωσης

Οι συμμετέχοντες επιστρέφοντας στο καθημερινό τους πρόγραμμα (ημέρες 1-7), συνέλεξαν και κατέγραψαν το βάρος της κάθε ούρησης, την ώρα της συλλογής και αποθήκευαν ένα δείγμα στους αριθμημένους σωλήνες σύμφωνα με τις οδηγίες. Οι συμμετέχοντες αποθήκευαν τα σωληνάκια με τα ούρα στο ψυγείο ή στο ειδικό ισοθερμικό κουτί μαζί με παγοκύστες που ανανεώνονταν κάθε 6-8 ώρες σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους. Η συλλογή ούρων της κάθε ημέρας ξεκινούσε από τη δεύτερη ούρηση της ημέρας και ολοκληρώνονταν με την πρώτη ούρηση της επόμενης ημέρας. Το ανασυσταθέν δείγμα των 10mL για κάθε ημέρα αποτελούνταν από δείγματα από όλες τις ουρήσεις που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια των εικοσιτετραώρου. Η αναλογία του όγκου της κάθε ούρησης στο συνολικό όγκο του εικοσιτετραώρου υπολογίστηκε ώστε η αναλογία της κάθε ούρησης σε τελικό όγκο 10mL να είναι η ίδια με την αναλογία της κάθε ούρησης στο όγκο του εικοσιτετραώρου.

Το χρώμα των ούρων (UCol) προσδιορίστηκε μέσω ενός ειδικού χρωματολογίου όπου το εύρος κυμαίνεται από το 1-8 (Dictionary of Color, Maertz and Paul, 2nd edition, 1950) [25]. Η ωσμωτικότητα ούρων και αίματος μετρήθηκε εις διπλούν του σημείου ψύξεως με τη χρήση ωσμωμέτρου (Cryoscopic Osmometer, Osmomat 030, Gonotec). Η συγκέντρωση νατρίου και καλίου στα ούρα και το αίμα μετρήθηκε με τη μέθοδο των εκλεκτικών ηλεκτροδίων ιόντων και η κρεατινίνη στα ούρα μετρήθηκε με την ενζυμική χρωματομετρική μέθοδο Jaffe (Cobas Integra 400 plus). Το ειδικό βάρος των ούρων μετρήθηκε με φορητό διαθλασίμετρο (Master Refractometer, Atago, cat. No. 2771). Ο όγκος των ούρων μετρήθηκε με ηλεκτρονική ψηφιακή ζυγαριά (Soehnle Fiesta 65106). Ο αιματοκρίτης προσδιορίστηκε με φυγόκεντρο αιματοκρίτη (model, KHT-400), η αιμοσφαιρίνη μέσω της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο (Pointe Scientific Inc. Hemoglobin Reagent Set, Canton, MI, USA).

2.2.4.1. Υπολογισμοί /Αναλύσεις Δεδομένων

Θεωρήσαμε ότι οι συμμετέχοντες βρίσκονται σε ισορροπία στο ισοζύγιο νερού και ως εκ τούτου η συνολική πρόσληψη νερού αντιστοιχεί στις συνολικές απώλειες νερού. Οποιαδήποτε συσσωρευμένη διαφορά θα είχε ως αποτέλεσμα μια μεταβολή στη μάζα του σώματος η οποία θα ήταν εμφανής την ημέρα 8 της μελέτης. Η διαφορά μεταξύ της συνολικής πρόσληψης νερού, όπως αυτή προκύπτει από τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής, και του όγκου των ουρήσεων εικοσιτετραώρου αντιπροσωπεύει τις μη-νεφρικές απώλειες νερού (MNAΥ), οι οποίες αποτελούνται από τον ιδρώτα, το νερό κατά την αναπνοή και το νερό που περιέχεται στα κόπρανα. Ο μέσος όρος της MNAΥ υπολογίστηκε ως εξής [115]:

$MNAΥ \text{ (L/ημέρα)} = \text{μέση συνολική ημερήσια πρόσληψη νερού (L/ημέρα)} - \text{μέσο όγκο ούρων εικοσιτετραώρου (L/ημέρα)}$

Η απέκκριση των διαλυμένων ουσιών από τα νεφρά ανά ημέρα είναι το προϊόν της μέσης ωσμωτικότητας των ούρων (mOsm/kgH₂O) πολλαπλασιασμένο με τον όγκο των ούρων της ημέρα (L). Ο υποχρεωτικός όγκος ούρων (ΥΟΟ) είναι ο απαραίτητος όγκος νερού ώστε να αποβληθούν όλες οι διαλυτές ουσίες των ούρων. Ένα όριο μέγιστης ωσμωτικότητας ούρων (830 mOsm/kgH₂O) για ένα άτομο ηλικίας 20 ετών χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ΥΟΟ. Δεδομένου ότι με την αύξηση της ηλικίας μειώνεται η νεφρική ικανότητα [72], αφαιρούνται 3.4 mOsm/kgH₂O από την οριακή τιμή για κάθε έτος πάνω από τα 20 έτη. Ο ΥΟΟ υπολογίστηκε ως εξής [5]:

$ΥΟΟ \text{ (L/ημέρα)} = \text{μέση τιμή ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετραώρου (mOsm/kgH}_2\text{O)} / [830 - 3.4 \times (\text{ηλικία} - 20)]$

Το εναπομείναν ελεύθερο νερό (EEN) ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ του πραγματικού όγκου εικοσιτετραώρου και του υπολογισμένου υποχρεωτικού όγκου. Ο μέσος όρος του EEN υπολογίστηκε ως εξής [116]:

$EEN = \text{όγκος ούρων εικοσιτετραώρου (L/ημέρα)} - \text{υπολογισμένος υποχρεωτικός όγκος (L/ημέρα)}$

Οι συμμετέχοντες κατηγοριοποιήθηκαν ως υπερενυδατωμένοι, ορθά ενυδατωμένοι και αφυδατωμένοι σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς της ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετραώρου για τους άνδρες [111] και τις γυναίκες [68]. Πιο αναλυτικά, ως υπερενυδατωμένοι χαρακτηρίστηκαν οι συμμετέχοντες με τιμές ωσμωτικότητας ούρων μικρότερες από 383 mOsm/kgH₂O για τις γυναίκες και 475 mOsm/kgH₂O για τους άνδρες, και αφυδατωμένοι με τιμές μεγαλύτερες από 810 mOsm/kgH₂O για τις γυναίκες και 880 mOsm/kgH₂O για τους άνδρες. Τα άτομα με ενδιάμεσες τιμές ωσμωτικότητας ούρων χαρακτηρίστηκαν ως ορθά ενυδατωμένα.

2.2.5. Επταήμερα Ημερολόγια Καταγραφής

Οι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια των ημερών 1-7 κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα επταήμερο ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων και ποτών. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες στο ερωτηματολόγιο κατέγραφαν την κατανάλωση τροφίμων και ποτών, την ποσότητα που καταναλώναν, και την ώρα της κατανάλωσης την ίδια στιγμή ώστε να αποφευχθούν περιστατικά υποκαταγραφών. Το μέγεθος της μερίδας, η μέθοδος παρασκευής (π.χ. τηγανητό, ψητό), πληροφορίες σχετικά με την επωνυμία τους προϊόντος εάν υπήρχε επίσης καταγράφονταν. Δεν υπήρχαν περιορισμοί ως προς το είδος και την ποσότητα των ροφημάτων που μπορούσαν να καταναλώσουν οι

συμμετέχοντες. Επίσης, στους συμμετέχοντες είχε συσταθεί πριν την έναρξη της μελέτης να διατηρήσουν τα συνήθη επίπεδα σωματικής δραστηριότητας, καθώς και τις διατροφικές τους συνήθειες. Τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών αναλύθηκαν με το Διατροφικό πρόγραμμα Diet Analysis plus version 6.1 (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co. Inc., Salem, OR, USA) για τα Ελληνικά δεδομένα, με το πρόγραμμα CENSID για τα Ισπανικά δεδομένα και με το EBIS pro German Food Database version 3.1 για τα Γερμανικά δεδομένα.

2.2.6. Ημερολόγιο επιπέδων φυσικής δραστηριότητας

Η φυσική τους δραστηριότητα εκτιμήθηκε με τη σύντομη έκδοση του ερωτηματολογίου International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [117]. Το ερωτηματολόγιο καταγράφει τα λεπτά έντονης και μέτριας έντασης φυσικής δραστηριότητας, τα λεπτά που οι συμμετέχοντες περπάτησαν καθώς και τα λεπτά που έμειναν καθιστοί και ξύπνιοι για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Τα αποτελέσματα από το ερωτηματολόγιο μετατράπηκαν σε συνεχείς μεταβλητές [117,118] πολλαπλασιάζοντας το περπάτημα με 3.3 μεταβολικά ισοδύναμα του έργου (MET), τη μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα με 4.4, και την έντονη φυσική δραστηριότητα με 8.0. Οι μονάδες από τις απαντήσεις εκφράστηκαν ως MET-λεπτά ανά εβδομάδα [117,119,120].

2.3. Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή και ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50(25, 75) του δείγματος για τις μη παραμετρικές. Η κανονικότητα ελέγχθηκε γραφικά με ιστογράμματα και με το παραμετρικό Shapiro-Wilktest. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ελέγχθηκαν με τους συντελεστές συσχέτισης Pearson ή Spearman για τις μεταβλητές κανονικής κατανομής ή για τις μη παραμετρικές αντίστοιχα. Οι διαφορές μεταξύ των φύλων και των εποχών (P1-P4) αξιολογήθηκαν με το independent sample t-test μετά από έλεγχο της κανονικότητας των μεταβλητών. Οι διαφορές μεταξύ των χωρών (P5), των ηλικιακών ομάδων (P6) και μεταξύ των υπερενυδατωμένων, ορθά ενυδατωμένων και αφυδατωμένων συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν με το One Way ANOVA test. Οι συγκρίσεις μεταξύ των χωρών και των ηλικιακών ομάδων πραγματοποιήθηκαν με το Bonferonni test. Οι πολυπαραγοντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών αξιολογήθηκαν με τη χρήση γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης, προσαρμοσμένων για όλους τους βιολογικούς συγχυτικούς παράγοντες. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το 5%. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος PASW Statistics 18 (SPSS Inc, Chicago, IL).

2.4. Αποτελέσματα

2.4.1. Η Ελληνική μελέτη

Ο πληθυσμός του ελληνικού δείγματος που ολοκλήρωσε επιτυχώς το πρωτόκολλο της μελέτης αποτελείται από 183 συμμετέχοντες (ηλικία 38 ± 12 έτη, 87 γυναίκες). Στη μελέτη συμμετείχαν 96 άτομα (ηλικία 39 ± 12 έτη, 53 γυναίκες) κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

2.4.1.1. Δείγματα ούρων

Η μέση τιμή των δεικτών ενυδάτωσης (νάτριο, κάλιο, κρεατινίνη, ωσμωτικότητα, όγκος, ειδικό βάρος, χρώμα) για τα δείγματα ούρων εικοσιτετραώρου μετά από επταήμερη συλλογή για τους άνδρες και τις γυναίκες, το χειμώνα και το καλοκαίρι παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι δείκτες ήταν εντός των φυσιολογικών ορίων [121]. Τα δείγματα ούρων των ανδρών είχαν υψηλότερες ποσότητες νατρίου και κρεατινίνης ($p = 0.001$ και $p < 0.001$, αντίστοιχα) συγκριτικά με τα δείγματα των γυναικών. Επίσης, παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών κατά την περίοδο του καλοκαιριού για τους περισσότερους ουρολογικούς δείκτες (νάτριο, κάλιο, κρεατινίνη, ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα, $p < 0.05$ σε όλες τις περιπτώσεις).

Στον Πίνακα 2.2. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μέσων δεικτών ενυδάτωσης (νάτριο, κάλιο, ωσμωτικότητα, όγκος, ειδικό βάρος, χρώμα) για τα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων για τους άνδρες και τις γυναίκες, το χειμώνα και το καλοκαίρι. Σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στη συγκέντρωση νατρίου ($p = 0.039$) και κρεατινίνης ($p = 0.007$), στο ειδικό βάρος ($p = 0.032$) και το χρώμα ($p = 0.011$) στα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων μεταξύ των ανδρών και των γυναικών κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Πίνακας 2.1. Τιμές ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης εικοσιτετράωρων δειγμάτων των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=183).

| | Νάτριο (mg/Ημέρα) | Κάλιο (mg/Ημέρα) | Κρεατίνη (mg/Ημέρα) | Ωσμωτικότητα Ούρων (mOsmol/kgH ₂ O) | Όγκος Ούρων (L) | Ειδικό Βάρος Ούρων | Χαζία | |
|----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------|--------------------|----------------------|----------------|
| Χειμώνας | Ανδρες | 137.9 (108.4, 179.5) | 64.8 (54.2, 77.8) | 1214.2 (1025.3, 1565.6) | 626 (473, 833) | 1.42 (1.06, 1.72) | 1.016 (1.013, 1.021) | 4.0 (2.0, 5.3) |
| | Γυναίκες | 151.2 (123.2, 183.7) | 67.9 (55.8, 86.7) | 1373.0 (1100.5, 1712.3) | 638 (485, 801) | 1.40 (1.16, 1.73) | 1.016 (1.012, 1.020) | 4.0 (2.9, 4.9) |
| | Σύνολο | 152.2 ± 48.7 | 67.8 ± 19.0 | 1359.7 ± 388.8 | 641 ± 213 | 1.43 ± 0.44 | 1.017 ± 0.006 | 3.9 ± 1.5 |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 151.2 (134.0, 208.4) | 64.0 (54.1, 74.8) | 1708.9 (1580.8, 1973.3) | 746 (631, 893) | 1.19 (1.00, 1.57) | 1.020 (1.016, 1.023) | 4.8 (3.3, 5.5) |
| | Γυναίκες | 110.4 (82.6, 134.2) | 55.3 (46.2, 72.4) | 1089.7 (922.9, 1272.6) | 592 (393, 810) | 1.16 (0.85, 1.63) | 1.015 (1.010, 1.020) | 3.8 (2.6, 4.8) |
| | Σύνολο | 136.8 ± 52.0 | 61.6 ± 18.0 | 1392.8 ± 437.4 | 672 ± 234 | 1.31 ± 0.54 | 1.017 ± 0.006 | 4.1 ± 1.5 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | P1 | 0.281 | 0.394 | 0.188 | 0.992 | 0.810 | 0.866 | 0.933 |
| | P2 | < 0.001 | 0.046 | < 0.001 | 0.016 | 0.433 | 0.020 | 0.014 |
| | P3 | 0.048 | 0.030 | 0.602 | 0.366 | 0.108 | 0.602 | 0.360 |
| | Σύνολο Ανδρών | 156.1 ± 50.6 | 66.0 ± 18.2 | 1509.7 ± 424.1 | 685 ± 220 | 1.39 ± 0.50 | 1.018 ± 0.006 | 4.1 ± 1.5 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Γυναικών | 130.5 ± 48.3 | 62.6 ± 19.1 | 1235.0 ± 356.3 | 629 ± 227 | 1.34 ± 0.51 | 1.016 ± 0.006 | 3.8 ± 1.4 |
| | Σύνολο | 143.8 ± 51.0 | 64.4 ± 18.7 | 1377.9 ± 415.3 | 658 ± 224 | 1.36 ± 0.50 | 1.017 ± 0.006 | 4.0 ± 1.5 |
| | P4 | 0.001 | 0.234 | < 0.001 | 0.098 | 0.589 | 0.103 | 0.110 |
| | Σύνολο Ανδρών | 156.1 ± 50.6 | 66.0 ± 18.2 | 1509.7 ± 424.1 | 685 ± 220 | 1.39 ± 0.50 | 1.018 ± 0.006 | 4.1 ± 1.5 |

Τα αποτελέσματα εφευράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτοτημοριακά με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτοτημοριακό εύρος ως 50(25,75) του δείγματος.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές και από τη δοκιμασία Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών. P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φθάνων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φθάνων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί), P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί).

Πίνακας 2.2. Τιμές ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης πρώτων πρωινών δειγμάτων των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=183).

| | Νάτριο (mg/L) | Κάλιο (mg/L) | Ωσμωτικότητα Ούρων (mOsmol/kgH ₂ O) | Όγκος Ούρων (L) | Ειδικό Βάρος Ούρων | Χρώμα | |
|----------------------|---------------|---------------------|--|-----------------|--------------------|----------------------|----------------|
| Χειμώνας | Ανδρες | 95.5 (72.8, 128.8) | 39.0 (29.8, 49.0) | 687(561, 869) | 0.34 (0.27, 0.42) | 1.019 (1.016, 1.025) | 4.0(2.0, 5.5) |
| | Γυναίκες | 96.3 (81.5, 127.5) | 39.0(27.0, 44.6) | 718 (545, 815) | 0.32 (0.28, 0.42) | 1.020 (1.015, 1.023) | 4.0 (2.6, 5.5) |
| | Σύνολο | 103.0 ± 42.3 | 40.1 ± 18.8 | 705 ± 207 | 0.35 ± 0.11 | 1.019 ± 0.006 | 4.0 ± 1.7 |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 114.8 (86.8, 144.6) | 43.5 (30.4, 57.3) | 799 (639, 946) | 0.34 (0.25, 0.42) | 1.023 (1.016, 1.026) | 5.0 (3.6, 6.0) |
| | Γυναίκες | 93.5 (64.3, 121.1) | 35.5(24.0, 49.0) | 638(481, 824) | 0.29 (0.24, 0.38) | 1.018 (1.012, 1.025) | 3.5 (2.0, 5.0) |
| | Σύνολο | 104.6 ± 43.6 | 42.8 ± 24.5 | 714 ± 222 | 0.32 ± 0.11 | 1.019 ± 0.007 | 4.2 ± 1.8 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | P1 | 0.767 | 0.536 | 0.940 | 0.906 | 0.790 | 0.778 |
| | P2 | 0.039 | 0.140 | 0.007 | 0.197 | 0.032 | 0.011 |
| | P3 | 0.801 | 0.422 | 0.815 | 0.092 | 0.891 | 0.475 |
| | Σύνολο Ανδρών | 107.5 ± 43.9 | 44.1 ± 24.3 | 746 ± 212 | 0.34 ± 0.11 | 1.020 ± 0.006 | 4.3 ± 1.7 |
| Σύνολο Γυναικών | 99.8 ± 41.7 | 38.8 ± 19.0 | 672 ± 214 | 0.32 ± 0.10 | 1.018 ± 0.006 | 3.9 ± 1.8 | |
| Σύνολο | 103.8 ± 42.9 | 41.5 ± 22.0 | 710 ± 215 | 0.33 ± 0.11 | 1.019 ± 0.006 | 4.1 ± 1.7 | |
| P4 | 0.225 | 0.119 | 0.030 | 0.165 | 0.060 | 0.120 | |

Τα αποτελέσματα εφευράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος ως 50(25,75) του δείγματος.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές και από τη δοκιμασία Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών. P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί), P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί).

Η μέση τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της μη-νεφρικής απώλειας νερού για τους άνδρες και τις γυναίκες, το χειμώνα και το καλοκαίρι παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3. Τιμές μέγιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος και μη-νεφρικής απώλειας νερού (MNAΥ) κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=183).

| | | Μέγιστη θερμοκρασία (C) | Μη-Νεφρική Απώλεια Νερού (L/Ημέρα) |
|----------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|
| Χειμώνας | Ανδρες | 16 (13, 18) | 0.61 (0.38, 0.88) |
| | Γυναίκες | 15 (14, 18) | 0.52 (0.21, 1.02) |
| | Σύνολο | 16 ± 3 | 0.58 ± 0.49 |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 33 (31, 35) | 1.63 (1.21, 2.24) |
| | Γυναίκες | 33 (32, 33) | 1.02 (0.68, 1.39) |
| | Σύνολο | 33 ± 2 | 1.35 ± 0.69 |
| | | P1 | 0.926 |
| | | P2 | 0.894 |
| | | P3 | <0.001 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Ανδρών | 24 ± 9 | 1.15 ± 0.75 |
| | Σύνολο Γυναϊκών | 26 ± 8 | 0.85 ± 0.65 |
| | Σύνολο | 25 ± 9 | 1.00 ± 0.72 |
| | | P4 | 0.087 |
| FWR | (-) | 25 ± 9 | 1.11 ± 0.67 |
| | (+) | 25 ± 8 | 0.91 ± 0.74 |
| | | P7 | 0.717 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50(25,75) του δείγματος.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές και από τη δοκιμασία Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών; P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί); P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί)

Η μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ήταν υψηλότερη το καλοκαίρι σε σχέση με το χειμώνα ($p < 0.001$). Η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος συσχετίστηκε θετικά με τις μη-νεφρικές απώλειες νερού (λ.χ. ιδρώτας) ($r = 0.542$, $p < 0.001$), τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.442$, $p < 0.001$) και την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($r = 0.436$, $p < 0.001$).

Οι MNAΥ ήταν υψηλότερες στους άνδρες από τις γυναίκες ($p = 0.006$), και υψηλότερες το καλοκαίρι συγκριτικά με το χειμώνα ($p < 0.001$) (Πίνακας 2.3.). Οι MNAΥ συσχετίστηκαν θετικά με τη μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος ($r = 0.542$, $p < 0.001$), τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.776$, $p < 0.001$), τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.329$, $p < 0.001$) και την ωσμωτικότητα ούρων ($r = 0.256$, $p = 0.001$), και αρνητικά με τον όγκο των ούρων εικοσιτετραώρου ($r = -0.229$, $p = 0.002$).

2.4.1.2. Αιματολογικοί δείκτες

Διαφορές στην ωσμωτικότητα του ορού, την αιμοσφαιρίνη και τον αιματοκρίτη ($p < 0.001$, Πίνακας 2.4.) παρατηρήθηκαν μεταξύ των δύο φύλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι δείκτες ήταν εντός των φυσιολογικών ορίων [121]. Ωστόσο, μεταξύ της καλοκαιρινής και χειμερινής περιόδου της μελέτης

διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο στην ωσμωτικότητα του ορού ($p < 0.001$). Κατά τη διάρκεια τόσο της καλοκαιρινής όσο και της χειμερινής περιόδου δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο νάτριο ($p = 0.852$ και 0.313 , αντίστοιχα) του ορού μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Πίνακας 2.4. Τιμές αιματολογικών δεικτών ενυδάτωσης των συμμετεχόντων κατά τη διάγνωση του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=183).

| | Αιμοσφαιρίνη (g/dL) | Αιματοκρίτης (%) | Γλυκόζη (mmol/L) | Θομβροκρίτινα Οστού (mOsmol/kg H ₂ O) | Νάτριο (mEq/L) | Κάλιο (mEq/L) | |
|----------------------|---------------------|-------------------|------------------|--|----------------------|----------------------|----------------|
| Χειμώνας | Ανδρες | 14.2 (12.9, 15.8) | 41 (39, 45) | 86.5 (83.3, 92.8) | 146.0 (142.0, 150.8) | 4.5 (4.0, 5.0) | |
| | Γυναίκες | 14.5 (12.7, 16.3) | 42 (38, 45) | 89 (84.3, 94.5) | 297 (293, 299) | 144.3 (140.0, 149.8) | 4.5 (4.0, 4.5) |
| | Σύνολο | 14.6 ± 2.2 | 42 ± 4 | 88.5 ± 8.0 | 297 (294, 298) | 146.7 ± 6.8 | 4.6 ± 0.5 |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 15.7 (14.7, 17.5) | 44 (42, 45) | 91 (87, 97.4) | 296 (293, 298) | 145.0 (140.4, 152.1) | 4.5 (4.0, 5.0) |
| | Γυναίκες | 13.4 (12.4, 14.4) | 39 (37, 41) | 88 (84.9, 92.0) | 291 (288, 295) | 146.8 (139, 162.9) | 5.0 (4.0, 5.0) |
| | Σύνολο | 14.7 ± 2.3 | 41 ± 4 | 93.5 ± 2.2 | 293 ± 7 | 150.0 ± 14.0 | 4.7 ± 0.6 |
| | P1 | 0.977 | 0.578 | 0.262 | 0.886 | 0.313 | 0.073 |
| | P2 | < 0.001 | < 0.001 | 0.032 | 0.001 | 0.852 | 0.015 |
| | P3 | 0.884 | 0.120 | 0.075 | < 0.001 | 0.070 | 0.294 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Ανδρών | 15.3 ± 2.3 | 43 ± 4 | 93.1 ± 23.3 | 296 ± 5 | 147.3 ± 7.3 | 4.6 ± 0.5 |
| | Σύνολο Γυναικών | 14.0 ± 2.1 | 40 ± 4 | 89.4 ± 7.9 | 293 ± 7 | 149.8 ± 14.5 | 4.7 ± 0.6 |
| | Σύνολο | 14.6 ± 2.3 | 41 ± 4 | 91.3 ± 17.5 | 294 ± 6 | 148.5 ± 11.4 | 4.6 ± 0.6 |
| | P4 | < 0.001 | < 0.001 | 0.184 | 0.001 | 0.167 | 0.277 |

Τα αποτελέσματα εσφαλώνονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος ως 50(25/75) του δείγματος.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές και από τη δοκιμασία Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών. P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εθνικών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί), P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί).

2.4.1.3. Συνολική πρόσληψη νερού

Η συνολική πρόσληψη νερού, η πρόσληψη νερού από ροφήματα, η πρόσληψη νερού από τρόφιμα, η συνολική πρόσληψη ενέργειας και η πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα παρουσιάζονται συνολικά, για άνδρες και γυναίκες, για χειμώνα και καλοκαίρι ξεχωριστά (Πίνακας 2.5.).

Πίνακας 2.5. Συνολική πρόσληψη νερού, πρόσληψη νερού από ροφήματα και τρόφιμα, συνολική πρόσληψη ενέργειας των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=183).

| | | Συνολική Πρόσληψη Νερού (L/Ημέρα) | Πρόσληψη Νερού από Ροφήματα (L/Ημέρα) | Πρόσληψη Νερού από Τρόφιμα (L/Ημέρα) | Συνολική Πρόσληψη Ενέργειας (kcal/Ημέρα) | Πρόσληψη Ενέργειας από Ροφήματα (kcal/Day) | |
|----------------------------|-----------------|---|--|---|---|---|-------|
| Χειμώνας | Ανδρες | 2.03 (1.61, 2.42) | 1.53 (1.16, 1.77) | 0.52 (0.36, 0.65) | 1758 (1481, 2256) | 181 (128, 236) | |
| | Γυναίκες | 1.97 (1.68, 2.38) | 1.48 (1.08, 1.82) | 0.49 (0.36, 0.66) | 1655 (1470, 2033) | 174 (99, 238) | |
| | Σύνολο | 1.99 ± 0.49 | 1.49 ± 0.48 | 0.52 ± 0.20 | 1797 ± 531 | 180 ± 96 | |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 2.87 (2.31, 3.67) | 2.36 (1.90, 3.22) | 0.53 (0.40, 0.74) | 1819 (1531, 2321) | 234 (147, 351) | |
| | Γυναίκες | 2.38 (1.79, 2.74) | 1.83 (1.40, 2.09) | 0.50 (0.39, 0.68) | 1566 (1308, 1862) | 167 (117, 292) | |
| | Σύνολο | 2.66 ± 0.84 | 2.12 ± 0.81 | 0.55 ± 0.26 | 1760 ± 498 | 223 ± 123 | |
| | | P1 | 0.578 | 0.665 | 0.578 | 0.327 | 0.607 |
| | | P2 | < 0.001 | < 0.001 | 0.746 | 0.002 | 0.142 |
| | | P3 | < 0.001 | < 0.001 | 0.374 | 0.630 | 0.009 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Ανδρών | 2.51 ± 0.84 | 1.98 ± 0.83 | 0.54 ± 0.21 | 1883 ± 541 | 211 ± 112 | |
| | Σύνολο Γυναικών | 2.18 ± 0.66 | 1.65 ± 0.59 | 0.54 ± 0.25 | 1664 ± 457 | 194 ± 114 | |
| | Σύνολο | 2.35 ± 0.77 | 1.82 ± 0.74 | 0.54 ± 0.23 | 1777 ± 512 | 203 ± 113 | |
| | P4 | 0.003 | 0.002 | 0.823 | 0.004 | 0.309 | |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50(25,75) του δείγματος.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές και από τη δοκιμασία Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών; P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί); P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί)

Η πρόσληψη νερού από ροφήματα συσχετίζεται θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.951, p < 0.001$), τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.149, p = 0.046$) και την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα ($r = 0.259, p < 0.001$). Η συνολική πρόσληψη νερού και η πρόσληψη νερού από ροφήματα ήταν υψηλότερη το καλοκαίρι από το χειμώνα ($p < 0.001$, και στις δύο περιπτώσεις). Επίσης, διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των δύο φύλων, οι άνδρες κατέγραψαν υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού (2.51 ± 0.84 L/ημέρα έναντι 2.18 ± 0.66 L/ημέρα, $p = 0.003$) και ενέργειας (1883 ± 541 kcal/ημέρα έναντι 1664 ± 457 kcal/ημέρα, $p = 0.004$), καθώς και υψηλότερη πρόσληψη νερού από ροφήματα (1.98 ± 0.83 L/ημέρα έναντι 1.65 ± 0.59 L/ημέρα, $p = 0.002$) από τις γυναίκες. Σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν στα επίπεδα πρόσληψης νερού από τα τρόφιμα μεταξύ ανδρών και γυναικών ($p = 0.823$) ούτε μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού ($p = 0.374$).

2.4.2. Η Ευρωπαϊκή μελέτη

Ο πληθυσμός της μελέτης που ολοκλήρωσε επιτυχώς το πρωτόκολλο σε Ευρωπαϊκό επίπεδο αποτελείται από 573 συμμετέχοντες (ηλικία 39 ± 12 έτη, 280 γυναίκες). Στη μελέτη συμμετείχαν 297 άτομα (ηλικία 39 ± 12 έτη, 155 γυναίκες)

κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Ο μέσος Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) των ανδρών ήταν $25.5 \pm 4.2 \text{ kg/m}^2$ και των γυναικών $24.5 \pm 4.9 \text{ kg/m}^2$.

2.4.2.1. Δείγματα ούρων

Η μέση τιμή των ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης (νάτριο, κάλιο, ωσμωτικότητα, όγκος, ειδικό βάρος, χρώμα) για τα δείγματα εικοσιτετραώρου μετά από επταήμερη συλλογή για τους άνδρες και τις γυναίκες, το χειμώνα και το καλοκαίρι, και για κάθε χώρα ξεχωριστά παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.6. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι δείκτες ήταν εντός των φυσιολογικών ορίων [121].

Πίνακας 2.6. Τιμές ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=573).

| | | Νάτριο (mEq/Ημέρα) | Κάλιο (mEq/Ημέρα) | Κρεατινίνη (mg/Ημέρα) | Ωσμωτικότητα τα Ούρων (mOsmol/kg H ₂ O) | Όγκος Ούρων (L) | Ειδικό Βάρος Ούρων | Χρώμα |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|------------------------------|------------------------|
| Χειμώνας | Ανδρες | 178.4 ± 51.5 | 76.0 ± 20.1 | 1738.4 ± 523.0 | 652 ± 211 | 1.66 ± 0.62 | 1.018 ± 0.005 | 4.4 ± 1.4 |
| | Γυναίκες | 162.9 ± 56.7 | 68.8 ± 21.8 | 1335.6 ± 404.1 | 571 ± 197 | 1.70 ± 0.72 | 1.016 ± 0.005 | 4.1 ± 1.3 |
| | Σύνολο | 171.4 ± 54.4 | 72.7 ± 21.2 | 1555.2 ± 512.8 | 615 ± 209 | 1.68 ± 0.66 | 1.017 ± 0.005 | 4.2 ± 1.4 |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 181.9 ± 50.1 | 76.2 ± 25.7 | 1820.6 ± 451.6 | 698 ± 192 | 1.61 ± 0.70 | 1.018 ± 0.005 | 4.6 ± 1.2 |
| | Γυναίκες | 145.6 ± 53.1 | 68.5 ± 28.3 | 1290.0 ± 474.4 | 596 ± 251 | 1.63 ± 0.77 | 1.015 ± 0.006 | 3.9 ± 1.6 |
| | Σύνολο | 162.8 ± 54.7 | 72.2 ± 27.3 | 1543.7 ± 533.6 | 645 ± 230 | 1.62 ± 0.73 | 1.017 ± 0.006 | 4.2 ± 1.5 |
| P1 | | 0.021 | 0.005 | <0.001 | 0.001 | 0.586 | 0.003 | 0.069 |
| P2 | | <0.001 | 0.016 | <0.001 | <0.001 | 0.789 | <0.001 | <0.001 |
| P3 | | 0.065 | 0.789 | 0.795 | 0.111 | 0.370 | 0.679 | 0.983 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Ανδρών | 180.1 ± 50.8 | 76.1 ± 22.9 | 1779.1 ± 489.9 | 675 ± 203 | 1.63 ± 0.66 | 1.018 ± 0.005 | 4.5 ± 1.3 |
| | Σύνολο Γυναικών | 153.2 ± 55.3 | 68.6 ± 25.6 | 1310 ± 444.7 | 585 ± 229 | 1.66 ± 0.74 | 1.015 ± 0.006 | 4.0 ± 1.5 |
| | Σύνολο P4 | 166.9 ± 54.7 <0.001 | 72.4 ± 24.6 <0.001 | 1549.1 ± 523.4 <0.001 | 631 ± 221 <0.001 | 1.65 ± 0.70 0.619 | 1.017 ± 0.005 <0.001 | 4.2 ± 1.4 <0.001 |
| Χώ ρα | Γερμανία | 162.2 ± 50.3 ^{*,#} | 77.9 ± 24.1 [#] | 1454.0 ± 401.0 [*] | 492 ± 170 ^{*,#} | 2.13 ± 0.76 ^{*,#} | 1.014 ± 0.005 ^{*,#} | 4.4 ± 1.3 [#] |
| | Ισπανία | 192.8 ± 51.7 ⁺ | 74.0 ± 27.8 ⁺ | 1807.9 ± 621.2 ⁺ | 753 ± 180 ⁺ | 1.40 ± 0.49 | 1.019 ± 0.004 ⁺ | 4.4 ± 1.5 ⁺ |
| | Ελλάδα | 143.8 ± 51.0 | 64.4 ± 18.7 | 1377.9 ± 415.3 | 658 ± 224 | 1.36 ± 0.50 | 1.017 ± 0.006 | 4.0 ± 1.5 |
| | P5 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.008 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των φύλων και των εποχών, και της δοκιμασίας one-way ANOVA μεταξύ των χωρών; * σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ισπανίας; # σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ελλάδας; + σημαντικές διαφορές μεταξύ Ισπανίας και Ελλάδας; P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί); P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί); P5 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών

Τα δείγματα ούρων των ανδρών είχαν υψηλότερες τιμές ωσμωτικότητας, ειδικού βάρους και πιο σκούρο χρώμα συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές των γυναικών. Οι χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας στα ούρα των γυναικών συμφωνούν με τα ευρήματα των χαμηλότερων ποσοτήτων νατρίου, καλίου και κρεατινίνης ($p < 0.001$) συγκριτικά με των ανδρών. Υπήρχαν επίσης σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων κατά την περίοδο του καλοκαιριού για τους περισσότερους ουρολογικούς δείκτες τα ούρα των γυναικών είχαν χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας ($p < 0.001$), και απέβαλαν μικρότερες ποσότητες νατρίου και καλίου ($p < 0.001$ και $p = 0.016$, αντίστοιχα). Διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των χωρών για όλους τους ουρολογικούς δείκτες ενυδάτωσης ($p < 0.001$). Ο όγκος ούρων εικοσιτετραώρου ήταν υψηλότερος στους Γερμανούς συγκριτικά με τους Ισπανούς και τους Έλληνες. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των Ισπανών και των Ελλήνων. Ο όγκος των ούρων εικοσιτετραώρου θετικά με τη

συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.623$, $p < 0.001$), και αρνητικά με τις μη-νεφρικές απώλειες νερού ($r = -0.095$, $p = 0.024$) και την ωσμωτικότητα ούρων ($r = -0.736$, $p < 0.001$).

2.4.2.2. Αιματολογικοί δείκτες

Διαφορές στην ωσμωτικότητα του ορού ($p = 0.001$), την αιμοσφαιρίνη και τον αιματοκρίτη ($p < 0.001$, Πίνακας 2.7.) παρατηρήθηκαν μεταξύ των δύο φύλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι δείκτες ήταν εντός των φυσιολογικών ορίων [121]. Την καλοκαιρινή περίοδο της μελέτης δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη γλυκόζη του ορού ($p = 0.081$), το νάτριο του ορού ($p = 0.166$) και το κάλιο του ορού ($p = 0.092$) μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Πίνακας 2.7. Τιμές αιματολογικών δεικτών ενυδάτωσης των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=573).

| | Αιμοσφαιρίνη (g/dL) | Αιματοκρίτης (%) | Γλυκόζη (mmol/L) | Ωσμωτικό Πιεστήριο (mOsmol/kg H ₂ O) | Νάτριο (mEq/L) | Κάλιο (mEq/L) | |
|----------------------|---------------------|------------------|------------------|---|----------------|---------------|-------------|
| Χειμώνας | Άνδρες | 45 ± 3 | 4.67 ± 0.46 | 297 ± 10 | 143.0 ± 4.9 | 4.4 ± 0.4 | |
| | Γυναίκες | 42 ± 4 | 4.73 ± 0.52 | 294 ± 10 | 141.6 ± 3.9 | 4.4 ± 0.4 | |
| | Σύνολο | 43 ± 4 | 4.70 ± 0.49 | 296 ± 10 | 142.4 ± 4.5 | 4.4 ± 0.4 | |
| Καλοκαίρι | Άνδρες | 45 ± 3 | 5.02 ± 1.09 | 293 ± 7 | 143.3 ± 5.1 | 4.5 ± 0.5 | |
| | Γυναίκες | 41 ± 4 | 4.88 ± 1.59 | 291 ± 8 | 144.7 ± 11.3 | 4.6 ± 0.6 | |
| | Σύνολο | 43 ± 4 | 4.94 ± 1.37 | 292 ± 8 | 144.0 ± 8.9 | 4.6 ± 0.6 | |
| | P1 | <0.001 | 0.339 | 0.015 | 0.020 | 0.166 | 0.580 |
| | P2 | <0.001 | 0.388 | 0.081 | 0.064 | 0.064 | |
| | P3 | 0.824 | 0.397 | 0.005 | <0.001 | <0.001 | |
| | Σύνολο Ανδρών | 45 ± 3 | 4.84 ± 0.85 | 295 ± 9 | 143.1 ± 5.0 | 4.5 ± 0.5 | |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Γυναικών | 42 ± 4 | 4.81 ± 1.24 | 292 ± 9 | 143.3 ± 8.9 | 4.5 ± 0.5 | |
| | Σύνολο | 43 ± 4 | 4.83 ± 1.06 | 294 ± 9 | 143.2 ± 7.2 | 4.5 ± 0.5 | |
| Χρόια | P4 | <0.001 | 0.724 | 0.001 | 0.717 | 0.159 | |
| | Γερμανία | 14.3 ± 1.3 * | 43 ± 3 * # | 4.52 ± 1.43 * # | 298 ± 11 * # | 141.0 ± 1.7 # | 4.5 ± 0.4 # |
| | Ισπανία | 15.2 ± 1.3 + | 46 ± 3 + | 4.96 ± 0.39 | 289 ± 8 + | 141.2 ± 2.6 + | 4.4 ± 0.5 + |
| | Ελλάδα | 14.6 ± 2.3 | 41 ± 4 | 5.07 ± 0.97 | 294 ± 6 | 148.5 ± 11.4 | 4.6 ± 0.6 |
| | P5 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

Για αποτελέσματα επεξεργασμένα με μέση τιμή ± τυπική απόκλιση

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των φύλων και των εποχών, και της δοκιμασίας One-way ANOVA μεταξύ των χρόνων: * σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ισπανίας; # σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ελλάδας; + σημαντικές διαφορές μεταξύ Ισπανίας και Ελλάδας; P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί), P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί), P5 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των χρόνων.

2.4.2.3. Συνολική πρόσληψη νερού

Η συνολική πρόσληψη νερού, η πρόσληψη νερού από ροφήματα, η πρόσληψη νερού από τρόφιμα, η συνολική πρόσληψη ενέργειας και η πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα παρουσιάζονται συνολικά, για κάθε φύλο, για κάθε εποχή και για κάθε χώρα ξεχωριστά (Πίνακας 2.8.).

Η πρόσληψη νερού από ροφήματα συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.955$, $p < 0.001$), τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.297$, $p < 0.001$) και την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα ($r = 0.576$, $p < 0.001$). Η συνολική πρόσληψη νερού και η πρόσληψη νερού από ροφήματα ήταν υψηλότερη το καλοκαίρι από το χειμώνα ($p = 0.019$ και $p = 0.027$, αντίστοιχα). Επίσης, διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των δύο φύλων, οι άνδρες κατέγραψαν υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού (2.93 ± 1.10 L/ημέρα) και ενέργειας (2329 ± 686 kcal/ημέρα), κατανάλωσαν υψηλότερες ποσότητες νερού από ροφήματα (2.27 ± 1.02 L/ημέρα) καθώς και η ενεργειακή πρόσληψη από ροφήματα (320 ± 219 kcal/ημέρα) ήταν υψηλότερη συγκριτικά με τις γυναίκες. Η πρόσληψη νερού που προέρχεται από τα τρόφιμα ήταν υψηλότερη για τους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες ($p = 0.027$), αλλά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των εποχών. Η συνολική πρόσληψη νερού ήταν υψηλότερη στη Γερμανία συγκριτικά με την Ισπανία και την Ελλάδα, και υψηλότερη στην Ισπανία συγκριτικά με την Ελλάδα (Πίνακας 3.1.7.3). Η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίστηκε θετικά με τον όγκο των ούρων εικοσιτετραώρου ($r = 0.623$, $p < 0.001$), τις μη-νεφρικές απώλειες νερού ($r = 0.716$, $p < 0.001$) και αρνητικά με την ωσμωτικότητα ούρων ($r = -0.349$, $p < 0.001$).

Πίνακας 2.8. Συνολική πρόσληψη νερού, πρόσληψη νερού από ροφήματα και τρόφιμα, συνολική πρόσληψη ενέργειας των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=573).

| | | Συνολική Πρόσληψη Νερού (L/Ημέρα) | Πρόσληψη Νερού από Ροφήματα (L/Ημέρα) | Πρόσληψη Νερού από Τρόφιμα (L/Ημέρα) | Συνολική Πρόσληψη Ενέργειας (kcal/Ημέρα) | Πρόσληψη Ενέργειας από Ροφήματα (kcal/Day) |
|-------------------------|--------------------|--|--|---|---|---|
| Χειμώνας | Ανδρες | 2.77 ± 1.10 | 2.12 ± 1.09 | 0.67 ± 0.31 | 2248 ± 659 | 302 ± 203 |
| | Γυναίκες | 2.49 ± 0.80 | 1.89 ± 0.71 | 0.61 ± 0.25 | 1913 ± 477 | 258 ± 143 |
| | Σύνολο | 2.64 ± 0.98 | 2.01 ± 0.94 | 0.64 ± 0.29 | 2093 ± 605 | 282 ± 179 |
| Καλοκαίρι | Ανδρες | 3.09 ± 1.07 | 2.41 ± 0.93 | 0.69 ± 0.29 | 2413 ± 706 | 338 ± 233 |
| | Γυναίκες | 2.61 ± 0.91 | 1.97 ± 0.75 | 0.64 ± 0.29 | 1989 ± 580 | 254 ± 141 |
| | Σύνολο | 2.84 ± 1.02 | 2.18 ± 0.87 | 0.68 ± 0.29 | 2192 ± 676 | 294 ± 195 |
| P1 | | 0.014 | 0.034 | 0.075 | <0.001 | 0.038 |
| P2 | | <0.001 | <0.001 | 0.152 | <0.001 | 0.001 |
| P3 | | 0.019 | 0.027 | 0.339 | 0.068 | 0.430 |
| Χειμώνας & Καλοκαίρι | Σύνολο Ανδρών | 2.93 ± 1.10 | 2.27 ± 1.02 | 0.68 ± 0.30 | 2329 ± 686 | 320 ± 219 |
| | Σύνολο Γυναικών | 2.55 ± 0.86 | 1.93 ± 0.73 | 0.63 ± 0.27 | 1955 ± 537 | 256 ± 142 |
| | Σύνολο | 2.75 ± 1.01 | 2.10 ± 0.91 | 0.66 ± 0.29 | 2148 ± 644 | 288 ± 188 |
| | P4 | <0.001 | <0.001 | 0.027 | <0.001 | <0.001 |
| Χώρα | Γερμανία | 3.29 ± 0.98 ^{*,#} | 2.49 ± 0.87 ^{*,#} | 0.81 ± 0.27 ^{*,#} | 2412 ± 609 ^{*,#} | 358 ± 240 ^{*,#} |
| | Ισπανία | 2.55 ± 0.98 | 1.96 ± 0.95 | 0.61 ± 0.29 ⁺ | 2214 ± 633 ⁺ | 296 ± 145 ⁺ |
| | Ελλάδα | 2.35 ± 0.77 | 1.82 ± 0.74 | 0.54 ± 0.23 | 1777 ± 512 | 203 ± 113 |
| P5 | | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των φύλων και των εποχών, και της δοκιμασίας one-way ANOVA μεταξύ των χωρών; * σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ισπανίας; # σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ελλάδας; + σημαντικές διαφορές μεταξύ Ισπανίας και Ελλάδας; P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το χειμώνα, P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των φύλων για το καλοκαίρι, P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί); P4 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί); P5 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών

2.4.2.4. Επίπεδα φυσικής δραστηριότητας

Η μέση τιμή των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας, της μέγιστης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της μη-νεφρικής απώλειας νερού για τους άνδρες και τις γυναίκες, το χειμώνα και το καλοκαίρι, για κάθε χώρα ξεχωριστά και για κάθε ηλικιακή ομάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.9.

Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ήταν υψηλότερα σε άτομα με θετικό εναπομείναν ελεύθερο νερό συγκριτικά με τα άτομα που είχαν αρνητικό εναπομείναν ελεύθερο νερό ($p = 0.019$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας μεταξύ των δύο φύλων ($p = 0.065$) και μεταξύ των ηλικιακών ομάδων ($p = 0.953$). Ωστόσο, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ήταν χαμηλότερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού συγκριτικά με αυτά του χειμώνα ($p < 0.001$). Σημαντική διαφορά στα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας παρατηρήθηκε μεταξύ των χωρών με τους Γερμανούς να αναφέρουν υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συγκριτικά με τους Ισπανούς ($p < 0.001$) και τους Έλληνες ($p < 0.001$). Οι Ισπανοί, με τη σειρά τους, ανέφεραν υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συγκριτικά με τους Έλληνες ($p = 0.001$). Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συσχετίστηκαν θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.224$, $p < 0.001$) και τον όγκο των ούρων εικοσιτετραώρου ($r = 0.174$, $p < 0.001$).

Πίνακας 2.9. Τιμές επιπέδων φυσικής δραστηριότητας, μέγιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος και μη-νεφρικής απώλειας νερού (MNAΥ) κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού (n=573).

| | IPAQ (MET-min/ Εβδομάδα) | Μέγιστη θερμοκρασία (C) | Μη-Νεφρική Απώλεια Νερού (L/Ημέρα) |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Χειμώνας | 2571 ± 2018 | 14 ± 6 | 0.99 ± 0.87 |
| Καλοκαίρι | 1942 ± 1087 | 29 ± 4 | 1.22 ± 0.69 |
| P1 | <0.001 | <0.001 | 0.001 |
| Σύνολο Ανδρών | 2141 ± 1475 | 21 ± 9 | 1.31 ± 0.91 |
| Σύνολο Γυναϊκών | 2356 ± 1774 | 22 ± 9 | 0.90 ± 0.57 |
| P2 | 0.065 | 0.300 | <0.001 |
| Γερμανία | 2945 ± 2053*, # | 17 ± 8*, # | 1.16 ± 0.62 |
| Ισπανία | 2088 ± 988+ | 24 ± 8 | 1.14 ± 1.00 |
| Ελλάδα | 1422 ± 1200 | 25 ± 8 | 1.02 ± 0.72 |
| P3 | <0.001 | <0.001 | 0.105 |
| 20 - 30 ετών | 2103 ± 1196 | 21 ± 9 | 1.18 ± 0.80 |
| 30 - 40 ετών | 2327 ± 1782 | 23 ± 9 | 1.07 ± 0.66 |
| 40 - 50 ετών | 2176 ± 1810 | 22 ± 9 | 1.15 ± 0.74 |
| 50 - 60 ετών | 2420 ± 1722 | 22 ± 8 | 0.99 ± 0.94 |
| P4 | 0.953 | 0.163 | 0.222 |
| (-) | 1983 ± 1137 | 25 ± 8 | 1.25 ± 0.94 |
| (+) | 2362 ± 1787 | 21 ± 9 | 1.04 ± 0.71 |
| P5 | 0.019 | <0.001 | 0.012 |

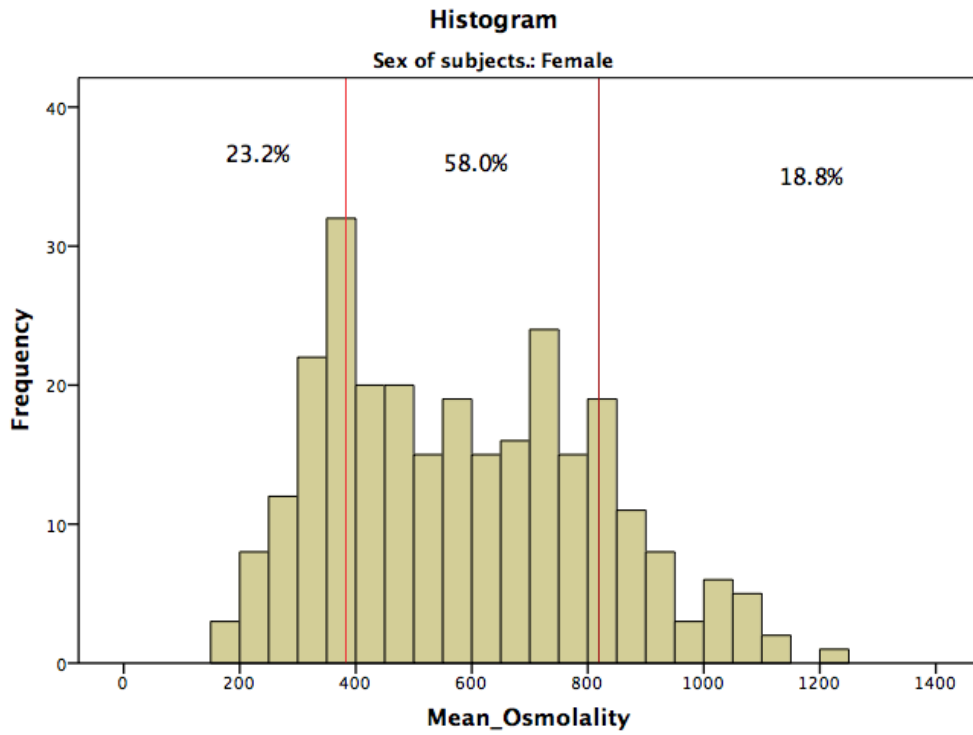
Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των φύλων, των εποχών και του εναπομένου ελεύθερου νερού, και της δοκιμασίας one-way ANOVA μεταξύ των χωρών και των ηλικιακών ομάδων; * σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ισπανίας; # σημαντικές διαφορές μεταξύ Γερμανίας και Ελλάδας; + σημαντικές διαφορές μεταξύ Ισπανίας και Ελλάδας; P1 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των εποχών για το σύνολο του δείγματος (άνδρες και γυναίκες μαζί); P2 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών (χειμώνας και καλοκαίρι μαζί); P3 αναφέρεται στις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών; P4 μεταξύ των ηλικιακών ομάδων; P5 μεταξύ του θετικού και αρνητικού εναπομένου ελεύθερου νερού.

Η μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ήταν υψηλότερη το καλοκαίρι σε σχέση με το χειμώνα ($p < 0.001$). Οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν στη Γερμανία ήταν χαμηλότερες συγκριτικά με τις θερμοκρασίες της Ισπανίας ($p = 0.001$) και της Ελλάδας ($p = 0.001$). Η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος συσχετίστηκε θετικά με τις μη-νεφρικές απώλειες νερού (λ.χ. ιδρώτας) και την ωσμωτικότητα ($r = 0.147$ και $r = 0.218$ αντίστοιχα, $p < 0.001$) και αρνητικά με τον όγκο ούρων εικοσιτετραώρου ($r = -0.222$, $p < 0.001$).

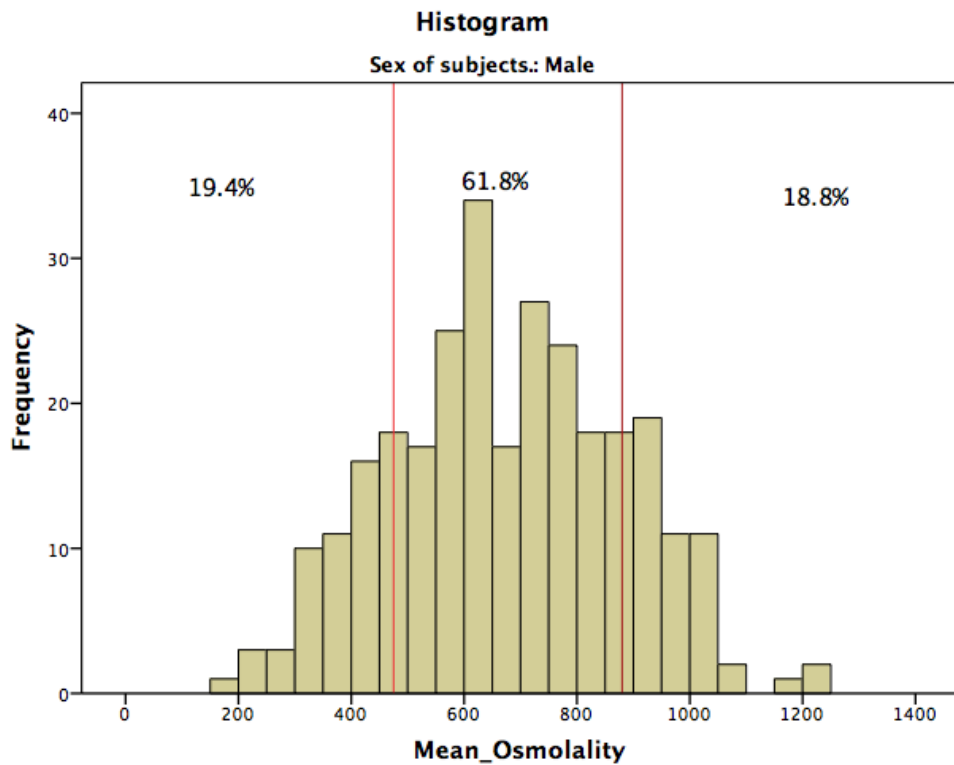
Οι MNAΥ ήταν υψηλότερες στους άνδρες από τις γυναίκες, και υψηλότερες το καλοκαίρι (Πίνακας 3.1.7.4). Οι MNAΥ συσχετίστηκαν θετικά με τη μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος ($r = 0.147$, $p < 0.001$), τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.716$, $p < 0.001$) και την ωσμωτικότητα ούρων ($r = 0.208$, $p < 0.001$), και αρνητικά με τον όγκο των ούρων εικοσιτετραώρου ($r = -0.095$, $p = 0.024$).

2.4.2.5. Κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων

Οι συμμετέχοντες κατηγοριοποιήθηκαν ως υπερενυδατωμένοι, ορθά ενυδατωμένοι και αφυδατωμένοι σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς της ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετραώρου για τους άνδρες και τις γυναίκες [68,111]. Η κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων παρουσιάζεται συνοπτικά στις Εικόνες 2.1. & 2.2., και λεπτομερώς στον Πίνακα 2.10.



Εικόνα 2.1. Κατανομή των υπερενυδατωμένων, ορθά ενυδατωμένων και αφυδατωμένων γυναικών.



Εικόνα 2.2. Κατανομή των υπερενυδατωμένων, ορθά ενυδατωμένων και αφυδατωμένων ανδρών.

Παρατηρούμε ότι το 23.2%, 58.0% και 18.8% των γυναικών και το 19.4%, 61.8% και 18.8% των ανδρών κατηγοριοποιήθηκε στις κατηγορίες υπερενυδατωμένοι, ορθά ενυδατωμένοι και αφυδατωμένοι, αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες που κατηγοριοποιήθηκαν ως υπερενυδατωμένοι κατέγραψαν επίσης υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού ($p<0.001$), μεγαλύτερο όγκο ούρων ($p<0.001$), χαμηλότερες τιμές ειδικού βάρους ούρων ($p<0.001$), πιο φωτεινό χρώμα ούρων ($p<0.001$), χαμηλότερες ποσότητες νατρίου και κρεατινίνης ούρων ($p<0.001$), και υψηλότερη πρόσληψη νερού από ροφήματα ($p<0.001$).

Πίνακας 2.10. Συνολική πρόσληψη νερού και ουρολογικοί δείκτες 24ώρου γυναικών και ανδρών, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των τιμών οσμωτικότητας ούρων.

| Κατηγοριοποίηση των Συμμετεχόντων με βάση την Ωσμωτικότητα Ούρων (mOsm/kgH ₂ O) | | | | |
|--|------------------|-------------------|----------------|--------|
| | Υπερενυδατωμένοι | Ορθά ενυδατωμένοι | Αφυδατωμένοι | P |
| | (<383) | (383 to 810) | (>810) | |
| <i>Γυναίκες, % (n)</i> | 23.2 (64) | 58.0 (160) | 18.8 (52) | |
| Συνολική πρόσληψη νερού (L/ημέρα) | 3.36 ± 1.02 | 2.42 ± 0.61 | 2.02 ± 0.65 | <0.001 |
| Πρόσληψη νερού από ροφήματα (L/ημέρα) | 2.60 ± 0.91 | 1.81 ± 0.49 | 1.53 ± 0.57 | <0.001 |
| 24 h όγκος ούρων (L) | 2.51 ± 0.73 | 1.54 ± 0.52 | 1.00 ± 0.25 | <0.001 |
| 24 h ειδικό βάρος ούρων | 1.009 ± 0.002 | 1.016 ± 0.004 | 1.023 ± 0.003 | <0.001 |
| 24 h χρώμα ούρων | 3.0 ± 1.2 | 3.9 ± 1.2 | 5.5 ± 1.2 | <0.001 |
| 24 h νάτριο ούρων (mEq/ ημέρα) | 129.4 ± 37.1 | 158.7 ± 59.1 | 166.3 ± 54.2 | <0.001 |
| 24 h κάλιο ούρων (mEq/ ημέρα) | 73.9 ± 36.5 | 67.6 ± 21.6 | 65.4 ± 20.1 | 0.153 |
| 24 h κρεατινίνη ούρων (mg/ ημέρα) | 1137.6 ± 249.1 | 1362.5 ± 494.0 | 1363.6 ± 429.6 | 0.002 |
| | (<475) | (475 to 880) | (>880) | |
| <i>Ανδρες, % (n)</i> | 19.4 (55) | 61.8 (181) | 18.8 (54) | |
| Συνολική πρόσληψη νερού (L/ημέρα) | 3.59 ± 1.04 | 2.8 ± 0.99 | 2.64 ± 1.25 | <0.001 |
| Πρόσληψη νερού από ροφήματα (L/ημέρα) | 2.83 ± 1.00 | 2.15 ± 0.86 | 2.08 ± 1.31 | <0.001 |
| 24 h όγκος ούρων (L) | 2.45 ± 0.69 | 1.56 ± 0.46 | 1.00 ± 0.24 | <0.001 |
| 24 h ειδικό βάρος ούρων | 1.011 ± 0.002 | 1.018 ± 0.003 | 1.025 ± 0.02 | <0.001 |
| 24 h χρώμα ούρων | 3.6 ± 1.4 | 4.3 ± 1.1 | 5.9 ± 1.0 | <0.001 |
| 24 h νάτριο ούρων (mEq/ ημέρα) | 156.4 ± 50.0 | 187.7 ± 46.4 | 180.1 ± 59.5 | <0.001 |
| 24 h κάλιο ούρων (mEq/ ημέρα) | 76.9 ± 19.9 | 77.7 ± 24.4 | 69.8 ± 20.2 | 0.091 |
| 24 h κρεατινίνη ούρων (mg/ ημέρα) | 1517.7 ± 399.02 | 1862.9 ± 483.3 | 1771.2 ± 522.1 | <0.001 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία one-way ANOVA για τις υπερενυδατωμένους, ορθά ενυδατωμένους και αφυδατωμένους συμμετέχοντες.

2.4.2.6. Γραμμικό Μοντέλο Παλινδρόμησης

Η ηλικία (Beta = -4.033, $p < 0.001$), η χώρα (Beta = 81.196, $p < 0.001$), το φύλο των συμμετεχόντων (Beta = 90.447, $p < 0.001$), και ο ΔΜΣ (Beta = 9.146, $p < 0.001$) ήταν σημαντικοί προγνωστικοί παράγοντες της εικοσιτετράωρης ωσμωτικότητας ούρων, ενώ η εποχή και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας δεν ήταν. Η συνολική προσαρμογή του μοντέλου ήταν $R^2 = 0.208$.

Η ηλικία (Beta = 0.007, $p = 0.009$) και η χώρα (Beta = -0.396, $p < 0.01$) των συμμετεχόντων ήταν σημαντικοί προγνωστικοί παράγοντες του εικοσιτετράωρου όγκου των ούρων. Η συνολική προσαρμογή του μοντέλου ήταν $R^2 = 0.224$. Η χώρα (Beta = -0.244, $p = 0.001$), το φύλο (Beta = 0.473, $p < 0.01$), η ηλικία (Beta = -0.013, $p = 0.018$) και ο ΔΜΣ (Beta = 0.046, $p = 0.002$) των συμμετεχόντων ήταν σημαντικοί προγνωστικοί παράγοντες του εικοσιτετράωρου χρώματος των ούρων. Η συνολική προσαρμογή του μοντέλου ήταν $R^2 = 0.068$.

2.5. Συζήτηση

Για πρώτη φορά, μια σειρά ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης σε δείγματα εικοσιτετράωρης συλλογής για επτά συνεχόμενες ημέρες και αιματολογικών δεικτών ενυδάτωσης μετρήθηκαν σε ενήλικο πληθυσμό στην Ελλάδα και συγκρίθηκαν με την συνολική πρόσληψη νερού από τα ημερολόγια καταγραφής και τα ημερολόγια των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας για τις επτά αυτές ημέρες. Επίσης, είναι η πρώτη φορά που το ίδιο πρωτόκολλο εφαρμόζεται ταυτόχρονα σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες, την Ελλάδα, την Ισπανία και τη Γερμανία επιτρέποντας τις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών. Πολλές μελέτες χρησιμοποιούν υποκειμενικές μετρήσεις (ημερολόγια καταγραφής, ημερολόγια φυσικής δραστηριότητας) για την εκτίμηση της πρόσληψης σε πληθυσμιακό επίπεδο [106,107,122-124]. Ωστόσο η καινοτομία της παρούσας μελέτης έγκειται στο γεγονός ότι οι υποκειμενικές μετρήσεις συνδυάστηκαν με ταυτόχρονες αναλύσεις δεικτών ενυδάτωσης σε δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου και αίματος. Η παρούσα μελέτη συνεισφέρει με νέα δεδομένα στη διεθνή βιβλιογραφία στα ευρωπαϊκά θέματα ενυδάτωσης, επιτρέποντας την παρατήρηση των συσχετίσεων μεταξύ της πρόσληψης νερού και των δεικτών ενυδάτωσης.

Τα δεδομένα δεικτών ενυδάτωσης σε μεγάλες πληθυσμιακές ομάδες είναι σπάνια. Οι ουρολογικοί και αιματολογικοί δείκτες ενυδάτωσης παρέχουν πληροφορίες που αντανakλούν την πρόσληψη νερού, τις απώλειες νερού και τις φυσιολογικές διεργασίες. Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη που μετράει την πρόσληψη νερού και την απέκκριση νερού μέσω των ούρων του πληθυσμού τριών χωρών ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία. Ένα απαιτητικό πρωτόκολλο για τη συλλογή των δεδομένων της πρόσληψης και των δειγμάτων ούρων, ενσωματώνει τις πιθανές διακυμάνσεις στην πρόσληψη και στους ουρολογικούς δείκτες εντός της εβδομάδας.

Οι ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης (ωσμωτικότητα ούρων, όγκος και χρώμα) συσχετίστηκαν με την ηλικία, το φύλο, το ΔΜΣ και τη χώρα. Η χώρα αποτέλεσε σημαντικό προγνωστικό παράγοντα για την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετράωρου. Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τα ευρήματα των Manz και Wentz [5], που περιγράφουν μεγάλες διαπολιτισμικές διαφορές στις τιμές της ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετράωρου (από 360 έως 860 mOsm/kg). Στην παρούσα μελέτη οι τιμές εικοσιτετράωρου της ωσμωτικότητας ούρων, του ειδικού βάρους και του χρώματος ήταν σημαντικά χαμηλότερες στον πληθυσμό της Γερμανίας συγκριτικά με τον Ισπανικό και Ελληνικό πληθυσμό ($p < 0.05$ σε όλες τις περιπτώσεις), ενώ ο όγκος των ούρων εικοσιτετράωρου ήταν σημαντικά μεγαλύτερος ($p < 0.05$). Η συνολική πρόσληψη νερού και η πρόσληψη νερού από

ροφήματα ήταν σημαντικά υψηλότερη στο Γερμανικό πληθυσμό συγκριτικά με τον Ελληνικό και τον Ισπανικό πληθυσμό. Οι διαφορές αυτές μπορούν να αποδοθούν στις διατροφικές συνήθειες των περιοχών της μελέτης, που εν μέρει σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα τοπικών τροφίμων ή ροφημάτων. Σημαντικές διαφορές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος καταγράφηκαν μεταξύ των χωρών; στη Γερμανία επικρατούσαν χαμηλότερες θερμοκρασίες συγκριτικά με την Ελλάδα και την Ισπανία (17°C έναντι 24–25°C). Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ήταν υψηλότερα στη Γερμανία, και ακολουθούσε η Ισπανία και τέλος η Ελλάδα ($p < 0.05$ σε όλες τις περιπτώσεις). Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συσχετίστηκαν αρνητικά με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας αυξάνονται καθώς οδεύουμε από το χειμώνα προς την άνοιξη ή το καλοκαίρι. Ωστόσο, οι μελέτες αυτές έχουν διεξαχθεί σε πόλεις σε σχετικά μέτριες θερμοκρασίες περιβάλλοντος όπως το Οντάριο, η Μασαχουσέτη, η Γλασκόβη ή το Άμπερντιν [125]. Είναι πιθανό οι υψηλότερες θερμοκρασίες του περιβάλλοντος στην Ελλάδα και την Ισπανία να περιορίζουν τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συγκριτικά με τη Γερμανία. Επίσης, οι τιμές της ωσμωτικότητας ούρων δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού; μια εξήγηση είναι ότι στην Ελλάδα και την Ισπανία οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πιθανό να προκαλέσουν εφίδρωση και αφυδάτωση ενώ στη Γερμανία οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλότερες. Επίσης, οι διαφορετικές υποδομές (πάρκα, ποδηλατοδρόμοι, μονοπάτια για περίπατο) μπορεί να επηρεάζουν τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, όπως και η επαρκής ενημέρωση αναφορικά με τα οφέλη της άσκησης στην υγεία. Ακόμη, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι η χώρα (Ελλάδα, Γερμανία ή Ισπανία) ήταν σημαντικός προγνωστικός παράγοντας για τον όγκο ούρων εικοσιτετραώρου. Η μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος συσχετίστηκε αρνητικά με τον όγκο των ούρων ($r = -0.222$; $p < 0.001$). Σε μια μελέτη σε ενήλικο πληθυσμό ($n=10079$) διαπιστώθηκαν μεγάλες διαφορές στον όγκο ούρων εικοσιτετραώρου μεταξύ των 52 κέντρων ανά τον κόσμο [126]. Είναι πιθανό οι επιλογές του τρόπου ζωής, και παράγοντες που σχετίζονται με τη διαφορετικότητα των χωρών να επηρεάζουν τα επίπεδα ενυδάτωσης του πληθυσμού.

Το φύλο βρέθηκε σημαντικός προγνωστικός παράγοντας για την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετραώρου. Οι γυναίκες βρίσκονταν σε καλύτερο επίπεδο ενυδάτωσης συγκριτικά με τους άνδρες. Αυτό μπορεί να αντανακλά διαφορετική ενυδάτωση, διατροφικές επιλογές ή διαφορετικό τρόπο ζωής μεταξύ των ανδρών και των γυναικών. Επίσης, οι άνδρες κατέγραψαν υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού και υψηλότερες τιμές ΜΝΑΥ (λόγω της εφίδρωσης) από τις γυναίκες. Το μεγαλύτερο σωματικό μέγεθος των ανδρών θα μπορούσε να εξηγήσει τις υψηλότερες απώλειες λόγω της εφίδρωσης και την υψηλότερη πρόσληψη νερού. Ωστόσο, δεν υπάρχει εξήγηση για την επίδραση του φύλου στις τιμές της ωσμωτικότητας των ούρων. Σε μελέτη που έγινε σε άνδρες αθλητές με παρόμοια επίπεδα ενυδάτωσης βρέθηκε ότι αυτοί με τη μεγαλύτερη μυϊκή μάζα (παίκτες ράγκμπι) είχαν υψηλότερες τιμές ωσμωτικότητας ούρων από αυτούς με τη μικρότερη μυϊκή μάζα (δρομείς αντοχής) [127]. Ο κύριος μεταβολίτης στα ούρα είναι η ουρία, που προέρχεται από τον καταβολισμό των πρωτεϊνών. Οι άνδρες ενδέχεται να καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες πρωτεϊνών από τις γυναίκες, οι οποίες επηρεάζουν τις τιμές της ωσμωτικότητας ούρων. Γενικά, οι γυναίκες παρουσιάζουν ένα πιο ενάρετο πρότυπο διατροφής και επιλογών τροφίμων από τους άνδρες [128]. Μια μελέτη που διεξήχθη σε 23 χώρες έδειξε ότι οι διατροφικές επιλογές των ανδρών ήταν λιγότερο υγιεινές, διότι η υγεία δεν αποτελεί σημαντικό κίνητρο για αυτούς στην επιλογή των τροφίμων [129]. Οι γυναίκες φαίνεται ότι είναι πιο ευαίσθητοποιημένες σε θέματα υγείας και σε θέματα τροφίμων. Συνεπώς, η υιοθέτηση κατευθυντήριων γραμμών σε θέματα ενυδάτωσης μπορεί να είναι ανάλογη με την υιοθέτηση διατροφικών οδηγιών

στους άνδρες και τις γυναίκες [130]. Οι κάτοικοι των αστικών περιοχών (Αθήνα, Τολέδο και Κολωνία) υιοθετούν ευκολότερα τις συμβουλές για την προώθηση της άσκησης συγκριτικά με τους κατοίκους των αγροτικών περιοχών.

Η ηλικία βρέθηκε σημαντικός προγνωστικός παράγοντας για την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετραώρου; όσο αυξάνεται η ηλικία η ωσμωτικότητα λαμβάνει μικρότερες τιμές. Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με τη μελέτη των Manz και συν [72] όπου παρατηρήθηκε ότι η ηλικία σχετίστηκε με μειωμένες τιμές στην ωσμωτικότητα ούρων. Επίσης, στα άτομα των δύο μεγαλύτερων ηλικιακών ομάδων (40–50 και 50–60 ετών) τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ήταν παρόμοια με αυτά των ατόμων των δύο μικρότερων ηλικιακών ομάδων (20–30 και 30–40 ετών). Τα παρόμοια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας δεν εμπόδισαν τη μείωση της νεφρικής ικανότητας επαναρρόφησης του νερού σε προηγούμενες μελέτες [5,72]. Η μείωση της ικανότητας συγκέντρωσης των ούρων υποστηρίζεται από τις υψηλότερες τιμές όγκου των ούρων και τις χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας ούρων με την αύξηση της ηλικίας [72].

Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, όπως προκύπτουν από το IPAQ των επτά ημερών, συσχετίστηκαν αρνητικά με την ωσμωτικότητα ούρων ($p < 0.001$) και πλάσματος ($p = 0.004$). Μια εξήγηση είναι πως οι προσαρμογές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της άσκησης αυξάνουν την περιεκτικότητα του σώματος σε νερό. Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συσχετίστηκαν θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.145$, $p < 0.001$) και τον όγκο των ούρων εικοσιτετραώρου ($r = 0.158$, $p < 0.001$). Ο υψηλότερος κύκλος του νερού στο σώμα μπορεί να επιφέρει καλύτερα επίπεδα ενυδάτωσης, όπως χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας ούρων και αίματος. Η μεταβατική αφυδάτωση που συνοδεύει την αύξηση των επιπέδων σωματικής δραστηριότητας προκαλεί την απελευθέρωση ορμονών όπως η αργινίνη-βασοπρεσίνη, η οποία διεγείρει το αίσθημα της δίψας ώστε να αποκατασταθεί η ισορροπία των υγρών. Στην παρούσα μελέτη, η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίστηκε με τις ΜΝΑΥ ($r = 0.716$; $p < 0.001$) υποδηλώνοντας ότι όσο αυξάνονται τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας αυξάνεται και η πρόσληψη νερού σε μια προσπάθεια (ακούσια ή μη) αποκατάστασης του ελλείμματος νερού που οφείλεται στην άσκηση. Τα αυξημένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας επιφέρουν υψηλότερες απώλειες νερού, οι οποίες αντισταθμίζονται με υψηλότερη πρόσληψη ροφημάτων, προλαμβάνοντας τα άτομα από την αφυδάτωση και προωθώντας ένα καλύτερο επίπεδο ενυδάτωσης (χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας ούρων και πλάσματος). Είναι γνωστό ότι οι επαναλαμβανόμενες περιόδους έντονης σωματικής δραστηριότητας οδηγούν σε αιμοδιάλυση [19] λόγω της διόγκωσης του όγκου του πλάσματος [131]. Ωστόσο, δεν είναι σαφές αν η μέτριας – έντονης έντασης φυσική δραστηριότητα (π.χ. 2241 MET-min /εβδομάδα) θα μπορούσε να οδηγήσει σε διόγκωση του όγκου του πλάσματος. Η φυσική δραστηριότητα οδηγεί σε διόγκωση του όγκου του πλάσματος, αν συνοδεύεται από θερμικά επαγόμενη έντονη εφίδρωση (π.χ. σάουνα) [132]. Η μέτρια – έντονη σωματικής δραστηριότητας σε συνδυασμό με την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πιθανό να οδηγήσει μερικώς στη διόγκωση του όγκου του πλάσματος. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης διογκώνεται όχι μόνο το πλάσμα του αίματος αλλά και το νερό μέσα στους μύες [133].

Χρησιμοποιώντας τα κατώφλια για την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετραώρου [68,111] περίπου 60% των συμμετεχόντων από τις τρεις ευρωπαϊκές χώρες ήταν ορθά ενυδατωμένο. Η κατανομή των υπερενυδατωμένων και των αφυδατωμένων ήταν παρόμοια για τους άνδρες και τις γυναίκες. Τα υπερενυδατωμένα άτομα κατανάλωναν μεγαλύτερες ποσότητες ροφημάτων σε καθημερινή βάση (περίπου 3.5 L/ημέρα), απέβαλλαν μεγαλύτερους όγκους ούρων (περίπου 2.5 L/ημέρα) και τα δείγματα των ούρων τους ήταν λιγότερο

πυκνά.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ προέρχονται από ένα δείγμα εθελοντών από τρεις χώρες, και δεν μπορούν να γενικευτούν σε επίπεδο πληθυσμού.

Η μέση συνολική πρόσληψη νερού βρέθηκε ίση με 2.75 ± 1.01 L/ημέρα για τις τρεις ευρωπαϊκές χώρες, και ίση με 2.35 ± 0.77 L/ημέρα για τον ελληνικό πληθυσμό. Προηγούμενες μελέτες [5,134] εκτιμούν την ημερήσια πρόσληψη ροφημάτων χρησιμοποιώντας ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ) ή ανακλήσεις εικοσιτετραώρου [65]. Οι Gibson και Shirreffs [63] βρήκαν τη συνολική ημερήσια πρόσληψη νερού από τρόφιμα και ροφήματα ίση με 2270 g/ημέρα στο Ηνωμένο Βασίλειο και παρατήρησαν διακυμάνσεις στην πρόσληψη νερού μέσα στην εβδομάδα, καταγράφοντας υψηλότερη κατανάλωση την Παρασκευή και το Σάββατο. Ένα επταήμερο ημερολόγιο ειδικά σχεδιασμένο για την κατανάλωση ροφημάτων δόθηκε σε 13 χώρες και βρήκε ότι η μέση κατανάλωση ήταν 1980 mL/ημέρα, με υψηλότερη κατανάλωση στη Γερμανία (2.47 L/ημέρα) και χαμηλότερη στην Ιαπωνία (1.50 L/ημέρα) [66]. Οι κατευθυντήριες οδηγίες για την πρόσληψη νερού δεν είναι εναρμονισμένες, και πολλές φορές είναι περίπλοκες. Η D-A-CH προτείνει την πρόσληψη 1 mL νερού για κάθε 1 kcal πρόσληψης για τους ενήλικες [135], η EFSA προτείνει 2.5 και 2.0 L/ημέρα για τους άνδρες και τις γυναίκες [3], και το IOM προτείνει 3.7 και 2.7 L/ημέρα για τους άνδρες και τις γυναίκες αντίστοιχα [10]. Οι συστάσεις για τους Ευρωπαϊκούς πληθυσμούς είναι χαμηλότερες από τις συστάσεις των Η.Π.Α. και αναφέρονται στην πρόσληψη νερού από όλες τις πηγές.

Η συνεισφορά των τροφίμων στην πρόσληψη νερού ήταν 24% (περίπου 700mL στον ευρωπαϊκό πληθυσμό, 540mL στον ελληνικό πληθυσμό), χωρίς να παρατηρούνται διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών. Το εύρημα αυτό είναι παρόμοιο με την επιστημονική γνώμοδοκτηση [3] και τα ευρήματα προηγούμενων μελετών [71,96].

Η ημερήσια πρόσληψη ροφημάτων (2.1 ± 0.91 L/ημέρα) συνεισφέρει περίπου 290 kcal (13% της ενεργειακής πρόσληψης) στις τρεις Ευρωπαϊκές χώρες συνολικά. Στην Ελλάδα, η ημερήσια πρόσληψη ροφημάτων (1.82 ± 0.74 L/ημέρα) συνεισφέρει περίπου 200 kcal (11% της ενεργειακής πρόσληψης). Τα δεδομένα της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών. Ειδικότερα, η συνολική πρόσληψη ενέργειας στην μελέτη EPIC ήταν 2508 (2167, 2950) kcal για τους άνδρες και 1999 (1741, 2348) kcal για τις γυναίκες και στη μελέτη ATTICA ήταν 2595 ± 877 kcal για τους άνδρες και 2132 ± 658 kcal για τις γυναίκες [136,137]. Στην Ευρωπαϊκή μελέτη, η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίζεται ισχυρά και θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού από ($r = 0.955, p < 0.001$) και την ενέργεια πρόσληψης από ροφήματα ($r = 0.543, p < 0.001$). Στην Ελληνική μελέτη, η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίζεται ισχυρά με την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($r = 0.951, p < 0.001$), ενώ μέτρια με τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.271, p < 0.001$) και την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα ($r = 0.244, p < 0.001$). Επιπλέον, διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ στη συνολική πρόσληψη νερού μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο ($p = 0.019$) όσο και στον ελληνικό πληθυσμό ($p < 0.001$). Η εποχική αυτή διαφορά μπορεί να αποδοθεί στις υψηλές θερμοκρασίες κατά την καλοκαιρινή περίοδο της μελέτης συγκριτικά με την περίοδο του χειμώνα, που αντανακλά υψηλότερη πρόσληψη ροφημάτων και μεγαλύτερες απώλειες νερού μέσω του ιδρώτα. Ωστόσο, η διαφορά αυτή στην πρόσληψη είναι της τάξης των 200 mL/ημέρα σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ενώ στην Ελλάδα η διαφορά αυτή φτάνει περίπου τα 600 mL/ημέρα. Οι διαφορές αυτές είναι μικρότερες από τη διαφορά που παρατήρησαν οι Malisova και συν. [71], χρησιμοποιώντας το Ερωτηματολόγιο Ισοζυγίου Νερού (WBQ). Οι αποκλίσεις

αυτές εξηγούνται λόγω των διαφορετικών περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία) και του διαφορετικού τρόπου ζωής των συμμετεχόντων [113].

Η παρούσα μελέτη έχει κάποιους περιορισμούς που πρέπει να αναφερθούν. Τα δεδομένα για την πρόσληψη νερού, τη συλλογή ούρων εικοσιτετραώρου και των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας είναι αυτοδηλούμενα. Πολλές φορές παρατηρείται υποκαταγραφή ή υπερκαταγραφή σε αυτές τις περιπτώσεις. Οι οδηγίες προς τους συμμετέχοντες ήταν να καταγράφουν την κατανάλωση τροφίμων και ροφημάτων τη στιγμή της κατανάλωσης, αν και κάποια υποκαταγραφή είναι πιθανόν να συνέβαινε τα σαββατοκύριακα. Επίσης, υποκαταγραφή στη συλλογή ούρων θα μπορούσε να συμβαίνει τα σαββατοκύριακα. Η πληρότητα της συλλογής των ούρων εικοσιτετραώρου θα μπορούσε να αξιολογηθεί με αναλύσεις στα δείγματα ούρων της ανάκτησης του p-αμινοβενζοϊκού οξέος (PABA) που προηγουμένως είχε καταναλωθεί [138]. Ωστόσο, μια τέτοια προσέγγιση θα μείωνε ακόμη περισσότερο το ρυθμό απόκρισης σε ένα ήδη απαιτητικό πρωτόκολλο. Επίσης, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συμπληρώνονταν από τους συμμετέχοντες καθημερινά το βράδυ, βασιζόμενοι στην ικανότητα ανάκλησής τους. Άλλοι τρόποι της εκτίμησης των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας είναι οι βηματομετρητές, τα επιταχυνσιόμετρα ή το διπλά σημασμένο νερό.

Εν κατακλείδι, σε ένα πληθυσμό σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης από τη Γερμανία, την Ισπανία και την Ελλάδα περίπου 60% ήταν ορθά ενυδατωμένοι, ενώ περίπου 20% ήταν υπερενυδατωμένοι και 20% αφυδατωμένοι σε μια περίοδο επτά ημερών. Οι διαφορές στους ουρολογικούς και αιματολογικούς δείκτες ενυδάτωσης, στη συνολική πρόσληψη νερού και την πρόσληψη νερού από ροφήματα υποδηλώνουν ότι μια ποικιλία διατροφικών παραγόντων και παραγόντων του τρόπου ζωής μπορεί να σχετίζονται με τη βελτίωση των επιπέδων ενυδάτωσης. Τα αυξημένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συνδέονται με καλύτερους δείκτες ενυδάτωσης (ωσμωτικότητα ούρων και πλάσματος). Οι συσχετίσεις μεταξύ των αυξημένων θερμοκρασιών του περιβάλλοντος με τα μειωμένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας είχαν μεγαλύτερη επίδραση στις νότιες ευρωπαϊκές χώρες (Ελλάδα, Ισπανία) συγκριτικά με πιο βόρειες χώρες (Γερμανία). Τα μειωμένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δεν εμπόδισαν τις υψηλότερες ΜΝΑΥ (κυρίως την εφίδρωση) και την ήπια αφυδάτωση παρά την αυξημένη πρόσληψη νερού.

Κεφάλαιο 3. Εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ενήλικο πληθυσμό.

3.1. Εισαγωγή

Το νερό είναι το κύριο συστατικό του ανθρώπινου σώματος, και είναι απαραίτητο σε πολλές φυσιολογικές διεργασίες όπως την πέψη, την απορρόφηση, το μεταβολισμό, τη θερμορύθμιση [15]. Αφυδάτωση ορίζεται η κατάσταση όπου υπάρχει εξάντληση του νερού του σώματος [94]; και μια απώλεια υγρών της τάξης του 4-6% του σώματος θεωρείται ήπια αφυδάτωση [139]. Η ήπια αφυδάτωση συνδέεται με διαταραχές στη διάθεση και τη νοητική λειτουργία, π.χ. έλλειψη συγκέντρωσης και βραχυπρόθεσμη μνήμη, αύξηση του χρόνου αντίδρασης, άγχος, απότομες αλλαγές στη διάθεση [43], υπνηλία, κόπωση, αυξημένη σύγχυση [12] επηρεάζοντας την παραγωγικότητα μας στην εργασία και την ποιότητα της ζωής γενικότερα.

Αν και είναι εμφανής η σημασία της πρόληψης της ήπιας αφυδάτωσης, τα δεδομένα πρόσληψης νερού και δεικτών ενυδάτωσης ταυτόχρονα σε υγιή άτομα είναι περιορισμένα, ειδικά σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης. Δημοσιευμένες μελέτες αναφέρουν ότι η συνολική πρόσληψη υγρών συσχετίζεται ισχυρά με τους βιοδείκτες στα δείγματα ούρων (ωσμωτικότητα, χρώμα, ειδικό βάρος, όγκος) [74]. Στις περισσότερες μελέτες οι δείκτες ενυδάτωσης μετρώνται σε τυχαία δείγματα ούρων ή σε ομαδοποιημένα/συγχωνευμένα δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου ούρων [68,80,96,140]. Με τις παραπάνω μεθοδολογίες είναι πιθανόν να καλύπτονται πιθανές διακυμάνσεις των επιπέδων ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Μια προσεκτική αξιολόγηση των δεικτών ενυδάτωσης από δείγματα που συλλέγονται κατά τη διάρκεια της ημέρας θα αποκαλύψει εάν αυτές οι πιθανές διακυμάνσεις πράγματι επιβεβαιώνονται [101]. Επιπλέον, θα προσφέρει νέα δεδομένα για το εάν ένα πρωινό δείγμα ούρων ή ένα δείγμα ορισμένου χρόνου αντανακλά καλύτερα τα επίπεδα ενυδάτωσης. Η ύπαρξη ταυτόχρονων δεδομένων για την πρόσληψη νερού, την ποικιλία της πρόσληψης ροφημάτων και των επιπέδων ενυδάτωσης μπορεί να αποσαφηνίσει εάν οι κακές επιλογές ενυδάτωσης μπορεί να οδηγήσουν σε διαστήματα ήπιας αφυδάτωσης μέσα στην ημέρα.

Υποθετούμε ότι η ήπια αφυδάτωση μπορεί να είναι μεταβατική, δηλαδή παρατηρείται μόνο σε χρονικά διαστήματα μέσα στην ημέρα. Οι αιτίες της ήπιας αυτής αφυδάτωσης μπορούν να αποδοθούν σε εσφαλμένες διατροφικές επιλογές ή σε ελλιπή προσβασιμότητα σε μια ποικιλία τροφίμων και ροφημάτων, όπως μπορεί να συμβαίνει εν ώρα εργασίας [13]. Η αυξημένη μη συμμόρφωση αναφορικά με την επαρκή πρόσληψη νερού υποδηλώνει έναν αυξημένο κίνδυνο αφυδάτωσης, με όλες τις σχετικές συνέπειες για την υγεία. Επιπλέον, η χαμηλή πρόσληψη νερού συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο ουρολιθίας [141], χρόνιας νεφρικής νόσου [142], υπεργλυκαιμίας [98] και αν είναι πολύ σοβαρή μπορεί να οδηγήσει ακόμα και στο θάνατο [3]. Η πληροφορία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς μπορεί να αποκαλύψει πιθανά χρονικά διαστήματα ήπιας αφυδάτωσης, οδηγώντας στην εστιασμένη παροχή συμβουλών ενυδάτωσης.

Οι στόχοι της παρούσας μελέτης είναι σε ένα υγιές δείγμα του ελληνικού ενήλικου πληθυσμού: α) η εκτίμηση της πρόσληψης νερού από όλες τις πηγές σε χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου (6h) και η ποικιλία της πρόσληψης ροφημάτων και β) η μέτρηση δεικτών ενυδάτωσης σε δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου (6h) που συλλέχθηκαν μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο.

3.2. Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Μελέτης Ενυδάτωσης [143] μελετήσαμε ένα επιμέρους δείγμα Ελλήνων συμμετεχόντων (n= 164, ηλικία 38±12 έτη; BMI 24.9±4.7 kg/m²; 54.3 % άνδρες) από την περιοχή της Αθήνας κατά τη διάρκεια του χειμώνα (n=85, 12/2013, 1-2/2014) και του καλοκαιριού (n=79, 7-8/2013, 6-7/2014). Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, η προσέλκυση των συμμετεχόντων και το πρωτόκολλο της μελέτης αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2.2. Η παρούσα μελέτη αξιολόγησης της διακύμανσης των επιπέδων ενυδάτωσης μέσα στην ημέρα πραγματοποιήθηκε τις τρεις τελευταίες ημέρες της Ευρωπαϊκής Μελέτης Ενυδάτωσης.

3.2.1. Πρόσληψη νερού

Ένα τριήμερο ημερολόγιο καταγραφής (3DD) χρησιμοποιήθηκε για τη λεπτομερή καταγραφή της πρόσληψης τροφίμων και ποτών για τρεις συνεχόμενες ημέρες. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες κατέγραφαν το είδος και την ποσότητα του τροφίμου ή ποτού που καταναλάωναν, την ώρα και τον τόπο της κατανάλωσης την ίδια στιγμή ώστε να αποφευχθούν περιστατικά υποκαταγραφών. Το μέγεθος της μερίδας, η μέθοδος παρασκευής (π.χ. τηγανητό, ψητό), πληροφορίες σχετικά με την επωνυμία τους προϊόντος εάν υπήρχε επίσης καταγράφονταν. Δεν υπήρχαν περιορισμοί ως προς το είδος και την ποσότητα των ροφημάτων που μπορούσαν να καταναλώσουν οι συμμετέχοντες. Επίσης, στους συμμετέχοντες είχε συσταθεί πριν την έναρξη της μελέτης να διατηρήσουν τα συνήθη επίπεδα σωματικής δραστηριότητας, καθώς και τις διατροφικές τους συνήθειες. Η πρόσληψη νερού από ροφήματα χωρίστηκε σε εξάωρες καταγραφές ορισμένου χρόνου: πρωινή κατανάλωση (0-6 ώρες από την ώρα αφύπνισης), μεσημεριανή κατανάλωση (6-12 ώρες από την ώρα αφύπνισης), απογευματινή κατανάλωση (12-18 ώρες από την ώρα αφύπνισης), βραδινή κατανάλωση (18-24 ώρες από την ώρα αφύπνισης). Αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε ημερήσια βάση καθώς και στα διαστήματα ορισμένου χρόνου. Η συνολική πρόσληψη νερού, όπως καταγράφηκε από τα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών, υπολογίστηκε με το Διατροφικό πρόγραμμα Diet Analysis plus version 6.1 software (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co Inc, Salem, OR, USA).

3.2.3. Ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης

Οι ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης αξιολογήθηκαν σε ημερήσια βάση. Οι συμμετέχοντες συνέλεξαν και κατέγραφαν το βάρος της κάθε ούρησης, την ώρα της συλλογής και αποθήκευαν ένα δείγμα στους αριθμημένους σωλήνες σύμφωνα με τις οδηγίες. Οι συμμετέχοντες αποθήκευαν τα σωληνάκια με τα ούρα στο ψυγείο ή στο ειδικό ισοθερμικό κουτί μαζί με παγοκύστες που ανανεώνονταν κάθε 6-8 ώρες σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους. Το ανασυσταθέν δείγμα των 10mL για την εικοσιτετράωρη συλλογή αποτελούνταν από δείγματα από όλες τις ουρήσεις με την ίδια αναλογία όγκου. Επίσης, η εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων χωρίστηκε σε εξάωρες συλλογές ορισμένου χρόνου: πρωινή συλλογή (0-6 ώρες από την ώρα αφύπνισης), μεσημεριανή συλλογή (6-12 ώρες από την ώρα αφύπνισης), απογευματινή συλλογή (12- 18 ώρες από την ώρα αφύπνισης), βραδινή συλλογή (18-24 ώρες από την ώρα αφύπνισης). Το ανασυσταθέν δείγμα των 10mL για κάθε εξάωρη συλλογή ορισμένου χρόνου αποτελούνταν από δείγματα από όλες τις ουρήσεις που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης περιόδου, ακολουθώντας μια αναλογία του όγκου της κάθε ούρησης. Τέλος, τα δείγματα των πρώτων πρωινών ούρων συλλέχθηκαν και αποθηκεύτηκαν και αναλύθηκαν ξεχωριστά. Αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων, εικοσιτετράωρης συλλογής και στα δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου.

Ο όγκος των ούρων μετρήθηκε με ηλεκτρονική ψηφιακή ζυγαριά (Soehnle Fiesta 65106). Η ωσμωτικότητα ούρων μετρήθηκε εις διπλούν του σημείου ψύξεως με τη χρήση ωσμωμέτρου (Cryoscopic Osmometer, Osmomat 030, Gonotec). Το ειδικό βάρος των ούρων μετρήθηκε με φορητό διαθλασίμετρο (Master Refractometer, Atago, cat. No. 2771). Το χρώμα των ούρων (UCol) προσδιορίστηκε μέσω ενός ειδικού χρωματολογίου όπου το εύρος κυμαίνεται από το 1-8 (Dictionary of Color, Maertz and Paul, 2nd edition, 1950) [25].

3.2.3. Ανάλυση δεδομένων

Α) Η κατανάλωση ροφημάτων ταξινομήθηκε στις ακόλουθες οκτώ κατηγορίες: (1) ζεστά ροφήματα (καφές, τσάι, αφεψήματα), (2) γάλα (όλα τα είδη γάλακτος, σοκολατούχο γάλα, γάλα με κακάο), (3) χυμοί φρούτων και λαχανικών (νέκταρ, 100% φυσικοί χυμοί, με ή χωρίς προσθήκη ζάχαρης, μίγματα χυμών), (4) αναψυκτικά με ζάχαρη, (5) αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες, (6) αλκοολούχα ποτά (μπύρα, κρασί, όλα τα οινοπνευματώδη ποτά), (7) νερό (εμφιαλωμένο, βρύσης), και (8) άλλα ροφήματα (μη αλκοολούχα μπύρα, γρανίτα). Η συνολική πρόσληψη ροφημάτων είναι το άθροισμα της πρόσληψης των οκτώ παραπάνω κατηγοριών. Η συνολική πρόσληψη νερού υπολογίστηκε από την περιεχόμενη υγρασία των καταναλισκόμενων τροφίμων (Diet Analysis plus version 6.1, Βάση δεδομένων για τις παραδοσιακές ελληνικές συνταγές [144]) και τη συνολική πρόσληψη ροφημάτων.

Β) Η ποικιλία των ροφημάτων υπολογίστηκε ως το άθροισμα των κατηγοριών ροφημάτων, όπως περιγράφηκαν παραπάνω, που καταναλώθηκαν με ελάχιστη τιμή το "0" και μέγιστη τιμή το "8".

Γ) Οι συμμετέχοντες κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με τη μέση συνολική ημερήσια πρόσληψη νερού ως άτομα με Χαμηλή πρόσληψη νερού [≤ 2.0 L/ημέρα για τις γυναίκες (n=33), ≤ 2.5 L/ημέρα για τους άνδρες (n=59)] ή Υψηλή πρόσληψη νερού [> 2.0 L/ημέρα για τις γυναίκες (n=41), > 2.5 L/ημέρα για τους άνδρες (n=31)].

3.3. Στατιστική ανάλυση

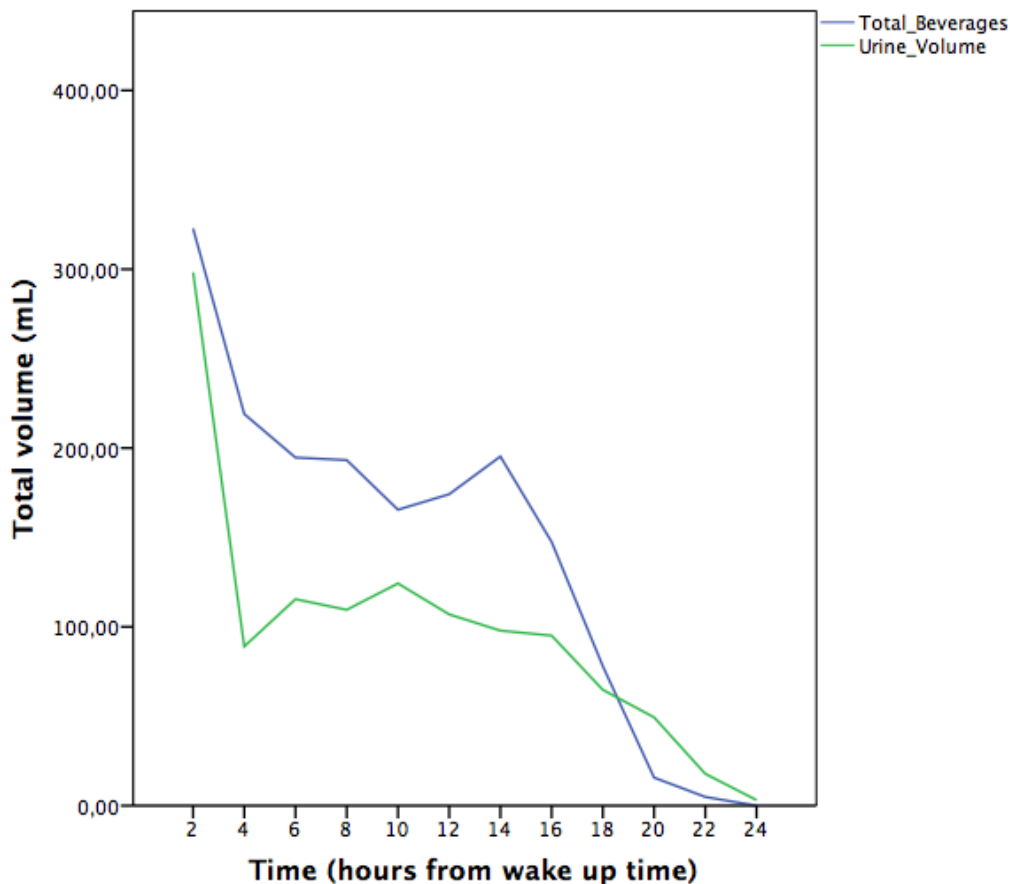
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή (τυπική απόκλιση) για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή και ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50 (25, 75) του δείγματος για τις μη παραμετρικές. Η κανονικότητα ελέγχθηκε γραφικά με ιστογράμματα και με το παραμετρικό Shapiro-Wilktest. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ελέγχθηκαν με το συντελεστή συσχέτισης Pearson για τις μεταβλητές κανονικής κατανομής. Οι διαφορές μεταξύ των ατόμων με χαμηλή και υψηλή πρόσληψη νερού αξιολογήθηκαν με το independent sample t-test μετά από έλεγχο της κανονικότητας των μεταβλητών. Η δοκιμή Kruskal-Wallis rank-sum χρησιμοποιήθηκε για τις συγκρίσεις των μη παραμετρικών μεταβλητών. Οι πολυπαραγοντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών αξιολογήθηκαν με τη χρήση γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης, προσαρμοσμένων για όλους τους βιολογικούς συγχυτικούς παράγοντες. Το ενδεχόμενο τα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου (6h) να εκτιμήσουν την τιμή του εικοσιτετραώρου αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας τις τιμές της ωσμωτικότητας και του όγκου των ούρων, λόγω του μεγάλου εύρους των φυσιολογικών τιμών τους. Η διακύμανση των ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης και της πρόσληψης ροφημάτων εξετάστηκε με βάση την επίδραση του χρόνου με τη χρήση μικτών γραμμικών μοντέλων, προσαρμοσμένων για όλους τους βιολογικούς συγχυτικούς παράγοντες. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το 5%. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος PASW Statistics 18 (SPSS Inc, Chicago, IL).

3.4. Αποτελέσματα

Το δείγμα από τον ελληνικό πληθυσμό που συμπεριλήφθηκε στις αναλύσεις διακύμανσης των επιπέδων ενυδάτωσης μέσα στην ημέρα αποτελείται από 164 συμμετέχοντες. 85 άτομα (ηλικία 37 ± 13 έτη, 33 γυναίκες) συμμετείχαν στη μελέτη κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) και 79 (ηλικία 39 ± 12 έτη; 41 γυναίκες) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος). Ο ΔΜΣ των ανδρών ήταν 25.5 ± 6.2 kg/m² και των γυναικών 24.0 ± 5.1 kg/m² ($p=0.164$). Σε όλους τους διατητικούς και ουρολογικούς δείκτες δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών ημερών (One-Way ANOVA) της μελέτης ($p>0.05$); και έτσι η μέση τιμή των 3 ημερών χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις αναλύσεις.

3.4.1. Διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας

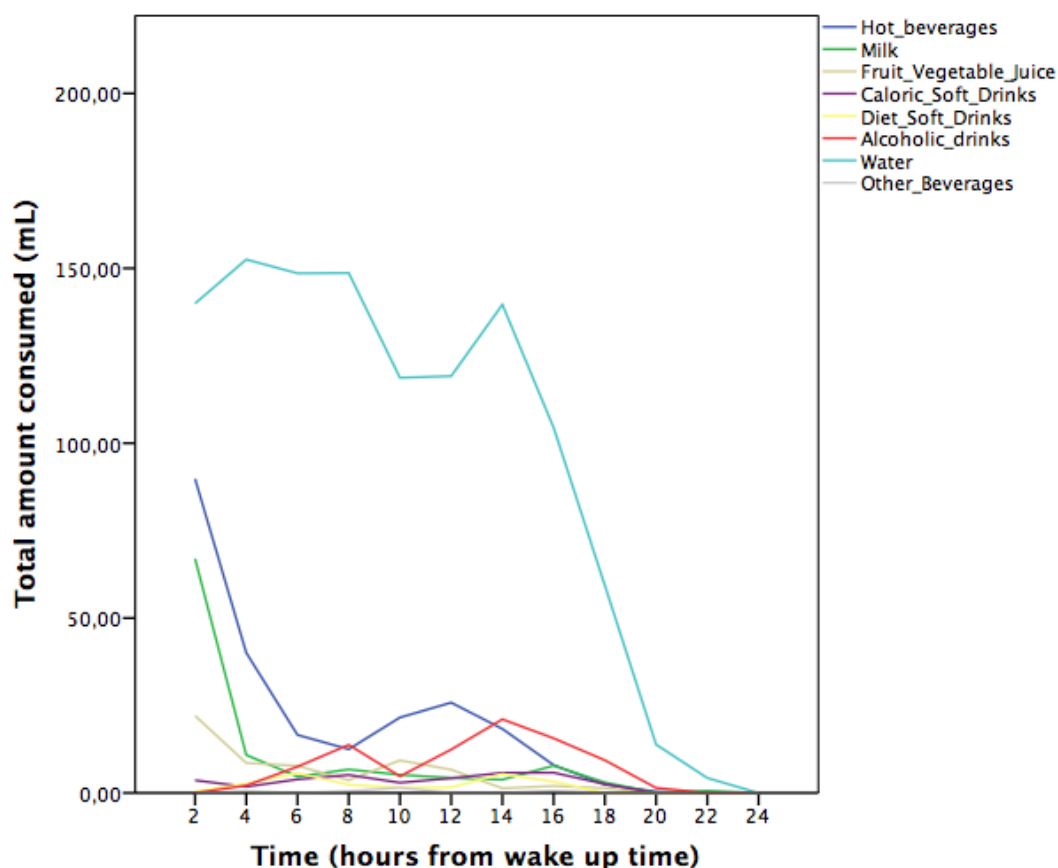
Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στη συνολική πρόσληψη νερού από ροφήματα και στον όγκο των ούρων στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου (6h) μέσα στην ημέρα. Μια αύξηση στην καμπύλη της πρόσληψης ροφημάτων παρατηρείται στην πρωινή και απογευματινή καταγραφή, ενώ η χαμηλότερη καταγραφή σημειώνεται το βράδυ. Ο όγκος των ούρων συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική κατανάλωση ροφημάτων ($r=0.387$, $p<0.001$) και τη συνολική πρόσληψη νερού ($r=0.392$, $p<0.001$). Μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας σημειώνεται μεγαλύτερη απέκκριση ούρων συγκριτικά με την κατανάλωση ροφημάτων (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1. Η μέση συνολική πρόσληψη ροφημάτων και απέκκριση ούρων μέσα στην ημέρα ξεκινώντας από την ώρα αφύπνισης.

Η επίδραση του χρόνου ήταν σημαντική για την πρόσληψη νερού ($F = 35.582$, $p<0.001$), ζεστών ροφημάτων ($F = 90.876$, $p<0.001$), γάλακτος ($F = 17.063$, $p = 0.003$),

χυμών φρούτων και λαχανικών ($F = 3.785, p = 0.045$) και αλκοολούχων ποτών ($F = 7.075, p = 0.002$) για τα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου. Το ρόφημα που καταναλώθηκε στις μεγαλύτερες ποσότητες, σε όλα τα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου, ήταν το νερό συγκριτικά με τα άλλα είδη ροφημάτων. Μια αυξημένη κατανάλωση ζεστών ροφημάτων και γάλακτος παρατηρείται στο πρωινό διάστημα (0-6 ώρες από την αφύπνιση) και των αλκοολούχων ποτών το απογευματινό διάστημα (12-18 ώρες από την αφύπνιση) (Εικόνα 3.2). Η πρόσληψη των υπόλοιπων κατηγοριών ροφημάτων πραγματοποιήθηκε χωρίς σημαντικές διαφορές κατά τη διάρκεια της ημέρας.



Εικόνα 3.2. Η μέση πρόσληψη των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων μέσα στην ημέρα ξεκινώντας από την ώρα αφύπνισης.

3.4.2. Πρόσληψη νερού από ροφήματα

Η μέση συνολική πρόσληψη νερού από ροφήματα ήταν 2266 mL/ημέρα, με μέγιστη πρόσληψη 5230 mL/ημέρα και ελάχιστη πρόσληψη 470 mL/ημέρα. Στον Πίνακα 3.1. παρουσιάζονται οι κατηγορίες των ροφημάτων που καταναλώθηκαν στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου και στο εικοσιτετράωρο. Το πιο δημοφιλές ρόφημα βρέθηκε ότι είναι το νερό (47%), και ακολουθούν τα ζεστά ροφήματα (15%), τα αλκοολούχα ποτά (8%), τα αναψυκτικά με ζάχαρη και με μειωμένες ή μηδενικές θερμίδες (7%, 7% αντίστοιχα), οι χυμοί φρούτων και λαχανικών (6%) και άλλα ροφήματα (4%).

Πίνακας 3.1. Συνολική κατανάλωση ροφημάτων στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου και στο εικοσιτετράωρο στο σύνολο του δείγματος, σε άτομα με Χαμηλή πρόσληψη νερού και Υψηλή πρόσληψη νερού, το Χειμώνα και το Καλοκαίρι (n= 164).

| Ροφήματα | Πρωί (Α) | Μεσημέρι (Β) | Απόγευμα (Γ) | Βράδυ (Δ) | 24 h |
|---|----------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|
| Ζεστά ροφήματα(mL) | | | | | |
| Σύνολο | 211 ± 120 | 123 ± 78 | 115 ± 75 | 91 ± 49 | 376 ± 245 |
| Χαμηλή | 197 ± 101 | 112 ± 79 | 83 (78, 129) | 88 ± 42 | 360 ± 232 |
| Υψηλή | 225 ± 137 | 141 ± 74 | 83 (80, 117) | 94 ± 56 | 394 ± 260 |
| Χειμώνας | 200 ± 124 | 123 ± 85 | 83 (82, 142) | 95 ± 55) | 379 (269) |
| Καλοκαίρι | 223 ± 114 | 124 ± 64 | 80 (67, 110) | 86 (41) | 373 (215) |
| Γάλα(mL) | | | | | |
| Σύνολο | 133 ± 104 | 57 ± 57 | 70 ± 48) | 50 (33,) | 160 ± 123 |
| Χαμηλή | 127 ± 97 | 47 ± 52 | 80 (17, 92) | - | 146 ± 109 |
| Υψηλή | 140 ± 112 | 80 (12, 127) | 80 (35, 97) | 50 (33,) | 178 ± 138 |
| Χειμώνας | 117 ± 92 | 45 (11, 83) | 83 (16, 83) | - | 146 ± 108 |
| Καλοκαίρι | 151 ± 115 | 33 (4, 83) | 80 (12, 105) | - | 177 ± 138 |
| Χυμοί φρούτων και λαχανικών (mL) | | | | | |
| Σύνολο | 134 ± 85 | 104 ± 78 | 75 (33, 103) | - | 147 ± 101 |
| Χαμηλή | 83 (67, 165) | 83 (77, 112) | 75 (46, 83) | - | 115 ± 75* |
| Υψηλή | 110 (83, 220) | 83 (75, 98) | 75 (9, 162) | - | 176 ± 115 |
| Χειμώνας | 83 (67, 167) | 93 (79, 93) | - | - | 126 ± 79 |
| Καλοκαίρι | 137 (82, 217) | 83 (75, 113) | - | - | 165 ± 116 |
| Αναψυκτικά με ζάχαρη(mL) | | | | | |
| Σύνολο | 110 (50, 158) | 110 (83, 167) | 133 (83, 167) | - | 188 ± 120 |
| ΧΑΜΗΛΗ | 110 (33, 167) | 110 (83, 167) | 117 (50, 187) | - | 167 (83, 250) |
| ΥΨΗΛΗ | 105 (58, 202) | 97 (77, 175) | 147 (96, 167) | - | 167 (83, 267) |
| Χειμώνας | 110 (108, 167) | 97 (65, 188) | 83 (37, 167) | - | 143 (83, 243) |
| Καλοκαίρι | 67 (33, 150) | 110 (83, 167) | 160 (100, 180) | - | 210 (110, 300) |
| Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες (mL) | | | | | |
| Σύνολο | 167 (75, 230) | 110 (88, 153) | 110 (77, 167) | - | 165 (108, 257) |
| Χαμηλή | 138 (75, 167) | 167 (167, 167)* | 97 (76, 143) | - | 167 (100, 235) |
| Υψηλή | 227 (93, 371) | 105 (75, 110) | 110 (72, 250) | - | 110 (105, 407) |
| Χειμώνας | 167 (87,200) | 133 (88, 167) | 110 (80, 142) | - | 165 (92, 235) |
| Καλοκαίρι | - | 110 (65, 110) | - | - | 167 (110, 540) |
| Αλκοολούχα ποτά(mL) | | | | | |
| Σύνολο | 88 (42, 167) | 123 ± 103 | 154 (138) | 58 (25, 94) | 198 ± 237 |
| Χαμηλή | 83 (42, 156) | 83 (41, 130) | 88 (72, 167) | 75 (75, 75) | 145 ± 134* |
| Υψηλή | 130 (26, 479) | 100 (70, 167) | 109 (81, 216) | 42 (20,) | 261 ± 311 |
| Χειμώνας | 63 (20, 104) | 75 (42, 113) | 83 (42, 167) | - | 120 ± 90* |
| Καλοκαίρι | 145 (80, 271) | 110 (67, 193) | 122 (83, 220) | 58 (25, 94) | 266 ± 298 |
| Νερό (mL) | | | | | |
| Σύνολο | 465 ± 290 | 414 ± 247 | 345 (272) | 83 (83, 162) | 1168 ± 666 |
| Χαμηλή | 321 ± 224** | 326 ± 198** | 254 (179)** | 83 (83, 133) | 831 ± 455** |
| Υψηλή | 627 ± 270 | 511 ± 261 | 444 (319) | 100(80,167) | 1574 ± 655 |
| Χειμώνας | 355 ± 227 ** | 337 ± 205** | 271 ± 198** | 83 (83, 83) | 902 ± 448** |
| Καλοκαίρι | 578 ± 305 | 499 ± 263 | 428 ± 317 | 133 (80, 167) | 1473 ± 742 |
| Άλλα ροφήματα(mL) | | | | | |
| Σύνολο | 83 (83, 83) | 83 (83, 83) | 110 | - | 110 (83, 167) |
| Χαμηλή | 83 (83, 83) | 83 (83, 83) | 110 (110,110) | - | 138 (110,) |
| Υψηλή | 83 (83, 83) | 125 (83,) | - | - | 83 (83,) |
| Χειμώνας | 83 (83, 83) | 83 (83, 83) | - | - | 138 (110, -) |
| Καλοκαίρι | 83 (83, 83) | - | - | - | 83 (83,) |
| Συνολική πρόσληψη νερού (mL) | | | | | |
| Σύνολο | 863 ± 425 | 750 ± 357 | 533 ± 333 | 22 ± 64 | 2266 ± 781 |
| Χαμηλή | 640 ± 271** | 602 ± 278** | 419 ± 240** | 19 ± 61 | 1750 ± 426 ** |
| Υψηλή | 1147 ± 416 | 938 ± 359 | 679 ± 377 | 26 ± 67 | 2094 ± 634 |
| Χειμώνας | 718 ± 330** | 642 ± 325** | 462 ± 280** | 22 ± 72 | 1942 ± 527** |
| Καλοκαίρι | 1019 ± 461 | 865 ± 355 | 610 ± 367 | 23 ± 53 | 2611 ± 859 |
| Ποικιλία ροφημάτων | | | | | |
| Σύνολο | 2.7 ± 1.1 | 2.3 ± 1.2 | 1.8 ± 1.1 | 0.7 ± 0.7 | 3.6 ± 1.4 |
| Χαμηλή | 2.5 ± 1.0* | 2.2 ± 1.0 | 1.8 ± 1.0 | 0.6 ± 0.6 | 3.5 ± 1.4 |
| Υψηλή | 2.9 ± 1.1 | 2.3 ± 1.2 | 2.0 ± 1.0) | 0.8 ± 0.7 | 3.7 ± 1.4 |
| Χειμώνας | 2.7 ± 1.0 | 3.7 ± 1.1 | 1.9 ± 1.1 | 0.7 ± 0.6 | 3.7 ± 1.1 |
| Καλοκαίρι | 2.6 ± 1.3 | 3.5 ± 1.6 | 1.8 ± 1.1 | 0.7 ± 0.7 | 3.5 ± 1.6 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50(25,75) του δείγματος.

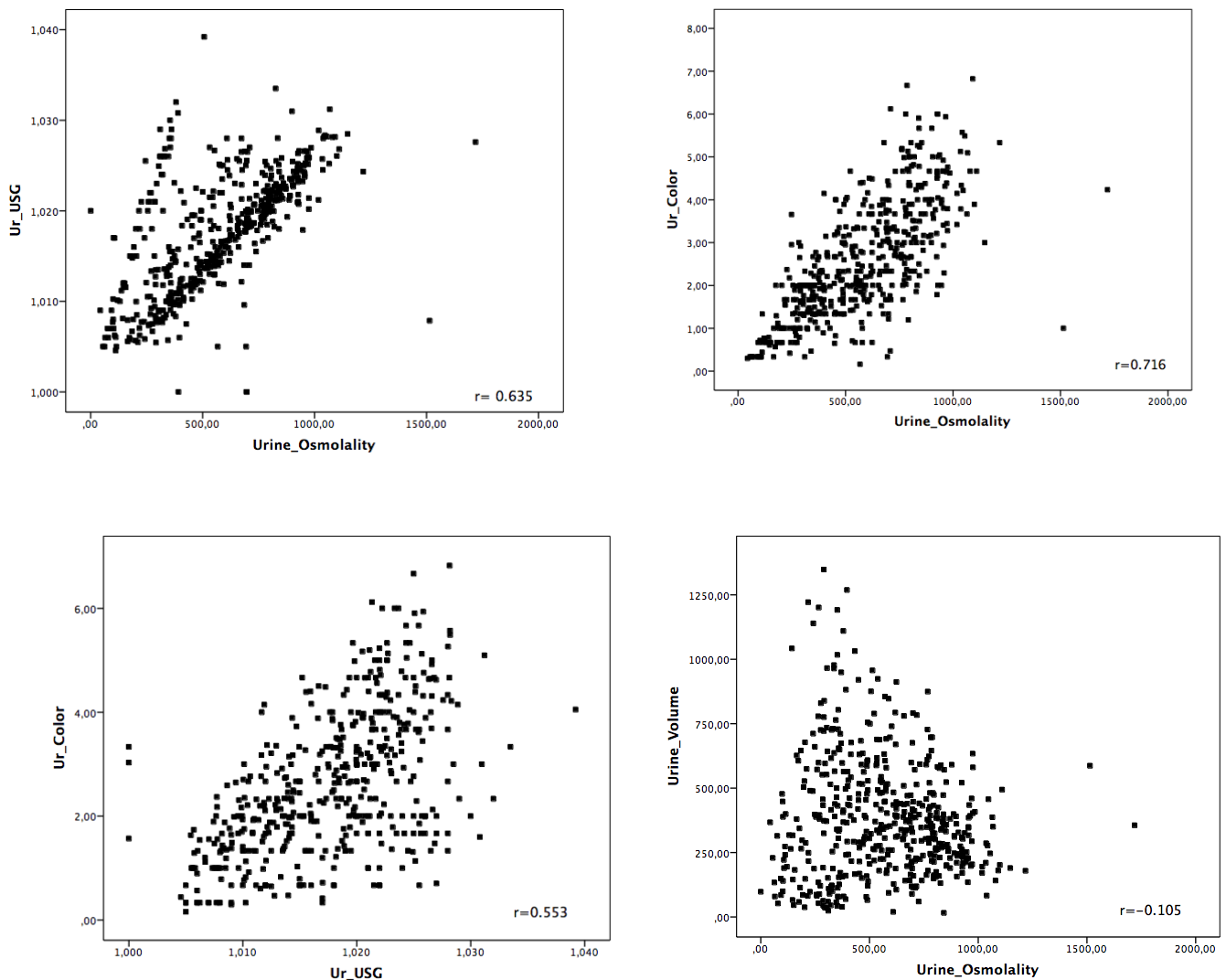
Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές και από τη δοκιμασία

Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών; * Σημαντική διαφορά μεταξύ Χαμηλής και Υψηλής πρόσληψης ή Χειμώνα και Καλοκαιριού ($p < 0.05$), ** Σημαντική διαφορά μεταξύ Χαμηλής και Υψηλής πρόσληψης ή Χειμώνα και Καλοκαιριού ($p < 0.001$).

Στα δεδομένα εικοσιτετραώρου παρατηρήθηκαν διαφορές στην ημερήσια πρόσληψη νερού ($p<0.001$), χυμών φρούτων και λαχανικών ($p<0.05$) και αλκοολούχων ποτών ($p<0.05$) μεταξύ των ατόμων με χαμηλή και υψηλή πρόσληψη νερού. Επίπλέον, υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού ($p<0.001$), λόγω υψηλότερης πρόσληψης πόσιμου νερού ($p<0.001$) και αλκοολούχων ποτών ($p<0.005$), παρατηρήθηκε το καλοκαίρι συγκριτικά με το χειμώνα. Επίσης, η συνολική πρόσληψη ροφημάτων συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.896$; $p<0.001$) και την ποικιλία των ροφημάτων ($r = 0.238$; $p<0.001$). Η συνολική πρόσληψη νερού από ροφήματα διέφερε σημαντικά μεταξύ των ατόμων με κατανάλωση νερού υψηλότερη από τις συστάσεις της EFSA (Υψηλή) και των ατόμων με χαμηλότερη κατανάλωση (Χαμηλή) ($p<0.001$). Διαφορές επίσης παρατηρήθηκαν στη συνολική πρόσληψη νερού από ροφήματα και στην πρόσληψη πόσιμου νερού μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού ($p<0.001$).

3.4.3. Ουρολογικοί δείκτες ενυδάτωσης

Η μέση τιμή των δεικτών ενυδάτωσης (όγκος, ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα) για τα δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου, τα πρώτα πρωινά ούρα και τα ούρα εικοσιτετραώρου παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2. Μέτριες και ισχυρές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ των ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης στα δείγματα ορισμένου χρόνου, πιο συγκεκριμένα μεταξύ του ειδικού βάρους των ούρων και της ωσμωτικότητας ($r = 0.635$), του χρώματος και της ωσμωτικότητας ($r = 0.716$) και του ειδικού βάρους και του χρώματος ($r = 0.553$) (Εικόνα 3.3.).



Εικόνα 3.3. Κατανομή της ωσμωτικότητας ούρων, του ειδικού βάρους, του όγκου και του χρώματος στα δείγματα ούρων της εξάωρης συλλογής.

Η επίδραση του χρόνου ήταν σημαντική για τους ακόλουθους ουρολογικούς δείκτες ενυδάτωσης; όγκος ($F = 117,911, p < 0.001$), ωσμωτικότητα ($F = 65.228, p < 0.001$), ειδικό βάρος ($F = 5.096, p = 0.003$) και χρώμα ($F = 65.123, p < 0.001$). Η ωσμωτικότητα στα δείγματα της πρωινής συλλογής και στα πρώτα πρωινά δείγματα είναι πιο πιθανό να αντικατοπτρίζει με ακρίβεια την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετράωρου, συγκριτικά με την μεσημεριανή, απογευματινή και βραδινή συλλογή. Η ωσμωτικότητα των πρώτων πρωινών ούρων μπορεί να εξηγήσει το 51% της αντίστοιχης εικοσιτετράωρης συλλογής. Σε φθίνουσα σειρά ως προς τη συμφωνία με την ωσμωτικότητα εικοσιτετράωρου βρέθηκαν η πρωινή συλλογή (48%), η βραδινή συλλογή (47%), η απογευματινή συλλογή (40%) και η μεσημεριανή συλλογή (37%). Ο όγκος των ούρων που συλλέχθηκαν κατά την πρωινή συλλογή αντικατοπτρίζει κατά 76% την εικοσιτετράωρη αποβολή ούρων. Ο μικρότερος όγκος ούρων καταγράφηκε κατά τη βραδινή συλλογή.

Στον Πίνακα 3.2. παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των ατόμων με Χαμηλή και Υψηλή πρόσληψη νερού στα ορισμένου χρόνου χρονικά διαστήματα. Διαφορές στους δείκτες ενυδάτωσης παρατηρήθηκαν μεταξύ των ατόμων με Χαμηλή και Υψηλή πρόσληψη νερού στα δείγματα πρώτων της πρωινής, μεσημεριανής, απογευματινής και βραδινής συλλογής. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων στα άτομα με Χαμηλή

και Υψηλή πρόσληψη νερού. Στα άτομα με Χαμηλή πρόσληψη νερού καταγράφηκαν μικρότεροι όγκοι αποβολής ούρων, υψηλότερες τιμές ωσμωτικότητας και ειδικού βάρους ($p < 0.005$ σε όλες τις περιπτώσεις) σε ημερήσια βάση συγκριτικά με τα άτομα με Υψηλή πρόσληψη νερού. Επιπλέον, διαφορές παρατηρήθηκαν στον όγκο της μεσημεριανής και βραδινής συλλογής ούρων ($p < 0.005$ και στις 2 περιπτώσεις) μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού.

Η πρωινή συλλογή ούρων αντικατοπτρίζει κατά 66% την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετραώρου και κατά 72% τον όγκο ούρων εικοσιτετραώρου στα άτομα με Χαμηλή πρόσληψη νερού. Αντίθετα, η απογευματινή συλλογή ούρων αντικατοπτρίζει κατά 53% την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετραώρου και κατά 54% τον όγκο ούρων εικοσιτετραώρου στα άτομα με Υψηλή πρόσληψη νερού.

Χρησιμοποιώντας τα κατώφλια της ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετραώρου [68,111] το 31% ($n=28$) των ανδρών και το 23% ($n=17$) των γυναικών ήταν εφυδατωμένοι, με τιμές ωσμωτικότητας πάνω από 800 800mOsmol/kg H₂O να μετράται στα περισσότερα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου. Μια πιο λεπτομερής ανάλυση των αφυδατωμένων ατόμων έδειξε ότι το 68% ($n=19$) των ανδρών και το 53% ($n=9$) των γυναικών δεν συμμορφώθηκε στις συστάσεις επαρκούς πρόσληψης νερού της EFSA.

Πίνακας 3.2. Τιμές ουρολογικών δεικτών ενυδάτωσης ορισμένου χρόνου, πρώτων πρωινών και εικοσιτετράωρων δειγμάτων στο σύνολο του δείγματος καθώς και στα άτομα με Χαμηλή πρόσληψη νερού και Υψηλή πρόσληψη νερού, το Χειμώνα και το Καλοκαίρι (n= 164).

| Δείκτες Ενυδάτωσης | Πρωινή συλλογή (0-6h) | Μεσημεριανή συλλογή (6-12h) | Απογευματινή συλλογή (12-18h) | Βραδινή συλλογή (18-24h) | Πρώτο πρωινό δείγμα | 24ωρη συλλογή |
|--|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------|
| Όγκος ούρων (mL) | | | | | | |
| Σύνολο | 557 ± 231 | 378 ± 205 | 290 ± 158 | 177 ± 149 | 339 ± 123 | 1331 ± 44 |
| Χαμηλή | 524 ± 203* | 353 ± 200 | 272 ± 146 | 174 ± 160 | 327 ± 109 | 1239 ± 474* |
| Υψηλή | 601 ± 258 | 410 ± 209 | 312 ± 171 | 182 ± 138 | 354 ± 138 | 1454 ± 589 |
| Χειμώνας | 578 ± 212 | 413 ± 206* | 294 ± 146 | 228 ± 163* | 340 ± 115 | 1397 ± 472 |
| Καλοκαίρι | 531 ± 251 | 334 ± 197 | 284 ± 172 | 126 ± 112 | 338 ± 132 | 1253 ± 597 |
| Ωσμωτικότητα ούρων (mOsmol/kg H₂O) | | | | | | |
| Σύνολο | 620 ± 240 | 627 ± 258 | 580 ± 254 | 271 ± 157 | 691 ± 224 | 665 ± 223 |
| Χαμηλή | 645 ± 206 | 679 ± 257* | 610 ± 220 | 310 ± 171* | 719 ± 225 | 703 ± 209* |
| Υψηλή | 588 ± 278 | 558 ± 243 | 540 ± 291 | 221 ± 123 | 655 ± 219 | 620 ± 233 |
| Χειμώνας | 624 ± 242 | 605 ± 243 | 575 ± 210 | 290 ± 189 | 681 ± 208 | 664 ± 209 |
| Καλοκαίρι | 616 ± 240 | 655 ± 274 | 586 ± 303 | 266 ± 137 | 701 ± 240 | 667 ± 237 |
| Ειδικό βάρος | | | | | | |
| Σύνολο | 1.017 ± 0.006 | 1.017 ± 0.006 | 1.019 ± 0.007 | 1.016 ± 0.007 | 1.018 ± 0.008 | 1.017 ± 0.006 |
| Χαμηλή | 1.018 ± 0.006 | 1.018 ± 0.006* | 1.020 ± 0.006* | 1.017 ± 0.007 | 1.019 ± 0.007 | 1.018 ± 0.006* |
| Υψηλή | 1.017 ± 0.007 | 1.016 ± 0.006 | 1.017 ± 0.007 | 1.016 ± 0.008 | 1.017 ± 0.008 | 1.016 ± 0.006 |
| Χειμώνας | 1.017 ± 0.006 | 1.017 ± 0.006 | 1.019 ± 0.006 | 1.014 ± 0.007** | 1.019 ± 0.006 | 1.017 ± 0.006 |
| Καλοκαίρι | 1.017 ± 0.007 | 1.018 ± 0.007 | 1.019 ± 0.008 | 1.020 ± 0.007 | 1.017 ± 0.009 | 1.017 ± 0.006 |
| Χρώμα | | | | | | |
| Σύνολο | 3 ± 2 | 3 ± 1 | 3 ± 2 | 1 ± 2 | 3 ± 1 | 4 ± 2 |
| Χαμηλή | 3 ± 1 | 3 ± 1 | 3 ± 1 | 1 ± 1 | 3 ± 1 | 4 ± 2 |
| Υψηλή | 3 ± 2 | 3 ± 1 | 3 ± 1 | 2 ± 2 | 3 ± 2 | 3 ± 2 |
| Χειμώνας | 3 ± 1 | 3 ± 1** | 3 ± 1* | 1 ± 1 | 3 ± 1 | 4 ± 2 |
| Καλοκαίρι | 3 ± 1 | 3 ± 1 | 3 ± 1 | 1 ± 1 | 3 ± 2 | 4 ± 2 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις κανονικές μεταβλητές; * Σημαντική διαφορά μεταξύ Χαμηλής και Υψηλής πρόσληψης ή Χειμώνα και Καλοκαιριού (p<0.05), ** Σημαντική διαφορά μεταξύ Χαμηλής και Υψηλής πρόσληψης ή Χειμώνα και Καλοκαιριού (p<0.001).

3.5. Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη συνεισφέρει με νέα δεδομένα και συγκρίνει, για πρώτη φορά, τις διακυμάνσεις στους δείκτες ενυδάτωσης και την πρόσληψη νερού. Μια σειρά δεικτών ενυδάτωσης από δείγματα ούρων χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου, πρώτων πρωινών και εικοσιτετράωρων δειγμάτων που συλλέχθηκαν για τρεις συνεχόμενες μέρες μετρήθηκε σε δείγμα 164 υγιών ενήλικων ατόμων και συγκρίθηκε με την πρόσληψη νερού από τριήμερα ημερολόγια καταγραφής.

Το πιο σημαντικό εύρημα στην παρούσα μελέτη είναι ότι διαπιστώθηκαν διακυμάνσεις στην πρόσληψη νερού κατά τη διάρκεια της ημέρας, που οδηγούν σε αντίστοιχες διακυμάνσεις των δεικτών ενυδάτωσης. Συγκεκριμένα, η εκτίμηση της πρόσληψης νερού αποκάλυψε διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της μέρας, με την υψηλότερη πρόσληψη νερού να καταγράφεται κατά τη διάρκεια της πρωινής συλλογής και τη χαμηλότερη κατά τη βραδινή συλλογή, τόσο για τα άτομα με Χαμηλή όσο και με Υψηλή πρόσληψη νερού. Διακυμάνσεις επίσης παρατηρήθηκαν στον όγκο των ούρων στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου (πρωινή, μεσημεριανή, απογευματινή και βραδινή συλλογή).

Το δεύτερο σημαντικό εύρημα της μελέτης είναι ότι τα δείγματα ούρων που συλλέχθηκαν κατά την πρωινή συλλογή είναι πιθανόν να είναι πιο αντιπροσωπευτικά από τα πρώτα πρωινά δείγματα ούρων, όταν η εικοσιτετράωρη συλλογή δεν είναι εφικτή. Τα δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου θεωρούνται "μέθοδος αναφοράς" αλλά έχουν αυξημένη επιβάρυνση και

πρακτικές δυσκολίες για τους συμμετέχοντες [145]. Συνεπώς, τυχαίες συλλογές ούρων προτείνονται (τυχαίο δείγμα, δείγμα ημέρας ή νύκτας, απογευματινό, βραδινό), και ειδικότερα τα πρώτα πρωινά δείγματα ούρων [32], ως εναλλακτικές με αυξημένο ποσοστό ανταπόκρισης των συμμετεχόντων ή λιγότερα σφάλματα στην τήρηση του πρωτοκόλλου [146,147]. Οι συμμετέχοντες που καταναλώνουν περισσότερα ροφήματα σε καθημερινή βάση, απεκκρίνουν και μεγαλύτερους όγκους ούρων [148].

Στην παρούσα μελέτη, οι δείκτες ενυδάτωσης που μετρήθηκαν στα δείγματα της πρωινής συλλογής αντικατοπτρίζουν καλύτερα την εικοσιτετράωρη συλλογή από τα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων. Η ωσμωτικότητα ούρων στα δείγματα της πρωινής συλλογής μπορεί να εξηγήσει κατά 66% την ωσμωτικότητα ούρων εικοσιτετράωρου στα άτομα με Χαμηλή πρόσληψη νερού; της απογευματινής συλλογής το 53% της εικοσιτετράωρης τιμής στα άτομα με Υψηλή πρόσληψη νερού. Ο όγκος των ούρων στα δείγματα της πρωινής συλλογής μπορεί να εξηγήσει το 72% και 88% του όγκου ούρων εικοσιτετράωρου στα άτομα με Χαμηλή και Υψηλή πρόσληψη νερού αντίστοιχα. Μια προηγούμενη μελέτη παρέμβασης [101] με προγραμματισμένη κατανάλωση ροφημάτων ανέφερε διακυμάνσεις μέσα στην ημέρα, με τους μεγαλύτερους όγκους να καταγράφονται στη μεσημεριανή και απογευματινή συλλογή. Επιπλέον, η μελέτη των Bottin και συν. [149] κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η εικοσιτετράωρη συγκέντρωση ούρων μπορεί να προσεγγιστεί από ένα νωρίς ή αργά το απόγευμα τυχαίο δείγμα ούρων. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι τα πρώτα πρωινά δείγματα ούρων, αν και συχνά χρησιμοποιούνται σε πληθυσμιακές μελέτες και στην υγειονομική περίθαλψη, τείνουν να υπερεκτιμούν την συγκέντρωση ούρων εικοσιτετράωρου [101,111]. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στους ουρολογικούς δείκτες ενυδάτωσης στα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων μεταξύ των ατόμων με χαμηλή και υψηλή πρόσληψη νερού, αν και υπήρχαν διαφορές στις τιμές των δειγμάτων εικοσιτετράωρου. Η κατανάλωση μιας μεγάλης ποσότητας νερού διαλύεται γρήγορα στο αίμα και τα νεφρά εκκρίνουν πιο αραιά ούρα ακόμα και αν υπάρχει αφυδάτωση [15].

Το τρίτο πιο σημαντικό εύρημα είναι ότι το 31% των ανδρών και το 23% των γυναικών κατηγοριοποιήθηκαν ως αφυδατωμένοι κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τα κατώφλια της ωσμωτικότητας ούρων εικοσιτετράωρου [68,111], με την αφυδάτωση να καταγράφεται στα περισσότερα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου μέσα στην ημέρα. Πολλοί πιστεύουν ότι η χρόνια αφυδάτωση δεν εμφανίζεται σε υγιή άτομα σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης με απεριόριστη πρόσβαση σε τρόφιμα και ροφήματα [150]. Ωστόσο, και στην Ευρωπαϊκή Μελέτη Ενυδάτωσης (EHR5) περίπου το 20% των συμμετεχόντων από τρεις ευρωπαϊκές χώρες (Ισπανία, Γερμανία και Ελλάδα) χαρακτηρίστηκε ως αφυδατωμένο [143].

Το τέταρτο πιο σημαντικό εύρημα στον υπό εξέταση πληθυσμό είναι ότι το 55% των γυναικών και το 34% των ανδρών συμμορφώθηκαν με τις συστάσεις της EFSA για την ημερήσια πρόσληψη νερού. Η Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA) προτείνει ότι η επαρκής πρόσληψη νερού από πόσιμο νερό, ροφήματα, στρερεά και υγρά τρόφιμα είναι 2.5 και 2.0 L/ημέρα για τους άνδρες και τις γυναίκες [3]. Ωστόσο, ανάλογα με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, τις περιβαλλοντικές συνθήκες ή την κατάσταση της υγείας μπορεί να είναι απαραίτητη υψηλότερη πρόσληψη νερού. Συστάσεις που προωθούν την πρόσληψη νερού έχουν εκδοθεί παγκοσμίως από διάφορους οργανισμούς [10,135,151]. Οι διαφορετικές συστάσεις πρόσληψης νερού που παρατηρούνται μεταξύ των χωρών μπορεί να εξηγηθούν από τις διαφορετικές διατροφικές συμπεριφορές και τα διαφορετικά διατροφικά πρότυπα [65].

Σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί ανά τον κόσμο, τα ποσοστά συμμόρφωσης ως

προς την επαρκή πρόσληψη νερού της EFSA διαφέρουν. Σε μια πρόσφατη μελέτη σε ένα δείγμα του πληθυσμού της Ισπανίας, η συνολική πρόσληψη νερού που μετρήθηκε με τριήμερα ημερολόγια καταγραφής βρέθηκε κάτω από τις συστάσεις της EFSA τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες [80]. Επίσης, στην «Εθνική Μελέτη Διατροφής» του Ηνωμένου Βασιλείου, όπου χρησιμοποιήθηκαν ημερολόγια καταγραφής με ζύγιση βρέθηκε ότι το 33% των ανδρών και το 23% των γυναικών είχαν επαρκή πρόσληψη νερού [63]. Από την άλλη πλευρά, η μελέτη των Ferreira – Rego και συν. [66] έδειξε ότι το 40% των ανδρών και το 60% των γυναικών από 13 χώρες συμμορφώθηκαν με την επαρκή πρόσληψη νερού από ροφήματα της EFSA. Η ημερήσια πρόσληψη νερού μπορεί να αυξηθεί προσφέροντας μια ποικιλία ροφημάτων στον πληθυσμό [63]. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι συμμετέχοντες της μελέτης μας δεν είχαν κάποιο περιορισμό ως προς την κατανάλωση τροφίμων και ροφημάτων και τις ποσότητες τους, καθώς το πόσιμο νερό και τα διάφορα ροφήματα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό επηρεάζουν την ενυδάτωση με τον ίδιο τρόπο [11].

Επιπλέον, ένα άλλο εύρημα της μελέτης είναι ότι η συνολική πρόσληψη νερού ήταν 2266 ± 781 mL/ημέρα. Προηγούμενες μελέτες αναφέρουν ότι η συνολική πρόσληψη νερού ήταν 2270g/ημέρα στο Ηνωμένο Βασίλειο [63], 1488mL/ημέρα στην Κίνα [65], 2,47 L/ημέρα στη Γερμανία, 1,90L/ημέρα στην Ισπανία, 1,50 L/ημέρα στην Ιαπωνία [66]. Το πόσιμο νερό ήταν το πιο δημοφιλές ρόφημα στο δείγμα του ελληνικού πληθυσμού (συνεισφέρει κατά 47% της συνολικής πρόσληψης νερού). Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με τη μελέτη των Armstrong και συν. [68], όπου το νερό καταναλώνονταν σε παρόμοιες ποσότητες, καθώς και με τη μελέτη των Perrier και συν [96], όπου το πόσιμο νερό είναι ο κύριος συνεισφορέας στην πρόσληψη νερού. Η μελέτη των Bougatsas, *et al.* [152] έδειξε ότι το διατροφικό πρότυπο κατανάλωσης ροφημάτων συμπεριλαμβανομένης τη αυξημένης κατανάλωσης πόσιμου νερού και γάλακτος συσχετίστηκε με βελτιωμένα επίπεδα ενυδάτωσης, όπως αποτιμήθηκε από τις χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας σε δείγματα ούρων εικοσιτετραώρου. Ο πληθυσμός στη Μεγάλη Βρετανία καταναλώνει περίπου 3.3 είδη ροφημάτων [63], ενώ το δείγμα του πληθυσμού της μελέτης καταναλώνει περίπου 3.6 είδη ροφημάτων.

Οι γυναίκες παρουσιάζουν ένα πιο ενάρετο πρότυπο διατροφής και επιλογών τροφίμων από τους άνδρες [128]. Οι διατροφικές επιλογές των ανδρών είναι λιγότερο υγιεινές από αυτές των γυναικών, διότι η υγεία δεν αποτελεί σημαντικό κίνητρο για αυτούς στην επιλογή των τροφίμων [129]. Οι γυναίκες είναι πιο ευέλικτες σε θέματα υγείας και σε θέματα τροφίμων. Συνεπώς, η υιοθέτηση κατευθυντήριων γραμμών σε θέματα ενυδάτωσης μπορεί να είναι ανάλογη με την υιοθέτηση διατροφικών οδηγιών στους άνδρες και τις γυναίκες [130].

Η παρούσα μελέτη έχει κάποιους περιορισμούς που πρέπει να αναφερθούν. Η συλλογή ούρων εικοσιτετραώρου και το ημερολόγιο καταγραφής έχει υψηλό αντίκτυπο για τους συμμετέχοντες; αυτό μπορεί να επηρεάσει τις διατροφικές συμπεριφορές τους κατά τη διάρκεια της μελέτης [153]. Επιπλέον, τα δεδομένα συνολικής πρόσληψης νερού και όγκου των ούρων ήταν αυτο-δηλούμενα και έτσι είναι πιθανόν να υπάρχουν υπο ή υπέρ καταγραφές από την πλευρά των συμμετεχόντων. Στους συμμετέχοντες δίνονταν οδηγίες να καταγράφουν το είδος και την ποσότητα των τροφίμων και/ή ροφημάτων που καταλάωναν την ίδια στιγμή, ώστε να αποφευχθούν περιστατικά υποκαταγραφών. Πρέπει επίσης, να επισημανθεί, λόγω της μεθοδολογίας προσέλκυσης των συμμετεχόντων, ότι το δείγμα της μελέτης δεν είναι αντιπροσωπευτικό του ελληνικού πληθυσμού. Συνεπώς, τα αποτελέσματα πρέπει να ερμηνεύονται με μεγάλη προσοχή. Η παρούσα μελέτη δεν είναι αντιπροσωπευτική του πληθυσμού; ωστόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων

επισημαίνουν τη διαθεσιμότητα διαφορετικών βιοδεικτών για επαρκή πληροφόρηση αναφορικά με την ενυδάτωση.

Συμπερασματικά, διακυμάνσεις παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας στην πρόσληψη νερού και στους δείκτες ενυδάτωσης. Η πρόσληψη νερού από όλα τα ροφήματα, με εξαίρεση τα αλκοολούχα ποτά, ήταν υψηλότερη κατά την πρωινή συλλογή (πρώτες 6 ώρες μετά την αφύπνιση) και μειώνονταν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι μεταβολές των δεικτών ενυδάτωσης ήταν ανάλογες της πρόσληψης νερού. Μια πρωινή και/ή απογευματινή συλλογή ούρων, και όχι ένα τυχαίο δείγμα ούρων (όπως ένα δείγμα πρώτων πρωινών ούρων) μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική επιλογή της εικοσιτετράωρης συλλογής ούρων. Η νέα αυτή προτεινόμενη συλλογή θα μπορούσε να παρακολουθεί τα επίπεδα ενυδάτωσης εύκολα σε ημερήσια βάση, με χαμηλό κόστος και μικρή επιβάρυνση για τους συμμετέχοντες. Περαιτέρω έρευνα σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες με διαφορετική κουλτούρα και διαφορετικές διατροφικές συνήθειες είναι απαραίτητη.

Κεφάλαιο 4. Η αξιολόγηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου από ημερολόγια καταγραφής και εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων για επτά ημέρες σε ενήλικο πληθυσμό.

4.1. Εισαγωγή

Ισχυρές επιστημονικές ενδείξεις δείχνουν ότι η υψηλή πρόσληψη νατρίου και η μειωμένη πρόσληψη καλίου σχετίζονται με αυξημένη αρτηριακή πίεση [154-157]. Η υπέρταση είναι ο κύριος παράγοντας κινδύνου για εγκεφαλικά επεισόδια, στεφανιαία νόσο και καρδιακές παθήσεις [158-160], οδηγώντας σε 9.4 εκατομμύρια θανάτους ετησίως [161]. Επιπλέον, η υπερβολική κατανάλωση νατρίου παραμένει ένα μείζον θέμα δημόσιας υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο [162]. Οι συστάσεις για τη μείωση του αλατιού διατυπώνονται ως απάντηση των επιστημονικών δεδομένων. Η Διαιτητική Προσέγγιση για την Εξάλειψη της Υπέρτασης (Dietary Approach to Stop Hypertension, DASH) προτείνει χαμηλότερη πρόσληψη νατρίου, ζάχαρης και λιπαρών και υψηλότερη πρόσληψη καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου [163]. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) προτείνει οι ενήλικες να καταναλώνουν λιγότερο από 2000 mg νατρίου, ή 5 g αλάτι, και τουλάχιστον 3510 mg καλίου ανά ημέρα [164]. Το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC) αναφέρει ότι το 90% των παιδιών και το 89% των ενηλίκων καταναλώνει μεγαλύτερες ποσότητες νατρίου από τις συνιστώμενες [165].

Η κύρια πηγή νατρίου στη διατροφή είναι το αλάτι. Το αλάτι καταναλώνεται ευρέως ως κύριο συστατικό των τροφίμων στα περισσότερα επεξεργασμένα τρόφιμα, και ως πρόσθετο κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος ή στο τραπέζι [166,167]. Οι διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού διαφοροποιούν και τις πηγές πρόσληψης νατρίου. Για παράδειγμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής τα προϊόντα αρτοποιίας, τα αλλαντικά και η πίτσα, ενώ στις Ασιατικές χώρες καρυκεύματα, όπως η σάλτσα σόγιας και το miso συμβάλλουν περισσότερο στη συνολική κατανάλωση αλατιού [168,169]. Οι κύριες πηγές πρόσληψης καλίου είναι τα φρούτα και τα λαχανικά [170] για τα οποία καταγράφεται μια μειωμένη πρόσληψη [171].

Η πρόσληψη νατρίου και καλίου αξιολογείται με διαιτητικές μεθοδολογίες αξιολόγησης, και συγκεκριμένα μέσω ερωτηματολογίων συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και ημερολογίων καταγραφής. Η διαιτητική αξιολόγηση χρησιμοποιείται σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε πολλές χώρες [172] συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας [173,174]. Ωστόσο αυτή η μεθοδολογία ενδέχεται να υποεκτιμά την πραγματική πρόσληψη νατρίου [172]. Η πρόσληψη νατρίου και καλίου μετριέται με μεγαλύτερη ακρίβεια σε δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου [175]. Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιήθηκε, για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο ώστε να αξιολογηθεί η στρατηγική μείωσης του αλατιού [176], στη μελέτη INTERSALT προκειμένου να μετρηθεί η πρόσληψη νατρίου στον πληθυσμό 29 χωρών της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης [177] και στη Βόρεια Ελλάδα για την εκτίμηση της πρόσληψης νατρίου στον πληθυσμό [178]. Η δυσκολία της εικοσιτετράωρης συλλογής ούρων σε κάποιες μελέτες υπερνικάται χρησιμοποιώντας τυχαία δείγματα ούρων, όπως το πρώτο πρωινό δείγμα. Έτσι, με κατάλληλους υπολογισμούς μπορεί να προβλεφθεί η εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου και καλίου στα ούρα [177,179,180]. Η παραπάνω διαδικασία είναι πιθανό να αποκρύπτει διακυμάνσεις στην πρόσληψη νατρίου και καλίου, που είναι πιθανόν να συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας ή και σε διαστήματα μεγαλύτερα της ημέρας. Η παρατήρηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου από δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο της μίας ημέρας, πχ για επτά συνεχόμενες ημέρες, είναι απαραίτητη ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα τα πρότυπα πρόσληψης νατρίου και καλίου, να κάνουμε συσχετίσεις με

διατροφικές συνήθειες και να υποστηρίξουμε την ανάπτυξη μεθοδολογιών για την αξιολόγηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου.

Οι στόχοι της παρούσας μελέτης είναι: α) η μέτρηση της απέκκρισης νατρίου και καλίου σε δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου για επτά συνεχόμενες ημέρες, β) η μέτρηση της απέκκρισης νατρίου και καλίου σε δείγματα πρώτων πρωινών και εξάωρης συλλογής για τρεις συνεχόμενες ημέρες, γ) η εκτίμηση της πρόσληψης νατρίου από τα τρόφιμα με τη χρήση επταήμερων ημερολογίων καταγραφής και δ) η αξιολόγηση της συμβολής των ομάδων τροφίμων στην πρόσληψη νατρίου σε ένα υγιές δείγμα του ελληνικού πληθυσμού.

4.2. Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Μελέτης Ενυδάτωσης [143] μελετήσαμε ένα επιμέρους δείγμα 163 συμμετεχόντων από την Αθήνα, Ελλάδα κατά τη διάρκεια του χειμώνα (12/2013, 1-2/2014) και του καλοκαιριού (7-8/2013, 6-7/2014). Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, η προσέλευση των συμμετεχόντων και το πρωτόκολλο της μελέτης αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2.2.

Η παρούσα μελέτη αξιολόγησης της πρόσληψης νατρίου και καλίου πραγματοποιήθηκε για επτά συνεχόμενες ημέρες. Τις τελευταίες τρεις ημέρες της μελέτης χωρίσαμε το εικοσιτετράωρο σε χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου. Η εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων χωρίστηκε σε εξάωρες συλλογές ορισμένου χρόνου: πρωινή συλλογή (0-6 ώρες από την ώρα αφύπνισης), μεσημεριανή συλλογή (6-12 ώρες από την ώρα αφύπνισης), απογευματινή συλλογή (12- 18 ώρες από την ώρα αφύπνισης), βραδινή συλλογή (18-24 ώρες από την ώρα αφύπνισης) ώστε να μετρήσουμε λεπτομερώς την πρόσληψη και απέκκριση νατρίου και καλίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το ανασυσταθέν δείγμα των 10mL για την εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων παρασκευάζονταν στο εργαστήριο συγκεντρώνοντας όλα τα δείγματα ούρων, ακολουθώντας την αναλογία του όγκου της κάθε ούρησης. Ένα ανασυσταθέν δείγμα των 10mL παρασκευάστηκε επίσης για κάθε εξάωρη συλλογή ορισμένου χρόνου, αποτελούμενο από όλα τα δείγματα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου εξάωρου, για τις τελευταίες τρεις ημέρες της μελέτης. Επίσης, δείγματα πρώτων πρωινών ούρων συλλέχθηκαν ξεχωριστά.

Αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων, εικοσιτετράωρης συλλογής και στα δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου. Η συγκέντρωση νατρίου και καλίου στα ούρα μετρήθηκε με τη μέθοδο των εκλεκτικών ηλεκτροδίων ιόντων (Cobas Integra 400 plus). Η ακρίβεια της εικοσιτετράωρης συλλογής ούρων εκτιμήθηκε με το δείκτη του όγκου των ούρων, ο οποίος μετρήθηκε με ηλεκτρονική ψηφιακή ζυγαριά (Soehnle Fiesta 65106) και με την κρεατινίνη στα ούρα, που μετρήθηκε με την ενζυμική χρωματομετρική μέθοδο Jaffe (Cobas Integra 400 plus).

Η εικοσιτετράωρη καταγραφή χωρίστηκε σε εξάωρες καταγραφές ορισμένου χρόνου: πρωινή κατανάλωση (0-6 ώρες από την ώρα αφύπνισης), μεσημεριανή κατανάλωση (6-12 ώρες από την ώρα αφύπνισης), απογευματινή κατανάλωση (12-18 ώρες από την ώρα αφύπνισης), βραδινή κατανάλωση (18-24 ώρες από την ώρα αφύπνισης). Αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε ημερήσια βάση καθώς και στα διαστήματα ορισμένου χρόνου. Η πρόσληψη ενέργειας, νατρίου που περιέχεται στα τρόφιμα, καλίου που περιέχεται στα τρόφιμα, όπως καταγράφηκε από τα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών, υπολογίστηκε με το Διατροφικό πρόγραμμα Diet Analysis plus version 6.1 software (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co Inc, Salem, OR, USA), ενώ η συνεισφορά του επιτραπέζιου αλατιού στη συνολική πρόσληψη νατρίου δεν εκτιμήθηκε.

4.3. Στατιστικές αναλύσεις

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή και ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50 (25, 75) του δείγματος για τις μη παραμετρικές. Η κανονικότητα ελέγχθηκε γραφικά με ιστογράμματα και με την παραμετρική δοκιμή Shapiro-Wilk test. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ελέγχθηκαν με τους συντελεστές συσχέτισης Pearson ή Spearman για τις μεταβλητές κανονικής κατανομής ή για τις μη παραμετρικές αντίστοιχα. Οι διαφορές μεταξύ των φύλων αξιολογήθηκαν με το Student's t-test και το Mann-Whitney U-test μετά από έλεγχο της κανονικότητας των μεταβλητών. Οι διαφορές μεταξύ των χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου αξιολογήθηκαν με τη δοκιμή One Way ANOVA. Οι συγκρίσεις μεταξύ των χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου (πρωί, μεσημέρι, απόγευμα, βράδυ) πραγματοποιήθηκαν με τη δοκιμή Bonferonni. Οι πολυπαραγοντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών αξιολογήθηκαν με τη χρήση γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης, προσαρμοσμένων για όλους τους βιολογικούς συγχυτικούς παράγοντες.

Οι υπολογισμοί για τη μέτρηση των ουρολογικών δεικτών είναι οι ακόλουθοι:

24ώρη απέκκριση νατρίου (mg/ημέρα) = συγκέντρωση 24ώρης απέκκρισης νατρίου (mmol/l) x 24ώρο όγκο ούρων (L/ημέρα) x μοριακό βάρος Na⁺ (23 mg/mmol)

24ώρη απέκκριση καλίου (mg/ημέρα) = συγκέντρωση 24ώρης απέκκρισης καλίου (mmol/l) x 24ώρο όγκο ούρων (L/ημέρα) x μοριακό βάρος K⁺ (39 mg/mmol)

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος PASW Statistics 18 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το 5%.

4.4. Αποτελέσματα

Το δείγμα του ελληνικού πληθυσμού που συμπεριλήφθηκε στις αναλύσεις για την εκτίμηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου μέσα στην ημέρα αποτελείται από 163 συμμετέχοντες (ηλικία 39 ± 12 έτη, 74 γυναίκες). Ο ΔΜΣ των ανδρών ήταν 25.6 ± 4.8 kg/m² και των γυναικών 24.5 ± 4.5 kg/m² (p=0.149).

4.4.1. Δεδομένα από επταήμερη συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου και επταήμερα ημερολόγια καταγραφής

Η μέση τιμή των βιοχημικών δεικτών από την εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων για επτά συνεχόμενες ημέρες (όγκος ούρων, νάτριο, κάλιο και κρεατινίνη) και των δεδομένων από τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής (συνολική πρόσληψη ενέργειας, πρόσληψη νατρίου, πρόσληψη καλίου) για τους άνδρες, τις γυναίκες και συνολικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Δεδομένα από επταήμερα ημερολόγια καταγραφής και εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων για επτά συνεχόμενες ημέρες των συμμετεχόντων (n= 163).

| | | | Σύνολο (n=163) | Άνδρες (n=89) | Γυναίκες (n=74) | P |
|--------------------------------|----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| Συνολική πρόσληψη (kcal/ημέρα) | πρόσληψη | ενέργειας | 1732 ± 511 | 18067 ± 560 | 1642 ± 433 | 0.037 |
| Πρόσληψη νατρίου (mg/ημέρα) | | | 1983 ± 814 | 2102 ± 897 | 1841 ± 680 | 0.036 |
| Πρόσληψη καλίου (mg/ημέρα) | | | 2265 ± 653 | 2345 ± 667 | 2167 ± 627 | 0.084 |
| Όγκος ούρων (L) | | | 1.25 ± 0.50 | 1.23 ± 0.48 | 1.28 ± 0.53 | 0.557 |
| Νάτριο ούρων (mg/ημέρα) | | | 2803.3 ± 1249.0 | 2872.7 ± 1366.4 | 2721.3 ± 1098.1 | 0.454 |
| Κάλιο ούρων (mg/ημέρα) | | | 2152.2 ± 913.3 | 2084.9 ± 910.6 | 2231.8 ± 916.5 | 0.320 |
| Κρεατινίνη ούρων (mg/ημέρα) | | | 121.6 ± 48.0 | 125.3 ± 51.0 | 117.2 ± 44.1 | 0.289 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση; Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Οι άνδρες κατέγραψαν υψηλότερη πρόσληψη ενέργειας και νατρίου που περιέχεται στα τρόφιμα από τις γυναίκες ($p < 0.05$ και στις δύο περιπτώσεις). Η πρόσληψη νατρίου που περιέχεται στα τρόφιμα συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.702$, $p < 0.001$) και την πρόσληψη καλίου που περιέχεται στα τρόφιμα ($r = 0.390$, $p < 0.001$). Η πρόσληψη καλίου που περιέχεται στα τρόφιμα συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.427$, $p < 0.001$). Κατά τη διάρκεια των επτά ημερών, το νάτριο στα ούρα εικοσιτετράωρου συσχετίστηκε με το κάλιο στα ούρα εικοσιτετράωρου ($r = 0.657$, $p < 0.001$). Επίσης, το νάτριο στα ούρα εικοσιτετράωρου συσχετίστηκε με την πρόσληψη νατρίου που περιέχεται στα τρόφιμα ($r = 0.334$, $p < 0.001$) και τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.363$, $p < 0.001$). Το κάλιο στα ούρα εικοσιτετράωρου συσχετίστηκε με τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.242$, $p = 0.002$) και την πρόσληψη καλίου που περιέχεται στα τρόφιμα ($r = 0.297$, $p < 0.001$). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην πρόσληψη καλίου που περιέχεται στα τρόφιμα, στον όγκο ούρων εικοσιτετράωρου, στη συγκέντρωση νατρίου, καλίου και κρεατινίνης των ούρων εικοσιτετράωρου μεταξύ ανδρών και γυναικών και μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού.

4.4.2. Δεδομένα από τριήμερη συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου

Οι βιοχημικοί δείκτες (όγκος ούρων, απέκκριση νατρίου, καλίου και κρεατινίνης) για τα δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου μέσα στην ημέρα (πρωινή συλλογή, μεσημεριανή συλλογή, απογευματινή συλλογή, βραδινή συλλογή), τα δείγματα πρώτων πρωινών ούρων και τα δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου για τους άνδρες, τις γυναίκες και συνολικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

Η απέκκριση νατρίου ούρων στα δείγματα της βραδινής συλλογής ήταν υψηλότερη στους άνδρες (75.0 ± 208.4 ; 2.8 ± 6.8 mg/ χρονικό διάστημα ορισμένου χρόνου) συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές στα δείγματα των γυναικών (31.8 ± 86.8 ; 1.2 ± 3.2 mg/ χρονικό διάστημα) ($p < 0.05$ και στις δύο περιπτώσεις). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου για όλους τους ουρολογικούς δείκτες [όγκος F (3, 636) = 126.983 $p < 0.001$; νάτριο F (3, 521) = 19.716 $p < 0.001$; κάλιο F (3, 521) = 42.570 $p < 0.001$;

κρεατινίνη $F(3, 521) = 14.914$ $p < 0.001$]. Post-hoc αναλύσεις χρησιμοποιώντας τη δοκιμή Bonferonni έδειξαν ότι ο υψηλότερος όγκος ούρων καταγράφηκε κατά τη διάρκεια της πρωινής συλλογής (0.53 ± 0.28 L, $p < 0.001$) συγκριτικά με τα υπόλοιπα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου. Η απέκκριση νατρίου στα δείγματα ούρων μεσημεριανής συλλογής των ανδρών ήταν υψηλότερη από αυτή των γυναικών. Η συγκέντρωση νατρίου στα δείγματα ούρων της πρωινής συλλογής αντικατοπτρίζει κατά 34% την ημερήσια απέκκριση νατρίου, ενώ η συγκέντρωση καλίου στα δείγματα ούρων της απογευματινής συλλογής αντικατοπτρίζει την εικοσιτετράωρη συλλογή κατά 31%.

Επιπλέον, η υψηλότερη συγκέντρωση καλίου στα δείγματα ούρων ορισμένου χρόνου παρατηρήθηκε στην απογευματινή συλλογή. Το νάτριο ούρων εικοσιτετράωρου συσχετίστηκε θετικά με το νάτριο των πρώτων πρωινών ούρων ($r = 0.488$, $p < 0.001$) και το κάλιο πρώτων πρωινών ούρων ($r = 0.250$, $p < 0.001$), το κάλιο ούρων εικοσιτετράωρου ($r = 0.638$, $p < 0.001$) και την πρόσληψη νατρίου που περιέχεται φυσικά στα τρόφιμα ($r = 0.257$, $p < 0.001$), ενώ αρνητικά με τον όγκο των ούρων εικοσιτετράωρου ($r = -0.488$, $p < 0.001$).

Πίνακας 4.2. Τιμές ουρολογικών δεικτών (όγκος ούρων, απέκκριση νατρίου, καλίου και κρεατινίνης) στα τέσσερα διαφορετικά χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου με έναρξη την ώρα αφύπνισης, στην εικοσιτετράωρη συλλογή και τα δείγματα πρώτων πρωινών.

| | Πρωινή συλλογή (0-6h) | Μεσημεριανή συλλογή (6-12h) | Απογευματινή συλλογή (12-18h) | Βραδινή συλλογή (18-24h) | 24ωρη συλλογή | Πρώτο πρωινό δείγμα |
|--|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------|
| Όγκος ούρων (L) | | | | | | |
| Σύνολο | 0.53 ±0.28 | 0.36 ±0.22 | 0.27 ±0.17 | 0.08 ±0.14 | 1.24 ±0.56 | 0.33 ±0.12 |
| Γυναίκες | 0.53 ±0.29 | 0.36 ±0.22 | 0.26 ±0.16 | 0.08 ±0.14 | 1.28 ±0.59 | 0.33 ±0.11 |
| Άνδρες | 0.52 ±0.27 | 0.36 ±0.23 | 0.27 ±0.18 | 0.08 ±0.13 | 1.21 ±0.54 | 0.33 ±0.13 |
| Νάτριο ούρων (mg/time interval) | | | | | | |
| Σύνολο | 1018.8 ±690.1 | 821.7 ±704.4 | 551.5 ±439.7 | 55.9 ±166.8 | 2902.9 ±1344.0 | 693.4 ±507.3 |
| Γυναίκες | 949.0 ±638.8 | 701.1 ±493.0* | 534.0 ±373.4 | 31.8 ± 86.8 | 2759.1 ±1162.3 | 719.1 ±652.2 |
| Άνδρες | 1074.9 ±727.6 | 920.9 ±829.5 | 565.0 ±486.6 | 75 ±208.4* | 3028.0 ±1480.4 | 671.4 ±340.6 |
| Κάλιο ούρων (mg/time interval) | | | | | | |
| Σύνολο | 727.2 ± 520.2 | 713.5 ±524.5 | 389.2 ±319.1 | 38.1 ± 120.5 | 2215.2± 1064.1 | 443.4±250.6 |
| Γυναίκες | 705.8±525.6 | 686.7±473.8 | 388.2±277.7 | 24.3±72.2 | 2270.9±1074.2 | 439.5±256.8 |
| Άνδρες | 744.4±518.2 | 735.6±564.7 | 389.9±349.4 | 49.0±147.7 | 2167.3±1059.9 | 446.6±247.3 |
| Κρεατινίνη ούρων (mg/time interval) | | | | | | |
| Σύνολο | 49.4±48.8 | 34.1±33.9 | 24.4±23.5 | 2.1±5.5 | 121.4±52.4 | 40.6±51.2 |
| Γυναίκες | 49.6±41.6 | 34.2±35.0 | 24.7±20.5 | 1.2±3.2* | 119.2±46.1 | 35.1±17.0 |
| Άνδρες | 49.1±56.8 | 34.0±33.2 | 24.2±25.6 | 2.8±6.8 | 123.3±57.4 | 35.1±17.0 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών; και από τη δοκιμασία one-Way ANOVA για τις διαφορές μεταξύ των χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου;

*Σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών ($p < 0.05$).

4.4.3. Δεδομένα από τριήμερα ημερολόγια καταγραφής

Τα δεδομένα από τα τριήμερα ημερολόγια καταγραφής (συνολική πρόσληψη ενέργειας, πρόσληψη νατρίου, πρόσληψη καλίου) για τα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου (πρωινή καταγραφή, μεσημεριανή καταγραφή, απογευματινή καταγραφή, βραδινή καταγραφή) και για την εικοσιτετράωρη καταγραφή για τους άνδρες, τις γυναίκες και συνολικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

Η μέση συνολική πρόσληψη ενέργειας ήταν 1686 ± 610 kcal/ημέρα, η μέση συνολική πρόσληψη νατρίου ήταν 2064.26 ± 1006.78 mg/ημέρα και η μέση συνολική πρόσληψη καλίου ήταν 2366.91 ± 793.10 mg/ημέρα. Η πρόσληψη νατρίου συσχετίστηκε αρνητικά με την ηλικία ($r = -0.339$, $p < 0.001$) και θετικά με την πρόσληψη καλίου που περιέχεται στα τρόφιμα ($r = 0.318$, $p < 0.001$). Η πυκνότητα της πρόσληψης νατρίου (mg Na/1,000 θερμίδες), χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του Πίνακα 4.3, μας επιτρέπει να κάνουμε συγκρίσεις της πρόσληψης νατρίου χωρίς να επηρεάζεται από τη συνολική πρόσληψη θερμίδων. Η πυκνότητα της πρόσληψης νατρίου εικοσιτετράωρου για το σύνολο του δείγματος, τους άνδρες και τις γυναίκες υπολογίστηκε ίση με 1430, 1239, και 1671

mg/1000 θερμίδες, αντίστοιχα. Επιπλέον, η πυκνότητα της πρόσληψης καλίου (mg K/1,000 θερμίδες) βρέθηκε ίση με 1872, 1454, and 2399 mg/1000 θερμίδες για το σύνολο του δείγματος, τους άνδρες και τις γυναίκες, αντίστοιχα.

Η ημερήσια συνολική πρόσληψη ενέργειας ήταν υψηλότερη στους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες ($p < 0.05$). και τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.541$, $p < 0.001$).

Πίνακας 4.3. Συνολική πρόσληψη ενέργειας, πρόσληψη νατρίου και καλίου των συμμετεχόντων για 3 συνεχόμενες ημέρες στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου και στο εικοσιτετράωρο.

| | Πρόσληψη ενέργειας(kcal/ χρονικό διάστημα) | | | | 24h |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|
| | Πρώτη κατάγραφη (0-6h) | Μεσημέριανη κατάγραφη (6-12h) | Απογευματινή κατάγραφη (12-18h) | Βραδινή κατάγραφη (18-24h) | |
| Σύνολο | 652 ±356 | 692 ±314 | 511 ±292 | 181 ±186 | 1685.9 ±610.2 |
| Ανδρες | 674 ±379 | 699 ±300 | 553 ±311 | 207 ±218 | 1791.8 ±670.5* |
| Γυναίκες | 627 ±327 | 684 ±332 | 459 ±260 | 126 ±72 | 1560.8 ±506.8 |
| Πρόσληψη νατρίου (mg/ χρονικό διάστημα) | | | | | |
| Σύνολο | 757.16 ± 535.58 | 776.18 ±515.39 | 517.48 ±389.04 | 89.22 ±126.04 | 2064.26 ±1006.78 |
| Ανδρες | 783.1 ±577.5 | 766.3 ±569.9 | 558.0 ±425.0 | 108.1 ±142.9 | 2124.80 ±1172.05 |
| Γυναίκες | 724.32 ±479.58 | 788.65 ±335.14 | 466.88 ±335.14 | 53.41 ±79.78 | 1987.69 ±749.15 |
| Πρόσληψη καλίου (mg/ χρονικό διάστημα) | | | | | |
| Σύνολο | 877.47 ±492.41 | 913.52 ±460.67 | 581.39 ±355.58 | 139.25 ±147.02 | 2366.91 ±793.10 |
| Ανδρες | 882.0 ±513.9 | 898.6 ±516.1 | 582.0 ±333.3 | 174.3 ±145.9 | 2362.6 ±874.2 |
| Γυναίκες | 871.73 ±467.52 | 932.35 ±382.13 | 580.60 ±384.84 | 100.26 ±146.41 | 2372.33 ±683.20 |

Τα αποτελέσματα εμφαζώνονται για τις κανονικές μεταβλητές ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών, και από τη δοκιμασία one-Way ANOVA για τις διαφορές μεταξύ των χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου. *Σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών (p<0.05).

Η πρόσληψη νατρίου από τα τριήμερα ημερολόγια καταγραφής συσχετίστηκε με την απέκκριση νατρίου που μετρήθηκε στα δείγματα ούρων εικοσιτετραώρου ($r = 0.209$, $p < 0.05$), στην πρωινή συλλογή ($r = 0.168$, $p < 0.05$), και στην απογευματινή συλλογή ($r = 0.212$, $p < 0.05$). Επιπλέον, η πρόσληψη νατρίου κατά την απογευματινή καταγραφή συσχετίστηκε με την απέκκριση νατρίου στην απογευματινή συλλογή ($r = 0.188$, $p < 0.05$). Η πρόσληψη καλίου από τα τριήμερα ημερολόγια καταγραφής συσχετίστηκε με την απέκκριση νατρίου που μετρήθηκε στη συλλογή ούρων εικοσιτετραώρου ($r = 0.266$, $p < 0.01$), στην πρωινή ($r = 0.192$, $p < 0.05$), μεσημεριανή ($r = 0.263$, $p < 0.01$), και απογευματινή συλλογή ($r = 0.208$, $p < 0.05$).

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των χρονικών διαστημάτων ορισμένου χρόνου για τη συνολική πρόσληψη ενέργειας [$F(3, 503) = 24.711$, $p < 0.001$], την πρόσληψη νατρίου [$F(3, 486) = 24.044$, $p < 0.001$] και την πρόσληψη καλίου [$F(3, 471) = 31.512$, $p < 0.001$]. Post hoc αναλύσεις χρησιμοποιώντας τη δοκιμή Bonferroni έδειξαν ότι η πρόσληψη ενέργειας κατά την απογευματινή και βραδινή καταγραφή (511 ± 292 kcal και 181 ± 186 kcal, αντίστοιχα) ήταν σημαντική χαμηλότερη ($p < 0.001$) από την πρωινή και μεσημεριανή καταγραφή (652 ± 356 kcal και 692 ± 314 kcal, αντίστοιχα). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην πρόσληψη νατρίου και καλίου μεταξύ ανδρών και γυναικών στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου ($p > 0.05$ σε όλα τα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου).

Η πρόσληψη νατρίου και καλίου κατά την πρωινή καταγραφή (757.16 ± 535.58 mg και 877.47 ± 492.41 mg, αντίστοιχα) και μεσημεριανή καταγραφή (776.18 ± 515.39 mg και 913.52 ± 460.67 mg, αντίστοιχα) ήταν σημαντικά υψηλότερες ($p < 0.001$) από την απογευματινή (517.48 ± 389.04 mg και 581.39 ± 355.58 mg, αντίστοιχα) και βραδινή καταγραφή (89.22 ± 126.04 mg και 139.25 ± 147.02 mg, αντίστοιχα).

4.4.4. Συνεισφορά των τροφίμων στην πρόσληψη νατρίου

Η μέση ημερήσια πρόσληψη νατρίου βρέθηκε ίση με 1983.2 ± 814.1 mg/ημέρα και η μέση ημερήσια πρόσληψη καλίου ίση με 2264.5 ± 653.3 mg/ημέρα. Οι κατηγορίες τροφίμων που συνεισφέρουν περισσότερο από 3% στη συνολική πρόσληψη νατρίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4. Πηγές της πρόσληψης νατρίου που περιέχεται στα τρόφιμα από τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής συνολικά, για τους άνδρες και τις γυναίκες (n=163).

| | Σύνολο (n=163) | Άνδρες (n=89) | Γυναίκες (n=74) | P |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| Γαλακτοκομικά | 365.40 (249.13, 551.76) | 392.49 (250.63, 614.02) | 326.81 (248.10, 475.76) | 0.162 |
| Ψωμιά | 336.09 (228.66, 474.85) | 353.89 (233.22, 553.76) | 304.72 (225.95, 444.95) | 0.199 |
| Αλμυρά σνακ | 244.82 (120.17, 385.32) | 297.90 (148.45, 489.95) | 180.29 (105.16, 368.49) | 0.013 |
| Πουλερικά | 240.82 (121.22, 377.84) | 247.26 (121.22, 508.90) | 218.78 (121.22, 363.67) | 0.277 |
| Πίτσα | 222.71 (93.95, 416.99) | 264.55 (93.95, 438.75) | 198.53 (87.96, 343.23) | 0.533 |
| Αλλαντικά | 135.35 (90.23, 223.32) | 135.35 (83.77, 233.60) | 135.35 (90.23, 216.56) | 0.742 |
| Γεύματα με βάση τα ζυμαρικά | 123.58 (54.98, 248.20) | 147.72 (59.70, 269.62) | 87.57 (45.46, 218.38) | 0.031 |
| Σάντουιτς | 123.00 (94.86, 234.93) | 123.00 (102.86, 236.35) | 123.00 (80.70, 202.29) | 0.663 |
| Γεύματα με βάση το κρέας | 47.23 (26.77, 88.74) | 67.37 (37.40, 100.38) | 44.57 (18.23, 70.87) | 0.006 |
| Έλαια | 45.53 (11.73, 94.29) | 45.36 (11.01, 94.64) | 47.14 (11.93, 90.80) | 0.996 |
| Σούπες | 41.65 (7.00, 161.41) | 105.49 (7.43, 182.62) | 16.6 (4.18, 128.80) | 0.270 |
| Ψάρια | 29.49 (13.93, 64.86) | 39.34 (16.71, 75.86) | 25.07 (13.29, 47.36) | 0.046 |
| Αυγά | 27.99 (13.41, 56.81) | 37.20 (16.79, 56.81) | 23.41 (9.99, 53.59) | 0.262 |
| Ροφήματα | 21.69 (11.91, 35.19) | 22.76 (12.84, 39.05) | 19.85 (9.49, 30.38) | 0.160 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται για τις μη παραμετρικές μεταβλητές ως τεταρτημόρια με τη διάμεσο και το ενδοτεταρτομοριακό εύρος ως 50 (25, 75) του δείγματος.

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Mann-Whitney U-test για τις μη παραμετρικές μεταβλητές, μετά από έλεγχο της κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών.

Οι κύριες πηγές πρόσληψης νατρίου ήταν τα γαλακτοκομικά προϊόντα (διάφορα είδη τυριών, γιαούρτια, γάλα), τα διάφορα είδη ψωμιού (δημητριακά, κράκερ, παξιμάδια, ψωμί για τoστ, ψωμί ολικής άλεσης) και τα αλμυρά σνακ. Σε φθίνουσα σειρά ακολουθούν τα πουλερικά, οι πίτσες, τα αλλαντικά, τα πιάτα με βάση τα ζυμαρικά, τα σάντουιτς, τα πιάτα με βάση το κρέας, τα έλαια, οι σούπες, τα ψάρια, τα αυγά και τα ροφήματα. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην πρόσληψη νατρίου μεταξύ ανδρών και γυναικών για τα αλμυρά σνακ ($p=0.013$), τα γεύματα με βάση τα ζυμαρικά ($p=0.031$), τα γεύματα με βάση το κρέας (p

=0.006) και το ψάρι ($p = 0.046$).

4.5. Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η πρόσληψη νατρίου και καλίου για επτά συνεχόμενες ημέρες χρησιμοποιώντας ημερολόγια καταγραφής και συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου για επτά συνεχόμενες ημέρες, ενώ διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν στην πρόσληψη νατρίου και καλίου στα χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου. Η προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη παρέχει περισσότερες πληροφορίες από προσεγγίσεις μίας εικοσιτετράωρης συλλογής ούρων, η οποία θεωρείται 'μέθοδος αναφοράς' για την αξιολόγηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου. Είναι η πρώτη φορά που σημαντική και εκτεταμένη πληροφόρηση για την πρόσληψη νατρίου και καλίου παρέχεται σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού σε ελεύθερες συνθήκες διαβίωσης.

Στην παρούσα μελέτη, η μέση απέκκριση νατρίου στα ούρα ήταν 2803.3 ± 1249.0 mg/ημέρα (121.9 ± 54.3 mmol/ημέρα) και η μέση απέκκριση καλίου ήταν 2152.2 ± 913.3 mg/ημέρα (55.2 ± 23.4 mmol/ημέρα). Τα ευρήματά μας είναι σε συμφωνία ή αποκλίνουν ελαφρώς από ήδη δημοσιευμένες μελέτες. Συγκεκριμένα, η INTERMAP μελέτη [181], η οποία διεξήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο, ανέφερε μια εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου ίση με 161 mmol/ημέρα για τους άνδρες και 127 mmol/ημέρα για τις γυναίκες. Σε ένα υπόδειγμα της PURE μελέτης με 1083 συμμετέχοντες από 11 χώρες [182], η εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου ήταν 4116 ± 1978 mg/ημέρα. Σε 148 Αυστραλούς γονείς η εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου και καλίου ήταν 120 ± 45 mmol/ημέρα και 68 ± 19 mmol/ημέρα για τις γυναίκες; 152 ± 49 mmol/ημέρα και 91 ± 40 mmol/ημέρα για τους άνδρες, αντίστοιχα [183]. Τα δεδομένα από τη μελέτη INTERSALT έδειξαν ότι η εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου κυμαίνονταν από 147.2 mmol/ημέρα σε Βέλγους έως 240.0 mmol/ημέρα σε Πολωνούς άνδρες, ενώ για τις γυναίκες κυμαίνονταν από 117.8 mmol/ημέρα στη Γερμανία έως 167.5 mmol/ημέρα στην Ιταλία [177]. Μελέτες σε ανατολικούς πληθυσμούς χρησιμοποιώντας δείγματα ούρων εικοσιτετράωρου ανέφεραν μια απέκκριση νατρίου ίση με 206 ± 64.1 mmol/ημέρα σε Γιαπωνέζους και 173.9 ± 54.2 mmol/ημέρα σε Γιαπωνέζες [184], 179 mmol/ημέρα σε άνδρες και 154 mmol/ημέρα σε γυναίκες στη Σεούλ [185]. Τα δεδομένα για τον ελληνικό πληθυσμό είναι περιορισμένα. Μια παλαιότερη μελέτη που διεξήχθη σε δείγμα 50 αγοριών ηλικίας 8-9 ετών στην Ελλάδα κατέγραψε μια εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου ίση με 112.0 mmol/ημέρα [186]. Σε πρόσφατη μελέτη στη Βόρεια Ελλάδα η απέκκριση νατρίου και καλίου βρέθηκε ίση με 174.7 ± 72.2 ΚΑΙ 65.1 ± 24.6 mmol/ημέρα, αντίστοιχα [178].

Τυχαίες συλλογές (spot) δειγμάτων ούρων (τυχαίο δείγμα, δείγμα ορισμένου χρόνου, δείγμα κατά τη διάρκεια της ημέρας, απογευματινό δείγμα, βραδινό δείγμα ούρων) έχουν προταθεί ως εναλλακτικές μεθοδολογίες. Η εικοσιτετράωρη συλλογή έχει πρακτικές δυσκολίες που αφορούν στην ακριβή συλλογή [187], και στο μειωμένο ρυθμό απόκρισης των συμμετεχόντων [146]. Οι μερικές συσχετίσεις τυχαίων δειγμάτων έχουν υψηλή μεταβλητότητα σε ατομικό επίπεδο, αλλά μπορούν να δώσουν λογικές εκτιμήσεις σε επίπεδο πληθυσμού. Οι μερικές συλλογές ούρων είναι πιο εύκολες για τους συμμετέχοντες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο πληθυσμού, και απαιτούν λιγότερο εξειδικευμένο προσωπικό [146]. Η εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου και καλίου εξαρτάται από την κατάσταση ενυδάτωσης, την ώρα και τον όγκο της συλλογής [180,188].

Η ανάλυση των επιπέδων νατρίου, καλίου και κρεατινίνης σε χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου μας επιτρέπει να διερευνήσουμε πιθανές διακυμάνσεις μέσα στην ημέρα. Στην παρούσα μελέτη, ο υψηλότερος όγκος ούρων καταγράφηκε στην πρωινή συλλογή, η υψηλότερη συγκέντρωση καλίου

μετρήθηκε στη μεσημεριανή συλλογή, ενώ η χαμηλότερη συγκέντρωση νατρίου μετρήθηκε στη βραδινή συλλογή. Μεταβολικές μελέτες δείχνουν ότι μεταξύ υγιών ατόμων η μεγαλύτερη ποσότητα νατρίου απεκκρίνεται το μεσημέρι και το απόγευμα, ενώ τα χαμηλότερα επίπεδα της απέκκρισης παρατηρούνται από τα μεσάνυχτα μέχρι την επόμενη ημέρα το πρωί [189,190]. Η μελέτη των Cohall και συν. [191] σε Αφρικανό-Καραϊβικανό πληθυσμό πρότεινε τη χρήση ενός απογευματινού δείγματος συλλογής 12 ωρών και όχι ενός τυχαίου απογευματινού δείγματος για την εκτίμηση της εικοσιτετράωρης απέκκρισης νατρίου. Η συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου έχει μεγάλη επιβάρυνση για το συμμετέχοντα; ως εκ τούτου έχουν αναπτυχθεί εναλλακτικές μεθοδολογίες για την εκτίμηση της εικοσιτετράωρης απέκκρισης νατρίου. Τέτοιες μεθοδολογίες είναι η εξίσωση Kawasaki [179], η εξίσωση Tanaka [180], και η εξίσωση της INTERSALT [177], οι οποίες χρησιμοποιούν εξισώσεις για την εκτίμηση της εικοσιτετράωρης απέκκρισης νατρίου χρησιμοποιώντας δεδομένα όπως το δεύτερο ή τυχαίο δείγμα ούρων. Ωστόσο, οι εξισώσεις αυτές έχουν αναπτυχθεί σε Ασιατικούς πληθυσμούς και είναι πιθανό να μην μπορούν να εφαρμοστούν σε ευρωπαϊκούς και αμερικάνικους πληθυσμούς [162]. Μπορούμε να επιβεβαιώσουμε ότι η εκτιμώμενη απέκκριση νατρίου εικοσιτετράωρου, χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη δεύτερη ή τυχαία ούρηση της ημέρας είχε σημαντικές αποκλίσεις από τις μετρούμενες τιμές.

Η μέση πρόσληψη νατρίου βρέθηκε ίση με 1983.2 ± 814.1 mg/ημέρα και η μέση πρόσληψη καλίου ίση με 2264.5 ± 653.3 mg/ημέρα χρησιμοποιώντας δεδομένα από ημερολόγια καταγραφής. Προηγούμενες μελέτες κατέγραψαν υψηλότερη πρόσληψη νατρίου; για παράδειγμα, 3030 (2204, 4286) mg/ημέρα σε Καναδούς υγιείς ενήλικες [192], 4.7 ± 2.6 g/ημέρα σε Κινέζους ενήλικες [193], 2654 ± 540 mg/ημέρα σε Ιρανούς υπερτασικούς ενήλικες [194], ή 2436 και 1796 mg/ημέρα σε αγόρια και κορίτσια στην Ελλάδα [173]. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί διότι στην παρούσα μελέτη δεν εκτιμήσαμε το επιτραπέζιο αλάτι χρησιμοποιώντας δεδομένη μεθοδολογία [195]. Επιπλέον, η πρόσληψη νατρίου είναι πιθανό να υποεκτιμάται όταν χρησιμοποιούνται ημερολόγια καταγραφής; μπορεί να οφείλεται σε ανακριβή ποσοτικοποίηση της ποσότητας του προστιθέμενου αλατιού κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος, του επιτραπέζιου αλατιού και των παρεκκλίσεων του νατρίου που περιέχεται στα επεξεργασμένα τρόφιμα [162]. Νέες ερευνητικές μεθοδολογίες που εισάγουν την ηλεκτρονική καταγραφή της διαιτητικής πρόσληψης προσπαθούν να βελτιώσουν τις διαιτητικές μεθόδους αξιολόγησης [196].

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της μελέτης από τα ημερολόγια καταγραφής είναι πως η προσκόλληση του υπό εξέταση πληθυσμού στις συστάσεις του ΠΟΥ σχετικά με την πρόσληψη νατρίου (< 2000 mg/ημέρα) ήταν 58%. Ωστόσο, το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 36% όταν η πρόσληψη νατρίου υπολογίστηκε ίση με $3,048.02 \pm 1,411.24$ mg/ημέρα πολλαπλασιάζοντας την εικοσιτετράωρη απέκκριση νατρίου με το συντελεστή 1.05 σύμφωνα με τη μελέτη των Vasara και συν. [178]. Το ποσοστό αυτό είναι και πάλι υψηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό στη Βόρεια Ελλάδα [178], και τις Η.Π.Α. [197]. Επιπλέον, μόνο το 7.4% των συμμετεχόντων της μελέτης κατόρθωσε να φτάσει τις συστάσεις του ΠΟΥ για την πρόσληψη καλίου. Διάφορες προσεγγίσεις έχουν προταθεί για τη μείωση της πρόσληψης νατρίου από τα τρόφιμα με ταυτόχρονη αύξηση της πρόσληψης καλίου, συμπεριλαμβανομένης της αντικατάστασης του χλωριούχου νατρίου με χλωριούχο κάλιο στο ψωμί, τα επεξεργασμένα φρούτα και λαχανικά, τα σνακ και τα επεξεργασμένα κρέατα [198]. Οι στρατηγικές για τη μείωση του αλατιού και την ενσωμάτωση του καλίου στη διατροφή θα πρέπει να συνεχιστούν. Στην Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Φινλανδία, την Πορτογαλία, την Ελλάδα, τις Η.Π.Α. και τον Καναδά εφαρμόζονται στρατηγικές προκειμένου να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για τη μείωση του αλατιού. Προτείνεται η επισήμανση της συγκέντρωσης νατρίου στη συσκευασία των προϊόντων, ώστε οι

καταναλωτές να διακρίνουν και να επιλέγουν προϊόντα χαμηλά σε νάτριο. Επιπλέον, οι βιομηχανίες τροφίμων σε συνεργασία με τους λιανοπωλητές μπορούν να ανασυνθέτουν τα προϊόντα τους ώστε να περιέχουν λιγότερο αλάτι. Επίσης, διοργανώνονται καμπάνιες προκειμένου οι καταναλωτές να προτιμούν τα νωπά προϊόντα έναντι των επεξεργασμένων, τα γεύματα που ετοιμάζονται στο σπίτι έναντι των εστιατορίων και τα καρυκεύματα έναντι του αλατιού [159,199,200].

Στην παρούσα μελέτη, οι πηγές τροφίμων που συνέβαλλαν κυρίως στην αυξημένη πρόσληψη νατρίου ήταν τα γαλακτοκομικά προϊόντα (24%), τα ψωμιά (22%) και τα αλμυρά σνακ (17%). Εκτιμάται ότι το 75% της πρόσληψης νατρίου προέρχεται από τα επεξεργασμένα τρόφιμα ή τα φαγητά εστιατορίου, το 10-12% περιέχεται φυσικά στα τρόφιμα και το υπόλοιπο 10-15% προέρχεται από τη διακριτική ευχέρεια χρήσης του αλατιού στο τραπέζι ή κατά το μαγείρεμα [166,167]. Στο Ηνωμένο Βασίλειο τα δημητριακά πρωινού και τα προϊόντα δημητριακών (συμπεριλαμβάνονται το ψωμί, τα μπισκότα και τα κράκερ) συνεισφέρουν κατά περίπου 38% στη συνολική πρόσληψη νατρίου, ενώ το κρέας και τα προϊόντα κρέατος περίπου 21% και τρόφιμα όπως οι σούπες, οι πίκλες και οι σάλτσες επιπλέον 13% [169]. Στις Η.Π.Α. τα ψωμιά, τα αλλαντικά, η πίτσα, τα πουλερικά, οι σούπες και τα σάντουιτς συνεισφέρουν περίπου το 30% της ημερήσιας κατανάλωσης νατρίου (3266 mg/ημέρα) [168]. Σε έναν πληθυσμό 655 Κινέζων γυναικών οι ομάδες τροφίμων που είχαν κυρίαρχη συνεισφορά στην πρόσληψη αλατιού ήταν οι σούπες (22%), το ρύζι και τα νούντλς (14%), το ψωμί και η πίτσα (12%), τα παστά τρόφιμα (11%), το dim sum και τα θαλασσινά (10% έκαστο) [201]. Σε γενικές γραμμές, στις Ασιατικές χώρες το μεγαλύτερο ποσοστό της πρόσληψης αλατιού προέρχεται από το αλάτι που προστίθεται κατά το μαγείρεμα και από τις σάλτσες και τα καρυκεύματα [169]. Φαίνεται ότι υπάρχει μια αξιοσημείωτη διακύμανση μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμών και μπορεί να αποδοθεί σε διαφορετικές διατροφικές και πολιτιστικές συνήθειες.

Η πρόσληψη νατρίου και καλίου συσχετίστηκαν θετικά με τη συνολική πρόσληψη ενέργειας. Το εύρημα αυτό αποκαλύπτει τα διατροφικά πρότυπα που σχετίζονται με την πρόσληψη νατρίου και είναι σε συμφωνία με προηγούμενες παρατηρήσεις [95]. Η διαιτητική πρόσληψη νατρίου συσχετίστηκε με την απέκκριση νατρίου στην απογευματινή συλλογή ούρων.

Αξιοσημείωτες διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των ανδρών και των γυναικών της μελέτης. Μια υψηλότερη πρόσληψη νατρίου και καλίου στους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες. Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε πληθυσμούς της Αμερικής [202] και της Κορέας [203]. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συνεισφορά των γευμάτων με βάση το κρέας στους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες. Επίσης, οι άνδρες κατανάλωναν μεγαλύτερες ποσότητες από αλμυρά σνακ και γεύματα με βάση τα ζυμαρικά συγκριτικά με τις γυναίκες, οδηγώντας σε μια μεγαλύτερη συνεισφορά αυτών των ομάδων τροφίμων στην πρόσληψη νατρίου. Παρόμοιες παρατηρήσεις έχουν καταγραφεί στην Ιταλία, όπου η κατανάλωση κρέατος ήταν υψηλότερη στους άνδρες (917g ανά εβδομάδα) συγκριτικά με τις γυναίκες (679g ανά εβδομάδα) [204]. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην πυκνότητα πρόσληψης νατρίου μεταξύ ανδρών και γυναικών (1,186 και 1,273 mg/1,000 kcal, αντίστοιχα, $p > 0.005$). Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες [165,204] όπου δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων.

Παρατηρήσαμε ασθενείς έως μέτριες συσχετίσεις μεταξύ της πρόσληψης νατρίου και καλίου και της απέκκρισης νατρίου και καλίου στα ούρα εικοσιτετράωρου, αλλά όχι σε όλες τις συλλογές ούρων ορισμένου χρόνου. Αυτό το εύρημα δεν συμφωνεί απολύτως με άλλους ερευνητές [205] που προτείνουν

ότι δείγματα ούρων που συλλέγονται μεταγευματικά (2-4 ώρες μετά την κατανάλωση) αντανακλούν τις διατροφικές συνήθειες. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως ο σχεδιασμός της παρούσας μελέτης όπου τα δείγματα ούρων συλλέγονταν ξεχωριστά σε χρονικά διαστήματα ορισμένου χρόνου (6 ωρών), η εσφαλμένη μέτρηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου από τα ημερολόγια καταγραφής, η μη εκτίμηση του επιτραπέζιου αλατιού, ή οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των θρεπτικών συστατικών που επηρεάζουν τη φυσιολογική απέκκριση. Περισσότερες μελέτες με πιο αυστηρά πρωτόκολλα και μικρότερης διάρκειας, που θα υπερπηδούν τις δυσκολίες υποεκτίμησης της πρόσληψης και ακριβής συλλογή ούρων, θα μπορούσαν να διερευνήσουν τη σχέση μεταξύ της πρόσληψης και απέκκρισης νατρίου και καλίου σε υγιείς ενήλικες.

Η παρούσα μελέτη έχει κάποιους περιορισμούς που πρέπει να αναφερθούν. Η συλλογή ούρων εικοσιτετράωρου και το ημερολόγιο καταγραφής για επτά συνεχόμενες ημέρες έχει υψηλό αντίκτυπο για τους συμμετέχοντες; αυτό μπορεί να επηρεάσει τις διατροφικές συμπεριφορές τους κατά τη διάρκεια της μελέτης [153]. Η εκτίμηση της πρόσληψης νατρίου, χρησιμοποιώντας τα ημερολόγια καταγραφής, περιελάμβανε μόνο την πρόσληψη νατρίου από τα νωπά, κατεψυγμένα, επεξεργασμένα τρόφιμα και γεύματα όπως υπολογίστηκε από τους Πίνακες Σύστασης Τροφίμων. Η εκτίμηση της πρόσληψης νατρίου δεν περιελάμβανε το επιτραπέζιο αλάτι. Πρέπει επίσης, να επισημανθεί, λόγω της μεθοδολογίας προσέλευσης των συμμετεχόντων, το δείγμα της μελέτης δεν είναι αντιπροσωπευτικό του ελληνικού πληθυσμού. Συνεπώς τα αποτελέσματα πρέπει να ερμηνεύονται με μεγάλη προσοχή. Η παρούσα μελέτη δεν είναι αντιπροσωπευτική του πληθυσμού; ωστόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων επισημαίνουν τη διαθεσιμότητα διαφορετικών βιοδεικτών για επαρκή πληροφόρηση αναφορικά με την πρόσληψη νατρίου.

Συμπερασματικά, τα δεδομένα για την πρόσληψη νατρίου από τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής δείχνουν ότι η πρόσληψη νατρίου είναι υψηλότερη από τις συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για το 40% του πληθυσμού της παρούσας μελέτης. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτό το ποσοστό υπολογίστηκε χωρίς την συνεισφορά του επιτραπέζιου αλατιού. Η υψηλή πρόσληψη νατρίου επιβεβαιώνεται επίσης από τα δεδομένα απέκκρισης νατρίου σε ούρα εικοσιτετράωρου για επτά συνεχόμενες ημέρες, με μέση τιμή 2803.3 ± 1249.0 mg/ημέρα. Επίσης, η πρόσληψη καλίου ακόμη παραμένει χαμηλότερη από τις συστάσεις. Οι κύριες πηγές πρόσληψης νατρίου στην παρούσα μελέτη ήταν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ψωμιά και τα αλμυρά σνακ. Περαιτέρω έρευνα σε αντιπροσωπευτικό δείγμα του υγιούς ελληνικού πληθυσμού θα πρέπει να διεξαχθεί ώστε να κατανοηθεί το διαιτητικό πρότυπο της πρόσληψης νατρίου και καλίου. Στρατηγικές θα πρέπει να ενθαρρύνουν τον Ελληνικό πληθυσμό να περιορίσει την πρόσληψη νατρίου και να αυξήσει την πρόσληψη καλίου, στο πλαίσιο υιοθέτησης ενός πιο υγιεινού τρόπου ζωής.

Κεφάλαιο 5. Η συνεισφορά των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού και ενέργειας

5.1. Εισαγωγή

Τα επιστημονικά στοιχεία συνδέουν την ενυδάτωση με τη διατήρηση της φυσιολογικής σωματικής και πνευματικής λειτουργίας [94]. Η εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης στο γενικό πληθυσμό είναι πολύ σημαντική ώστε να προταθούν συστάσεις και συμβουλές επαρκούς πρόσληψης νερού.

Η ισορροπία στο ισοζύγιο νερού επιφέρει την ορθή ενυδάτωση. Η πρόσληψη νερού προέρχεται από μια ποικιλία πηγών; το πόσιμο νερό, τα ροφήματα, τα υγρά και τα στερεά τρόφιμα. Στις περισσότερες μελέτες, το πόσιμο νερό και τα ροφήματα συνεισφέρουν περίπου 80%, και τα στερεά και υγρά τρόφιμα περίπου 20% στην πρόσληψη νερού [3,84,143]. Οι απώλειες νερού αποτελούνται κυρίως από τις απώλειες μέσω της απέκκρισης του νερού στα ούρα, στην αναπνευστική οδό, τα κόπρανα και τον ιδρώτα [3].

Οι μελέτες με ερευνητικό αντικείμενο την πρόσληψη νερού στο γενικό πληθυσμό είναι είτε νέες είτε πραγματοποιούν αναδρομικές αναλύσεις υφιστάμενων μελετών [63,71-73,84]. Σκοπός των μελετών αυτών είναι η ύπαρξη επιστημονικών δεδομένων για την πρόσληψη νερού σε παγκόσμιο επίπεδο. Για παράδειγμα, η συνολική πρόσληψη νερού είναι 2270 g/ημέρα στο Ηνωμένο Βασίλειο [63], 2588 mL/ημέρα για τους άνδρες και 2120 mL/ημέρα για τις γυναίκες στη Γερμανία [72], 1307 mL/ημέρα σε ενήλικες ηλικίας 20-54 ετών και 1198 mL/ημέρα σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας στη Γαλλία [72,76], 3563 mL/ημέρα στις Η.Π.Α. [69], 2.31 L/ημέρα στην Ιρλανδία [73], 1982 mL/ημέρα σε έφηβους και 2164 mL/ημέρα σε ενήλικες στην Ινδονησία [84], 2892 mL/ημέρα το χειμώνα και 3875 mL/ημέρα το καλοκαίρι στην Ελλάδα [71], 1729 mL/ημέρα σε αγόρια και 1550 mL/ημέρα σε κορίτσια ηλικίας 9-13 ετών στην Ελλάδα [206]. Οι διαφορές αυτές είναι αναμενόμενες σε κάποιο βαθμό, διότι η πρόσληψη νερού αντανακλά τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας [106], τα οποία ποικίλουν μεταξύ των χωρών και των πληθυσμιακών ομάδων. Επιπλέον, η πρόσληψη νερού επηρεάζεται από τις διατροφικές συνήθειες, τη διαθεσιμότητα ποικιλίας ροφημάτων και την υιοθέτηση πολιτικών φιλικών ως προς την κατανάλωση ροφημάτων σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους (σχολεία, χώρους εργασίας, νοσοκομεία κ.α.). Στο πλαίσιο αυτό η καταγραφή της συνεισφοράς των διαφορετικών κατηγοριών ροφημάτων στην πρόσληψη νερού είναι ιδιαίτερα σημαντική. Σε πολλές χώρες το πόσιμο νερό είναι το πιο δημοφιλές ρόφημα [69,76] ενώ σε άλλες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο είναι τα ζεστά ροφήματα [63].

Πέραν των διαφορών στην πρόσληψη νερού μεταξύ των χωρών, τα μεθοδολογικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού διαφέρουν. Ορισμένες μελέτες χρησιμοποιούν επταήμερα ημερολόγια ή ανακλήσεις εικοσιτετραώρου ή ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων [59]. Επιπλέον, τα ερευνητικά εργαλεία στις περισσότερες μελέτες δεν είναι ειδικά σχεδιασμένα για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού. Ως εκ τούτου, είναι πιθανό να μην αντικατοπτρίζουν την πραγματική κατανάλωση νερού και άλλων ροφημάτων [207].

Τα δεδομένα για τον ελληνικό πληθυσμό είναι περιορισμένα [71,143,208]. Οι μελέτες κοορτής που διεξήχθησαν στην Ελλάδα δεν είχαν ως ερευνητικό αντικείμενο την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού [209-211]. Η ερευνητική μας ομάδα έχει πραγματοποιήσει δύο μελέτες με στόχο την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού σε δείγμα του ελληνικού πληθυσμού. Στις μελέτες αυτές αναλύσαμε τη συνολική πρόσληψη νερού, χωρίς ειδική αναφορά στην ποικιλία

των ροφημάτων. Η πληροφορία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς η μεγαλύτερη ποικιλία ροφημάτων συνδέεται με υψηλότερη πρόσληψη νερού [63]. Επιπλέον, οι μελέτες αυτές χρησιμοποίησαν διαφορετικές μεθοδολογίες; η μελέτη των Malisona και συν. [143] χρησιμοποίησε ένα επταήμερο ημερολόγιο καταγραφής, και η μελέτη των Malisona και συν. [71] χρησιμοποίησε το WBQ [67], ένα ημι-ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να παρακολουθήσουμε προσεκτικά και να σχολιάσουμε τα διαφορετικά εργαλεία αξιολόγησης της πρόσληψης νερού.

Οι στόχοι της παρούσας μελέτης είναι η ανάλυση εκ νέου υφιστάμενων δεδομένων προκειμένου: α) να εκτιμηθεί η πρόσληψη νερού και το είδος των ροφημάτων που καταναλώνονται σε ένα δείγμα του Ελληνικού πληθυσμού χρησιμοποιώντας ένα επταήμερο ημερολόγιο καταγραφής και ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και β) να πραγματοποιηθεί σύγκριση στην καταγεγραμμένη πρόσληψη νερού από τις δύο αυτές προσεγγίσεις, δηλαδή το επταήμερο ημερολόγιο καταγραφής και το ημι-ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και ποτών.

5.2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα μελέτη αναλύσαμε τα δεδομένα από δύο υφιστάμενες βάσεις δεδομένων; δεδομένα από επταήμερα ημερολόγια καταγραφής (μελέτη I), και δεδομένα από ημι-ποσοτικοποιημένα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (μελέτης II). Το δείγμα της παρούσας μελέτης αποτελείται από διαφορετικούς πληθυσμούς. Χίλια διακόσια εβδομήντα άτομα από την περιοχή της Αθήνας (Ελλάδα) συμπεριλήφθηκαν στις παρακάτω αναλύσεις.

Στη μελέτη I [143] χρησιμοποιήσαμε επταήμερα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών ώστε να αξιολογήσουμε με λεπτομέρεια την πρόσληψη ροφημάτων. Τα κριτήρια αποκλεισμού, οι μέθοδοι προσέλευσης των συμμετεχόντων και ο πειραματικός σχεδιασμός αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2.2. Συγκεκριμένα, οι 183 υγιείς ενήλικες ηλικίας 18-65 ετών (ηλικία: 38 ± 12 έτη; 87 γυναίκες) κατέγραφαν το είδος και την ποσότητα των τροφίμων και /ή ροφημάτων που καταλάωναν, την ώρα της κατανάλωσης την ίδια στιγμή ώστε να αποφευχθούν περιστατικά υποκαταγραφών. Οι συμμετέχοντες επίσης συμπλήρωναν στοιχεία αναφορικά με το καθεστώς απασχόλησης, το επίπεδο εκπαίδευσης, το κάπνισμα, και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας από τη σύντομη έκδοση του ερωτηματολογίου International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [117]. Το ύψος των συμμετεχόντων μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca 711 Mechanical Sliding Weight Beam Scale) και το σωματικό βάρος τους με ηλεκτρονική ψηφιακή ζυγαριά-λιπομετρητή (TANITA, Body Composition Analyser, TBF 300) φορώντας ελαφριά ρούχα, χωρίς παπούτσια. Η πρόσληψη νερού από τα στερεά και υγρά τρόφιμα και ροφήματα, όπως καταγράφηκε από τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής τροφίμων και ποτών, υπολογίστηκε με το Διατροφικό πρόγραμμα Diet Analysis plus version 6.1 software (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co Inc, Salem, OR, USA).

Στη μελέτη II [71] χρησιμοποιήσαμε το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (WBQ) [67], ένα αυτοσυμπληρούμενο ημι-ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης ειδικά σχεδιασμένο να εκτιμά την πρόσληψη νερού από όλες τις πηγές. Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν ασθένειες που σχετίζονται με το ισοζύγιο νερού, όπως η λοίμωξη του ουροποιητικού συστήματος, η νεφρική νόσος, και ο διαβήτης. Οι συμμετέχοντες ενημερώνονταν για το σκοπό της μελέτης και υπέγραψαν το έντυπο συγκατάθεσης. Συγκεκριμένα, σε 1092 υγιείς ενήλικες ηλικίας 18-75 ετών (ηλικία: 43 ± 18 έτη; 522 άνδρες) η πρόσληψη νερού

εκτιμήθηκε από την κατανάλωση πενήντα οκτώ ομαδοποιημένων τροφίμων καθώς και από τις συνήθειες για το πόσιμο νερό και τα διάφορα ροφήματα μέσα από ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με τα ποτήρια ή μπουκάλια ή φλιτζάνια που καταναλώνονταν ημερησίως. Οι συμμετέχοντες επίσης συμπλήρωσαν στοιχεία αναφορικά με το καθεστώς απασχόλησης, το επίπεδο εκπαίδευσης, και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας από τη σύντομη έκδοση του ερωτηματολογίου International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [117]. Το ύψος των συμμετεχόντων μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca 711 Mechanical Sliding Weight Beam Scale) και το σωματικό βάρος τους με ηλεκτρονική ψηφιακή ζυγαριά-λιπομετρητή (TANITA, Body Composition Analyser, TBF 300) φορώντας ελαφριά ρούχα, χωρίς παπούτσια. Η πρόσληψη νερού από τα στερεά και υγρά τρόφιμα, όπως καταγράφηκε από το WBQ, υπολογίστηκε από τα δεδομένα της Εθνικής Βάσης Δεδομένων Θρεπτικών Συστατικών (National Nutrient Database) του USDA, πολλαπλασιάζοντας την περιεκτικότητα του νερού που δίνεται από το USDA οποιουδήποτε τροφίμου ή ποτού (σε g ή ml) με το μέγεθος της μερίδας (σε g ή ml) και τη συχνότητα κατανάλωσης της μερίδας τον τελευταίο μήνα.

5.2.1. Υπολογισμοί /Αναλύσεις Δεδομένων

α) Οι συμμετέχοντες με μη φυσιολογικές τιμές ενεργειακής πρόσληψης [212] αποκλείστηκαν από τις αναλύσεις; ενεργειακή πρόσληψη χαμηλότερη των 500 kcal για τις γυναίκες και 800 kcal για τους άνδρες, και ενεργειακή πρόσληψη υψηλότερη των 3500 kcal για τις γυναίκες και 4000 kcal για τους άνδρες. Συνολικά πέντε άτομα από τους συμμετέχοντες αποκλείστηκαν από τις αναλύσεις.

β) Η κατανάλωση ροφημάτων ταξινομήθηκε στις ακόλουθες οκτώ κατηγορίες: (1) ζεστά ροφήματα (καφές, τσάι, αφεψήματα), (2) γάλα (όλα τα είδη γάλακτος, σοκολατούχο γάλα, γάλα με κακάο), (3) χυμοί φρούτων και λαχανικών (νέκταρ, 100% φυσικοί χυμοί, με ή χωρίς προσθήκη ζάχαρης, μίγματα χυμών), (4) αναψυκτικά με ζάχαρη, (5) αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες, (6) αλκοολούχα ποτά (μπύρα, κρασί, όλα τα οινοπνευματώδη ποτά), (7) νερό (εμφιαλωμένο, βρύσης), και (8) άλλα ροφήματα (μη αλκοολούχα μπύρα, γρανίτα). Η συνολική πρόσληψη νερού υπολογίστηκε από την περιεχόμενη υγρασία των καταναλισκόμενων τροφίμων και ποτών. Η συνολική πρόσληψη ροφημάτων είναι το άθροισμα της πρόσληψης των οκτώ παραπάνω κατηγοριών.

γ) Η ποικιλία των ροφημάτων υπολογίστηκε ως το άθροισμα των ροφημάτων που καταναλώθηκαν από τις οκτώ διαφορετικές κατηγορίες λαμβάνοντας ως ελάχιστη τιμή το "0" και μέγιστη τιμή το "8".

δ) Η κατανάλωση ροφημάτων συγκεντρώθηκε σε έξι περιόδους ορισμένου χρόνου, ώστε να διερευνήσουμε τις καθημερινές τάσεις. Συγκεκριμένα, ήταν το πρωινό (έως τις 10:00), το δεκατιανό (10:00 – 13:00), το μεσημεριανό (13:00 – 16:00), το απογευματινό (16:00 – 19:00), το βραδινό (19:00 – 22:00), και άλλες στιγμές.

ε) Η ημερήσια πρόσληψη νερού για τους άνδρες και τις γυναίκες συγκρίθηκε με τις τιμές αναφοράς επαρκούς πρόσληψης νερού για άνδρες και γυναίκες (2.5L και 2.0L, αντίστοιχα) της Ευρωπαϊκής Αρχής Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA) [3]. Οι Σκανδιναβικές και γερμανόφωνες χώρες θεωρούν ανεπαρκή την πρόσληψη νερού όταν αυτή είναι μικρότερη του 1g ανά χιλιοθερμίδα της απαιτούμενης ενέργειας [3]. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήσαμε τρεις προσεγγίσεις για τον ορισμό της επαρκούς πρόσληψης νερού ώστε να εκτιμήσουμε το ποσοστό των ατόμων που έχουν χαμηλή πρόσληψη νερού. Η ταξινόμηση που βασίζεται στις τιμές επαρκούς πρόσληψης, όπως αυτές ορίζονται από την EFSA, αποτελούν το Κριτήριο 1. Το Κριτήριο 2 ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής πρόσληψης νερού προς τη συνολική πρόσληψη ενέργειας είναι μεγαλύτερος της μονάδας. Ο

συνδυασμός των παραπάνω κριτηρίων (Κριτήριο 1 και Κριτήριο 2) ορίζεται ως το τελικό κριτήριο (Κριτήριο 3).

5.3. Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα) για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή. Η κανονικότητα ελέγχθηκε γραφικά με ιστογράμματα και με το παραμετρικό Shapiro-Wilk test. Όλες οι μεταβλητές βρέθηκε να ακολουθούν κανονική κατανομή. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ελέγχθηκαν με τους συντελεστές συσχέτισης Pearson για τις μεταβλητές κανονικής κατανομής. Οι μερικές συσχετίσεις μεταξύ της πρόσληψης νερού, της πρόσληψης ενέργειας και της κατανάλωσης ροφημάτων προσαρμόστηκαν ως προς την ηλικία, το φύλο, το σωματικό βάρος, και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Οι διαφορές μεταξύ των φύλων και των ηλικιακών ομάδων αξιολογήθηκαν με το independent sample t-test μετά από έλεγχο της κανονικότητας των μεταβλητών. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το 5%. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος PASW Statistics 18 (SPSS Inc, Chicago, IL).

5.4. Αποτελέσματα

5.4.1. Μελέτη Ι. Δεδομένα από επταήμερα ημερολόγια καταγραφής

Εκατόν εβδομήντα οκτώ άτομα ηλικίας 18-65 ετών (ηλικία 37 ± 18 έτη; 91 άνδρες) συμμετείχαν στις αναλύσεις. Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων με φυσιολογικές τιμές ενεργειακής πρόσληψης παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής (n=178).

| | | Σύνολο | % | Άνδρες | % | Γυναίκες | % | |
|---|----------------------------|--------|-----------------|--------|-----------------|----------|-----------------|------|
| | | Σύνολο | 178 | 100 | 91 | 51.1 | 87 | 48.9 |
| Ηλικιακή Ομάδα | 18-39 | Πλήθος | 103 | 57.9 | 56 | 61.5 | 47 | 54 |
| | 40-64 | Πλήθος | 75 | 42.1 | 35 | 38.5 | 40 | 46 |
| | | Πλήθος | 139 | 13.1 | 61 | 12 | 78 | 14.1 |
| Ανεργία | | Πλήθος | 139 | 13.1 | 61 | 12 | 78 | 14.1 |
| Επίπεδα Φυσικής Δραστηριότητας | Αδρανής | Πλήθος | 109 | 61.2 | 58 | 63.4 | 51 | 59.0 |
| | Ενεργός | Πλήθος | 69 | 38.8 | 33 | 36.6 | 36 | 41.0 |
| Επίπεδο εκπαίδευσης | Πρωτοβάθμια | Πλήθος | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2.7 |
| | Δευτεροβάθμια | Πλήθος | 2 | 2 | 1 | 1.6 | 1 | 2.7 |
| | Τριτοβάθμια ή Πανεπιστήμιο | Πλήθος | 95 | 96.9 | 60 | 98.4 | 35 | 94.6 |
| Κάπνισμα | Ναι | Πλήθος | 41 | 23 | 20 | 22 | 21 | 24.1 |
| | Όχι | Πλήθος | 137 | 77 | 71 | 78 | 66 | 75.9 |
| Βάρος (kg) | | | 75.53 (3.38) | | 82.89 (6.62) | | 68.44 (1.57) | |
| Υψος (cm) | | | 1.70 (0.01) | | 1.73 (0.01) | | 1.67 (0.01) | |
| Κατηγορία Δείκτη Μάζας Σώματος (kg/m ²) | Φυσιολογικό βάρος | Πλήθος | 104 | 58.4 | 50 | 55.4 | 53 | 61.3 |
| | Υπέρβαροι | Πλήθος | 48 | 26.8 | 26 | 28.4 | 22 | 25.3 |
| | Παχύσαρκοι | Πλήθος | 26 | 14.8 | 15 | 16.2 | 12 | 13.3 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Η συνεισφορά των τροφίμων και των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού (mL/ημέρα) και ενέργειας (kcal/ημέρα) παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2. για τους άνδρες, τις γυναίκες και το σύνολο του δείγματος. Η συνολική πρόσληψη νερού ήταν 2349 g/ημέρα (ΤΣ 59), ενώ για τους άνδρες ήταν 2517 g/ημέρα (ΤΣ 91) και

για τις γυναίκες 2174 g/ημέρα (ΤΣ 71). Τα ροφήματα ήταν οι κύριοι συνεισφορείς στη συνολική πρόσληψη νερού (79% για τους άνδρες και 76% για τις γυναίκες). Η συνεισφορά των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού ήταν παρόμοια για τους άνδρες και τις γυναίκες (Πίνακας 5.2.). Η μέση ενεργειακή πρόσληψη ήταν 1780 kcal/ημέρα (ΤΣ 36), ενώ η συνεισφορά των τροφίμων στη συνολική πρόσληψη ενέργειας ήταν περίπου 78% της συνολικής πρόσληψης ενέργειας για το σύνολο του δείγματος.

Πίνακας 5.2. Συνεισφορά των τροφίμων και των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού και ενέργειας των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν τα επτάμερα ημερολόγια καταγραφής (n=178).

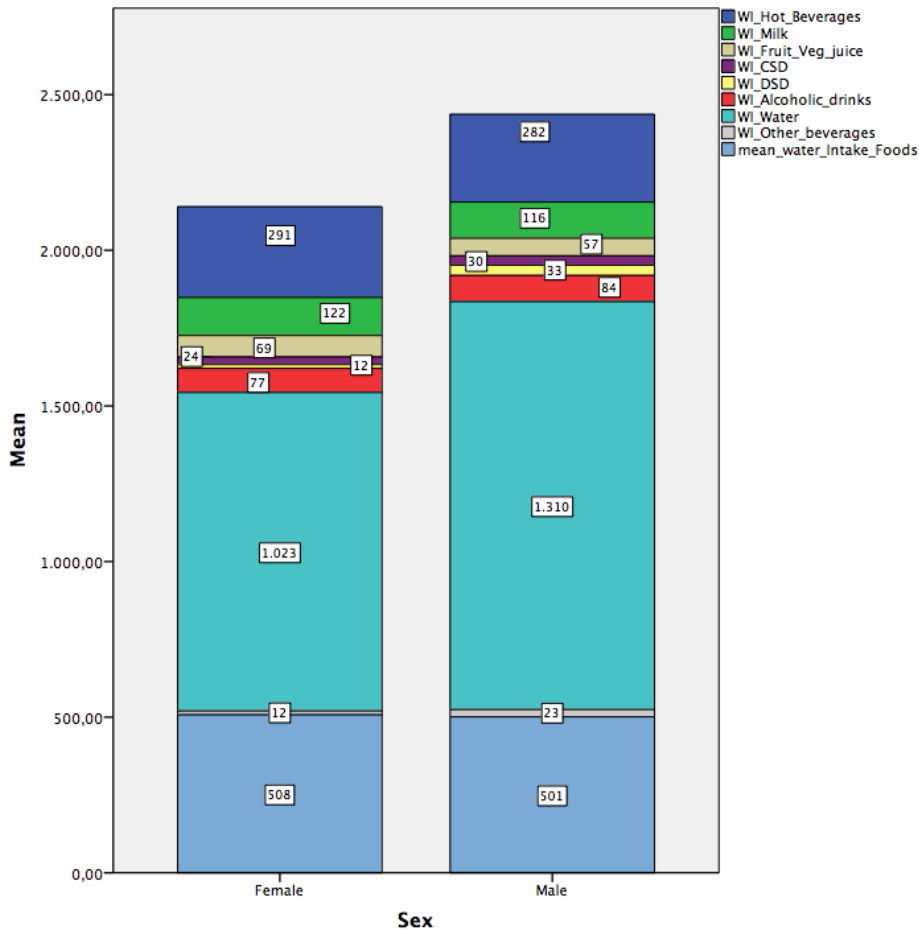
| | Συνεισφορά στην πρόσληψη νερού (g/ημέρα) | | | | Συνεισφορά στην πρόσληψη ενέργειας (kcal/ημέρα) | | | |
|-------------------------------|--|--------------|--------------|-------|---|--------------|--------------|-------|
| | Σύνολο | Άνδρες | Γυναίκες | P | Σύνολο | Άνδρες | Γυναίκες | P |
| | 178 | 91 | 87 | | 178 | 91 | 87 | |
| Τρόφιμα και ροφήματα | 2349 (59) | 2517 (91) | 2174 (71) | 0.003 | 1780 (36) | 1890 (51) | 1667 (46) | 0.002 |
| Τρόφιμα | 504 (17) | 501 (21) | 508 (27) | 0.848 | 1551 (31) | 1594 (47) | 1425 (37) | 0.005 |
| Ροφήματα | 1826 (57) | 1990 (90) | 1653 (63) | 0.003 | 206 (9) | 216 (12) | 194 (12) | 0.199 |
| Ζεστά ροφήματα | 286 (17) | 282 (22) | 291 (26) | 0.779 | 127 (8) | 125 (10) | 129 (12) | 0.779 |
| Γάλα | 119 (8) | 116 (12) | 122 (12) | 0.721 | 117 (8) | 114 (12) | 120 (11) | 0.721 |
| Χυμοί φρούτων και λαχανικών | 63 (6) | 57 (8) | 69 (8) | 0.272 | 36 (3) | 32 (5) | 39 (4) | 0.272 |
| Αναψυκτικά με ζάχαρη | 27 (4) | 30 (5) | 24 (6) | 0.486 | 12 (2) | 13 (2) | 11 (3) | 0.486 |
| Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες | 23 (6) | 33 (10) | 12 (5) | 0.075 | 1 (0) | 1 (0) | 0 (0) | 0.075 |
| Αλκοολούχα ποτά | 81 (9) | 84 (12) | 77 (12) | 0.696 | 142 (15) | 147 (21) | 136 (22) | 0.696 |
| Νερό | 1170 (54) | 1310 (86) | 1023 (61) | 0.007 | - - | - - | - - | - |
| Άλλα ροφήματα | 18 (3) | 23 (6) | 12 (2) | 0.096 | 5 (1) | 6 (2) | 3 (1) | 0.096 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των φύλων

Στους άνδρες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.2. καταγράφηκε υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού και πρόσληψη νερού από ροφήματα ($p = 0.003$, και στις δύο περιπτώσεις). Επιπλέον, η συνεισφορά των ροφημάτων ήταν μεγαλύτερη στους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες (1990 mL έναντι 1653 mL, $p = 0.003$). Το

εύρημα αυτό δείχνει μια υψηλότερη πρόσληψη πόσιμου νερού (νερό βρύσης, εμφιαλωμένο νερό) από τους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες ($p = 0.007$). Στην Εικόνα 5.1. απεικονίζεται η συνεισφορά των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων καθώς και των τροφίμων στη συνολική πρόσληψη νερού. Το ρόφημα που καταναλώθηκε στις μεγαλύτερες ποσότητες ήταν το νερό, και ακολουθούσαν τα ζεστά ροφήματα, το γάλα και τα αλκοολούχα ποτά για τους άνδρες και τις γυναίκες.



Εικόνα 5.1. Ημερήσια πρόσληψη νερού (g/ημέρα) από τις οκτώ κατηγορίες ροφημάτων και από τα τρόφιμα για τους άνδρες και τις γυναίκες

Στον Πίνακα 5.3. παρουσιάζεται η συνολική πρόσληψη νερού, ενέργειας και η πρόσληψη των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων τις πρώτες τρεις μέρες της μελέτης, καθώς και στις επτά ημέρες της μελέτης. Η συνολική πρόσληψη νερού ($p = 0.005$), η πρόσληψη νερού από ροφήματα ($p = 0.027$) και η συνολική πρόσληψη ενέργειας ($p = 0.017$) μειώθηκαν στην εκτεταμένη περίοδο της μελέτης. Σημαντική αύξηση στην επταήμερη συλλογή των δεδομένων παρατηρήθηκε στην κατανάλωση των αλκοολούχων ποτών ($p = 0.036$) καθώς και στην ποικιλία των καταναλισκόμενων ροφημάτων ($p = 0.001$).

Πίνακας 5.3. Συνολική πρόσληψη νερού, ενέργειας και κατηγοριών ροφημάτων τις πρώτες τρεις και επτά ημέρες της μελέτης των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής (n = 178).

| Μεταβλητή | 3 ημέρες | 7 ημέρες | P |
|--|-----------|-----------|--------------|
| Συνολική πρόσληψη νερού (mL/day) | 2412 (63) | 2351 (59) | 0.005 |
| Πρόσληψη νερού από ροφήματα (mL/day) | 1869 (60) | 1826 (57) | 0.027 |
| Πρόσληψη νερού από τρόφιμα (mL/day) | 535 (19) | 505 (17) | 0.009 |
| Συνολική πρόσληψη ενέργειας (kcal/day) | 1818 (38) | 1775 (35) | 0.017 |
| Πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα (kcal/day) | 201 (9) | 207 (9) | NS |
| Πρόσληψη ενέργειας από τρόφιμα (kcal/day) | 1573 (36) | 1512 (31) | 0.011 |
| Ζεστά ροφήματα (mL/day) | 302 (19) | 290 (17) | NS |
| Γάλα (mL/day) | 138 (11) | 143 (10) | NS |
| Χυμοί φρούτων και λαχανικών (mL/day) | 79 (8) | 72 (8) | NS |
| Αναψυκτικά με ζάχαρη (mL/day) | 29 (6) | 31 (4) | NS |
| Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες (mL/day) | 28 (8) | 26 (7) | NS |
| Αλκοολούχα ποτά (mL/day) | 85 (10) | 100 (11) | 0.036 |
| Νερό (mL/day) | 1233 (55) | 1176 (54) | 0.004 |
| Άλλα ροφήματα (mL/day) | 16 (3) | 20 (4) | 0.159 |
| Ποικιλία ροφημάτων | 4 | 5 | 0.001 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των τριών και επτά ημερών

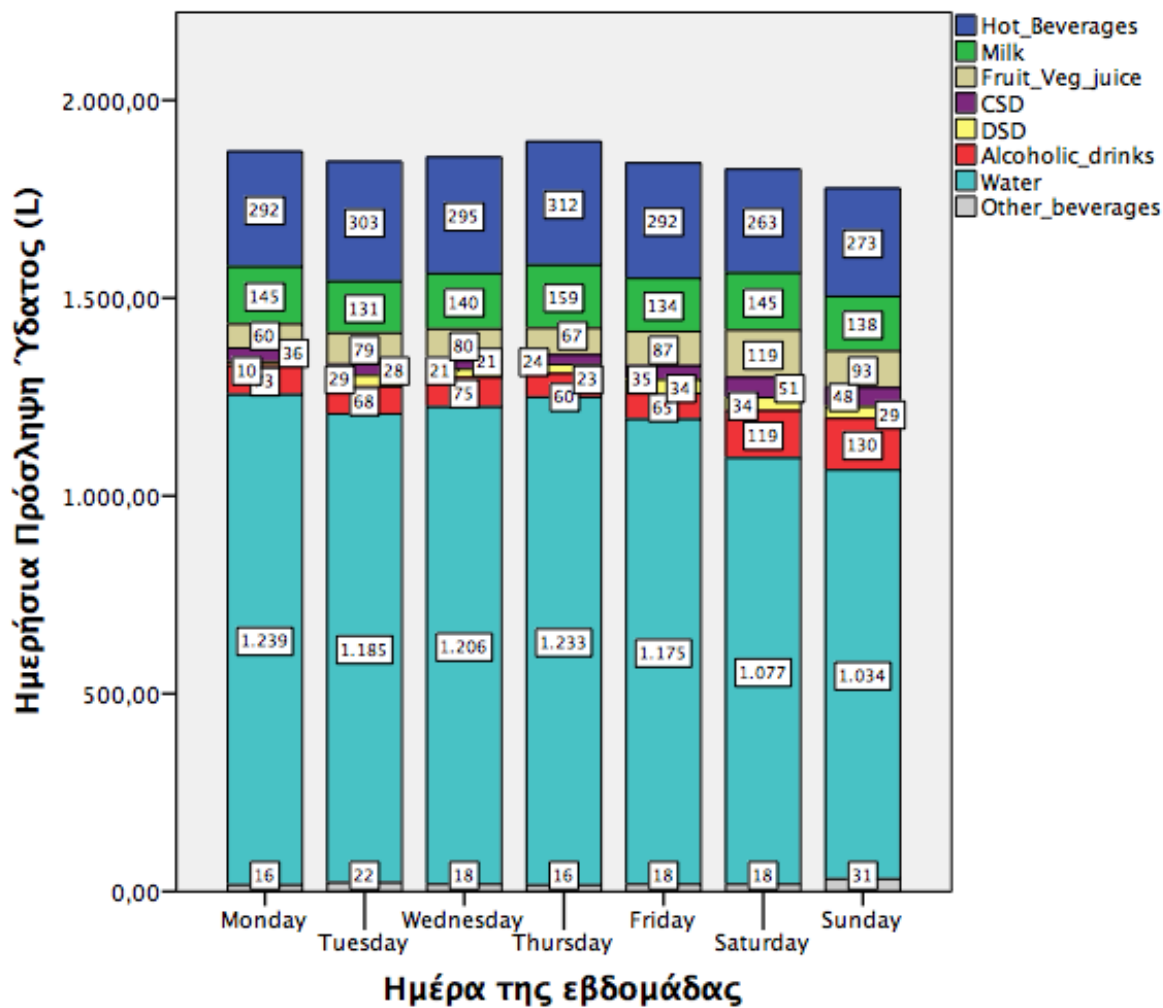
Η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίστηκε ισχυρά με τη μερίδα των ροφημάτων και την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($r = 0.95$). Η συσχέτιση της συνολικής πρόσληψης νερού με την πρόσληψη νερού από τρόφιμα ήταν πολύ αδύναμη ($r = 0.29$, Πίνακας 5.4.). Το γάλα, οι χυμοί φρούτων και λαχανικών, τα αλκοολούχα ποτά και τα αναψυκτικά με ζάχαρη είχαν μια μέτρια συσχέτιση με την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα ($r = 0.46, 0.43, 0.43$, και 0.24 , αντίστοιχα). Η ποικιλία των ροφημάτων συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.17$), την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($r = 0.21$) και την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα ($r = 0.32$).

Πίνακας 5.4. Μερικές συσχετίσεις της συνολικής πρόσληψης νερού, συνολικής πρόσληψης ενέργειας και κατανάλωσης ροφημάτων προσαρμοσμένα για την ηλικία, το φύλο, το σωματικό βάρος και τη φυσική δραστηριότητα των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής (n=178).

| | Συνολική πρόσληψη νερού | Πρόσληψη νερού από ροφήματα | Πρόσληψη νερού από τρόφιμα | Βάρος ροφημάτων | Σύνολική πρόσληψη ενέργειας | Πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα | Πρόσληψη ενέργειας από τρόφιμα |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Συνολική πρόσληψη νερού | 1 | .952** | .291** | .953** | .265** | .213* | .222** |
| Πρόσληψη νερού από ροφήματα | .952** | 1 | .006 | .959** | .142 | .230** | .094 |
| Πρόσληψη νερού από τρόφιμα | .291** | .006 | 1 | .142 | .407** | .013 | .446** |
| Βάρος ροφημάτων | .953** | .959** | .142 | 1 | .189* | .291** | .140 |
| Συνολική πρόσληψη ενέργειας | .265** | .142 | .407** | .189* | 1 | .394** | .885** |
| Πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα | .213* | .230** | .013 | .291** | .394** | 1 | .146 |
| Πρόσληψη ενέργειας από τρόφιμα | .222** | .094 | .446** | .140 | .885** | .146 | 1 |
| 1) Ζεστά ροφήματα(g) | .092 | .116 | -.048 | .131 | -.078 | -.101 | -.020 |
| 2) Γάλα (g) | .080 | .010 | .211* | .100 | .199* | .460** | .089 |
| 3) Χυμοί φρούτων και λαχανικών (g) | .273** | .286** | -.030 | .314** | .277** | .428** | .145 |
| 4) Αναψυκτικά με ζάχαρη(g) | .147 | .098 | .219** | .206* | .239** | .376** | .167* |
| 5) Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες(g) | .140 | .145 | -.006 | .145 | -.002 | -.005 | .066 |
| 6) Αλκοολούχα ποτά(g) | .254** | .279** | -.005 | .276** | .125 | .433** | .039 |
| 7) Νερό(g) | .898** | .909** | .115 | .919** | .110 | .085 | .094 |
| 8) Άλλα ροφήματα(g) | .251** | .245** | .077 | .265** | .161 | .264** | .074 |
| Ποικιλία ροφημάτων | .167* | .214* | -.098 | .250** | .121 | .316** | .053 |

** . Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.01; * . Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.05

Στην Εικόνα 5.2. παρουσιάζεται η κατανάλωση των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων στις επτά ημέρες της εβδομάδας. Σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στην κατανάλωση χυμού φρούτων και λαχανικών ($p = 0.043$) και στην κατανάλωση αλκοολούχων ποτών ($p = 0.005$). Πιο αναλυτικά, η κατανάλωση αλκοολούχων ποτών ήταν υψηλότερη την το Σάββατο και την Κυριακή ($p < 0.005$, σε όλες τις περιπτώσεις), ενώ παρατηρήθηκε και μια αυξημένη κατανάλωση χυμού φρούτων και λαχανικών το Σάββατο ($p < 0.005$, σε όλες τις περιπτώσεις). Η κατανάλωση ζεστών ροφημάτων, γάλακτος, αναψυκτικών με θερμίδες και χωρίς, νερού και άλλων ροφημάτων δεν παρουσίασε διαφορές μέσα στην εβδομάδα.



Εικόνα 5.2. Συνεισφορά των ροφημάτων στην ημερήσια πρόσληψη νερού για κάθε ημέρα της εβδομάδας

Η κατανάλωση των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα μέσα στην ημέρα παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.5.

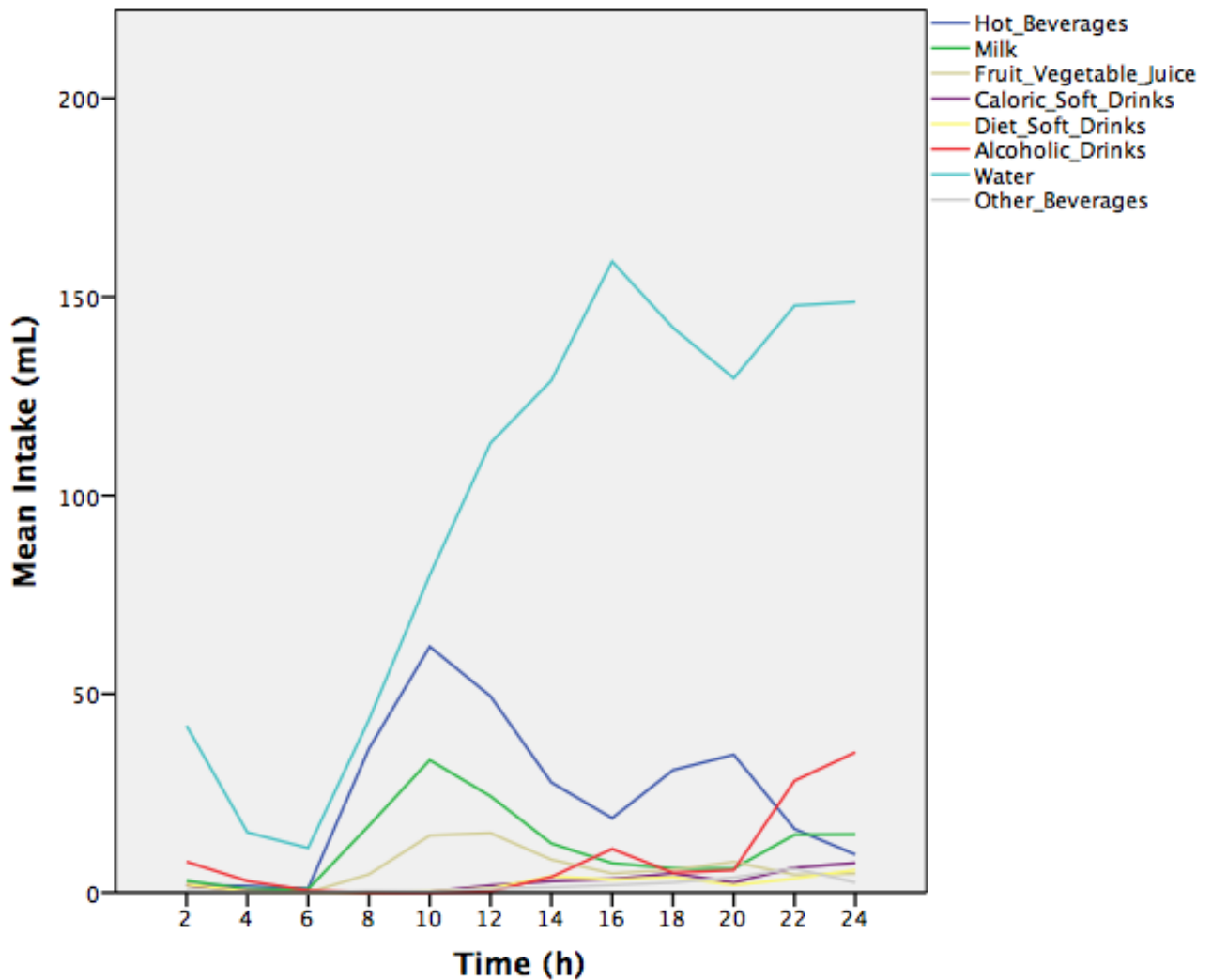
Πίνακας 5.5. Κατανάλωση των ροφημάτων σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής (n=178).

| | Ανδρες | Γυναίκες | P |
|---------------------------------|---------|----------|--------------|
| Πρωινό < 10:00 | 384(26) | 371(24) | 0.705 |
| Δεκατιανό 10:00 εως 13:00 | 305(21) | 281(18) | 0.391 |
| Μεσημεριανό 13:00 εως 16:00 | 327(19) | 279(19) | 0.074 |
| Απογευματινό 16:00 εως 19:00 | 299(19) | 287(19) | 0.657 |
| Δείπνο 19:00 εως 22:00 | 358(24) | 297(16) | 0.034 |
| Άλλες στιγμές | 333(43) | 211(29) | 0.021 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών

Σημαντικές διαφορές στην κατανάλωση ροφημάτων παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια του δείπνου (19:00-22:00), με τους άνδρες να καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες ροφημάτων συγκριτικά με τις γυναίκες ($p=0.034$). Η κατανάλωση ροφημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας απεικονίζεται γραφικά για κάθε μία από τις οκτώ κατηγορίες ροφημάτων όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.3.



Εικόνα 5.3. Η μέση πρόσληψη των οκτώ κατηγοριών ροφημάτων μέσα στην ημέρα.

Μια αυξημένη κατανάλωση ζεστών ροφημάτων, γάλακτος και χυμών φρούτων και λαχανικών παρατηρήθηκε τις πρωινές ώρες 8:00 -10:00 ($p < 0.005$ σε όλες τις περιπτώσεις), ενώ μια κορυφή στην καμπύλη των αλκοολούχων ποτών παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια των βραδινών ωρών μεταξύ 20:00 – 24:00 ($p < 0.005$ σε όλες τις περιπτώσεις).

5.4.2. Μελέτη II. Δεδομένα από το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (WBQ)

Η ηλικία, η κατανομή ανδρών και γυναικών και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων με φυσιολογικές τιμές ενεργειακής πρόσληψης παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.6.

Πίνακας 5.6. Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (n=1092).

| | | | Σύνολο | % | Άνδρες | % | Γυναίκες | % | |
|---|----------------------------|--------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|------|
| | | | Σύνολο | 1092 | 100 | 522 | 48.1 | 570 | 51.9 |
| Ηλικιακή Ομάδα | 18-39 | Πλήθος | 488 | 44.7 | 230 | 44.1 | 258 | 45.3 | |
| | 40-64 | Πλήθος | 390 | 35.7 | 187 | 35.8 | 203 | 35.6 | |
| | 65-75 | Πλήθος | 214 | 19.6 | 105 | 20.1 | 109 | 19.1 | |
| Ανεργία | | Πλήθος | 139 | 13.2 | 61 | 12.0 | 78 | 14.1 | |
| Επίπεδα Φυσικής Δραστηριότητας | Αδρανής | Πλήθος | 71 | 6.4 | 37 | 7.0 | 34 | 5.9 | |
| | Ενεργός | Πλήθος | 1036 | 93.6 | 495 | 93.0 | 541 | 94.1 | |
| Επίπεδο εκπαίδευσης | Πρωτοβάθμια | Πλήθος | 129 | 14.1 | 47 | 10.8 | 82 | 17.2 | |
| | Δευτεροβάθμια | Πλήθος | 240 | 26.3 | 131 | 30.1 | 109 | 22.8 | |
| | Τριτοβάθμια ή Πανεπιστήμιο | Πλήθος | 544 | 59.6 | 257 | 59.1 | 287 | 60.0 | |
| Βάρος (kg) | | | 72.1 (0.4) | | 81.2 (0.5) | | 63.6 (0.5) | | |
| Υψος (cm) | | | 169.5 (0.3) | | 176.2 (0.3) | | 163.1 (0.3) | | |
| Δείκτη Μάζας Σώματος (kg/m ²) | | | 25.07 (0.12) | | 26.22 (0.16) | | 23.98 (0.18) | | |
| Κατηγορία Δείκτη Μάζας Σώματος (kg/m ²) | Ελλιποβαρείς | Πλήθος | 28 | 2.8 | 3 | 0.6 | 25 | 4.8 | |
| | Φυσιολογικό βάρος | Πλήθος | 513 | 50.9 | 188 | 38.6 | 325 | 62.5 | |
| | Υπέρβαροι | Πλήθος | 351 | 34.9 | 218 | 44.8 | 133 | 25.6 | |
| | Παχύσαρκοι | Πλήθος | 115 | 11.4 | 78 | 16.0 | 37 | 7.1 | |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Η συνεισφορά των τροφίμων και των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού (mL/ημέρα) και ενέργειας (kcal/ημέρα) παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.7. για το σύνολο του δείγματος, τους άνδρες και τις γυναίκες. Η μέση ημερήσια πρόσληψη νερού ήταν 3387 g (ΤΣ 46), ενώ για τους άνδρες ήταν 3531 g (ΤΣ 71) και για τις γυναίκες 3253 g (ΤΣ 58). Η συνεισφορά των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού ήταν 78%, 80% και 78% για το σύνολο του δείγματος, τους άνδρες και τις γυναίκες αντίστοιχα. Το ρόφημα που καταναλώθηκε στις μεγαλύτερες ποσότητες ήταν το νερό, και ακολουθούσαν τα ζεστά ροφήματα, τα αλκοολούχα ποτά και το γάλα (Πίνακα 5.7.).

Πίνακας 5.7. Συνεισφορά των τροφίμων και των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού και ενέργειας των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (n=1092).

| | Συνολική καταναλισκόμενη ποσότητα (g/ημέρα) | | | | Συνεισφορά στην πρόσληψη ενέργειας (kcal/ημέρα) | | | | Συνεισφορά στην πρόσληψη νερού (g/ημέρα) | | | |
|-------------------------------|---|--------------|--------------|--------|---|--------------|--------------|--------|--|--------------|--------------|--------|
| | Σύνολο | Άνδρες | Γυναίκες | P | Σύνολο | Άνδρες | Γυναίκες | P | Σύνολο | Άνδρες | Γυναίκες | P |
| | 1092 | 522 | 570 | | 1092 | 522 | 570 | | 1092 | 522 | 570 | |
| Τρόφιμα και ροφήματα | 3387 (46) | 3531 (71) | 3253 (58) | <0.01 | 1911 (26) | 1975 (45) | 1852 (31) | 0.02 | 3254 (43) | 3404 (66) | 3116 (55) | 0.001 |
| Τρόφιμα | 831 (14) | 817 (22) | 843 (18) | 0.37 | 1453 (21) | 1471 (35) | 1437 (26) | 0.43 | 706 (12) | 683 (19) | 727 (16) | 0.07 |
| Ροφήματα | 2668 (40) | 2826 (62) | 2522 (50) | <0.01 | 460 (12) | 508 (20) | 416 (12) | <0.001 | 2551 (39) | 2725 (61) | 2390 (50) | <0.001 |
| Ζεστά ροφήματα | 283 (9) | 261 (12) | 304 (12) | 0.12 | 149 (4) | 141 (7) | 157 (6) | 0.08 | 330 (9) | 307 (13) | 351 (13) | 0.02 |
| Γάλα | 176 (6) | 175 (10) | 178 (8) | 0.84 | 115 (5) | 113 (6) | 116 (6) | 0.66 | 160 (6) | 158 (9) | 162 (7) | 0.69 |
| Χυμοί φρούτων και λαχανικών | 128 (8) | 138 (12) | 119 (11) | 0.23 | 65 (4) | 69 (6) | 61 (5) | 0.34 | 119 (7) | 126 (11) | 112 (9) | 0.34 |
| Αναψυκτικά με ζάχαρη | 71 (5) | 89 (8) | 54 (5) | <0.001 | 27 (2) | 34 (3) | 21 (2) | <0.001 | 64 (4) | 80 (7) | 48 (4) | <0.001 |
| Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες | 58 (4) | 57 (6) | 58 (6) | 0.86 | 5 (0) | 7 (1) | 4 (0.4) | <0.001 | 52 (4) | 47 (5) | 57 (7) | 0.25 |
| Αλκοολούχα ποτά | 267 (17) | 310 (29) | 227 (18) | 0.14 | 95 (8) | 140 (15) | 54 (5) | <0.001 | 146 (13) | 215 (26) | 82 (8) | <0.001 |
| Νερό | 1671 (30) | 1779 (43) | 1571 (40) | <0.001 | - | - | - | <0.001 | 1671 (30) | 1779 (43) | 1571 (40) | <0.001 |
| Άλλα ροφήματα | 15 (2) | 20 (3) | 10 (1) | <0.01 | 3 (0) | 5 (1) | 54 (5) | <0.01 | 9 (1) | 14 (2) | 5 (1) | <0.001 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των φύλων

Η μέση ενεργειακή πρόσληψη ήταν 1911 kcal/ημέρα (ΤΣ 26) για το σύνολο του δείγματος, 1975 kcal/ημέρα (ΤΣ 45) για τους άνδρες και 1852 kcal/ημέρα (ΤΣ 31) για τις γυναίκες. Η συνεισφορά των ροφημάτων στην συνολική πρόσληψη ενέργειας ήταν 24%, 26% και 22% για το σύνολο του δείγματος, τους άνδρες και τις γυναίκες, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 5.8. παρουσιάζεται η συνεισφορά των τροφίμων και των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού (mL/ημέρα) και ενέργειας (kcal/ημέρα) στις ηλικιακές κατηγορίες για τους άνδρες και τις γυναίκες. Διαφορές

παρατηρήθηκαν στη συνολική πρόσληψη νερού ($p < 0.001$), στην πρόσληψη νερού από ροφήματα ($p < 0.001$) και στη συνολική κατανάλωση ροφημάτων μεταξύ των δύο ηλικιακών ομάδων για τους άνδρες και τις γυναίκες. Παρατηρήθηκαν επίσης διαφορές σε ορισμένες κατηγορίες ροφημάτων, πιο αναλυτικά στα αναψυκτικά με ζάχαρη και το νερό, τους χυμούς φρούτων και λαχανικών και τα αλκοολούχα ποτά.

Πίνακας 5.8. Συνολική πρόσληψη νερού και κατανάλωσης ροφημάτων ανά ηλικιακή ομάδα των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (n=1092).

| | Ανδρες | | | | Γυναίκες | | | |
|---|----------------------|--------------|---------------|--------|----------------------|--------------|---------------|--------|
| | Ηλικιακή Ομάδα (έτη) | | | P | Ηλικιακή Ομάδα (έτη) | | | P |
| | 18-64 | 65-75 | | | 18-64 | 65-75 | | |
| | (A) | (B) | (C) | (D) | (E) | (F) | | |
| 522 | 419 | 103 | 570 | 466 | 104 | | | |
| Συνολική πρόσληψη νερού | 3404 (66) | 3568 (75) | 3030 (104) | <0.001 | 3116 (55) | 3243 (62) | 2658 (110) | <0.001 |
| Πρόσληψη νερού από τρόφιμα | 683 (19) | 683 (22) | 738 (33) | 0.24 | 727 (16) | 738 (17) | 693 (42) | 0.27 |
| Πρόσληψη νερού από ροφήματα | 2725 (61) | 2886 (69) | 2315 (100) | <0.001 | 2390 (50) | 2505 (57) | 1997 (83) | <0.001 |
| Συνολική κατανάλωση ροφημάτων (g/ημέρα) | 2826 (62) | 3012 (70) | 2323 (97) | <0.001 | 2522 (50) | 2656 (56) | 1997 (84) | <0.001 |
| Εκ των οποίων (g/ημέρα) | | | | | | | | |
| Ζεστά ροφήματα (g/ημέρα) | 307 (13) | 265 (13) | 269 (30) | 0.89 | 351 (13) | 317 (14) | 260 (26) | 0.08 |
| Γάλα (g/ημέρα) | 158 (9) | 179 (11) | 178 (19) | 0.98 | 162 (7) | 180 (9) | 174 (20) | 0.76 |
| Χυμοί φρούτων και λαχανικών(g/ημέρα) | 126 (11) | 158 (14) | 72 (12) | <0.001 | 112 (9) | 131 (13) | 74 (15) | 0.04 |
| Αναψυκτικά με ζάχαρη (g/ημέρα) | 80 (7) | 101 (10) | 49 (8) | <0.001 | 48 (4) | 61 (6) | 26 (7) | <0.001 |
| Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες (g/ημέρα) | 47 (5) | 56 (6) | 65 (17) | 0.62 | 57 (4) | 61 (6) | 43 (16) | 0.21 |
| Αλκοολούχα ποτά (g/ημέρα) | 215 (26) | 329 (34) | 264 (58) | 0.34 | 82 (8) | 255 (21) | 91 (21) | <0.001 |
| Νερό (g/ημέρα) | 1779 (43) | 1900 (50) | 1442 (61) | <0.001 | 1571 (40) | 1640 (47) | 1323 (62) | <0.01 |
| Άλλα ροφήματα(g/ημέρα) | 14 (2) | 25 (4) | 1 (1) | <0.001 | 5 (1) | 11 (6) | 2 (2) | 0.07 |

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)

Οι τιμές P προέκυψαν από τη δοκιμασία Student's t-test για τις διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων

Οι συσχετίσεις μεταξύ της συνολικής πρόσληψης νερού, της συνολικής πρόσληψης ενέργειας και της κατανάλωσης ροφημάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.9.

Πίνακας 5.9. Μερικές συσχετίσεις της συνολικής πρόσληψης νερού, συνολικής πρόσληψης ενέργειας και κατανάλωσης ροφημάτων προσαρμοσμένα για την ηλικία, το φύλο, το σωματικό βάρος και τη φυσική δραστηριότητα των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο ισοζυγίου νερού (n=1092).

| | Συνολική πρόσληψη νερού | Πρόσληψη νερού από ροφήματα | Πρόσληψη νερού από τρόφιμα | Βάρος τροφίμων | Βάρος ροφημάτων | Σύνολική πρόσληψη ενέργειας | Πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα | Πρόσληψη ενέργειας από τρόφιμα |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Συνολική πρόσληψη νερού | 1 | 0.914** | 0.371** | 0.461** | 0.957** | 0.618** | 0.354** | 0.636** |
| Πρόσληψη νερού από ροφήματα | 0.914** | 1 | 0.117** | 0.167** | 0.958** | 0.493** | 0.089** | 0.589** |
| Πρόσληψη νερού από τρόφιμα | 0.371** | 0.117** | 1 | 0.808** | 0.146** | 0.337** | 0.730** | 0.143** |
| Βάρος τροφίμων | 0.461** | 0.167** | 0.808** | 1 | 0.184** | 0.370** | 0.781** | 0.238** |
| Βάρος ροφημάτων | 0.957** | 0.958** | 0.146** | 0.184** | 1 | 0.563** | 0.136** | 0.627** |
| Σύνολική πρόσληψη ενέργειας | 0.618** | 0.493** | 0.337** | 0.370** | 0.563** | 1 | 0.438** | 0.523** |
| Πρόσληψη ενέργειας από τρόφιμα | 0.354** | 0.089** | 0.730** | 0.781** | 0.136** | 0.438** | 1 | 0.189** |
| Πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα | 0.636** | 0.589** | 0.143** | 0.238** | 0.627** | 0.523** | 0.189** | 1 |
| (1) Ζεστά ροφήματα(g) | 0.297** | 0.222** | 0.165** | 0.235** | 0.252** | 0.144** | 0.153** | 0.395** |
| (2) Γάλα (g) | 0.147** | 0.111** | 0.165** | 0.172** | 0.107** | 0.104** | 0.156** | 0.229** |
| (3) Χυμοί φρούτων και λαχανικών(g) | 0.389** | 0.379** | 0.082* | 0.097** | 0.400** | 0.309** | 0.097** | 0.568** |
| (4) Αναψυκτικά με ζάχαρη(g) | 0.224** | 0.230** | -0.038 | 0.028 | 0.239** | 0.216** | 0.038 | 0.355** |
| (5) Αναψυκτικά χαμηλά σε θερμίδες(g) | 0.162** | 0.086* | -0.002 | 0.069* | 0.157** | 0.152** | 0.011 | 0.118** |
| (6) Αλκοολούχα ποτά(g) | 0.461** | 0.347** | 0.077* | 0.065 | 0.490** | 0.516** | 0.117** | 0.658** |
| (7) Νερό(g) | 0.687** | 0.804** | 0.049 | 0.05 | 0.744** | 0.219** | -0.005 | 0.034 |
| (8) Άλλα ροφήματα(g) | 0.191** | 0.083* | 0.017 | 0.146** | 0.164** | 0.135** | 0.064 | 0.110** |
| Ποικιλία ροφημάτων | 0.160** | 0.170** | 0.007 | 0.112** | 0.190** | 0.136** | 0.096** | 0.194** |

** Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.01; * Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.05

Η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίστηκε ισχυρά με την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα και τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.64$, $r = 0.62$), ενώ η πρόσληψη νερού από ροφήματα συσχετίστηκε μέτρια με την πρόσληψη ενέργειας από ροφήματα ($r = 0.59$). Η συνολική πρόσληψη νερού συσχετίστηκε θετικά με την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($r = 0.91$), και το βάρος των ροφημάτων ($r = 0.96$). Οι χυμοί φρούτων και λαχανικών, τα αλκοολούχα ποτά και το νερό είχαν μια μέτρια συσχέτιση με τη συνολική πρόσληψη νερού ($r = 0.39$, $r = 0.46$ και $r = 0.69$, αντίστοιχα). Επιπλέον, τα αναψυκτικά με ζάχαρη και τα αλκοολούχα ποτά συσχετίστηκαν μετρίως με τη συνολική πρόσληψη ενέργειας ($r = 0.31$, $r = 0.52$). Η ποικιλία των ροφημάτων συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού και την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($p < 0.001$ και στις δύο περιπτώσεις).

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.10. το 40% των ανδρών ακολουθεί τη σύσταση της για επαρκή ημερήσια πρόσληψη νερού (2.5 L/ημέρα). Η συμμόρφωση των γυναικών (2.0 L/ημέρα) φτάνει το 62%. Το 79% των ανδρών και το 81% των γυναικών ικανοποιεί τη σύσταση του Ινστιτούτου Ιατρικής (IOM), που αφορά στην πρόσληψη ενός γραμμαρίου νερού για κάθε χιλιοθερμίδα ενεργειακής πρόσληψης).

Πίνακας 5.10. Συνδυασμένη κατάταξη για τη συνολική πρόσληψη νερού (ΣΠΝ) ακολουθώντας καθιερωμένα κριτήρια.

| | Μελέτη | Ανδρες | Γυναίκες |
|-----------------------------------|--------|--------|----------|
| Κριτήριο 1 (%) | I | 40 | 62 |
| | II | 75 | 83 |
| Κριτήριο 2 (%) | I | 79 | 81 |
| | II | 97 | 96 |
| Κριτήριο 3 (1 & 2) (%) | I | 40 | 60 |
| | II | 74 | 80 |

1) **Κριτήριο 1:** ΣΠΝ >2.5L άνδρες, >2.0 L γυναίκες

2) **Κριτήριο 2:** Λόγος συνολικής πρόσληψης νερού / συνολική πρόσληψη ενέργειας > 1.

3) **Κριτήριο 3:** Και τα δύο κριτήρια

5.5. Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει και σχολιάζει τα δεδομένα για την πρόσληψη νερού από όλες τις πηγές (τρόφιμα και ροφήματα) χρησιμοποιώντας επταήμερο ημερολόγιο καταγραφής (μελέτη I) και το WBQ, ένα ημι-ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (μελέτη II) σε υγιείς ενήλικες ηλικίας 18-75 ετών στην περιοχή της Αθήνας, Ελλάδα.

Το κύριο εύρημα της μελέτης είναι ότι η συνολική πρόσληψη νερού βρέθηκε ίση με 2346 (ΤΣ 59) g/ημέρα στη μελέτη I, και 3254 (ΤΣ 43) g/ημέρα στη μελέτη II. Το εύρημα αυτό απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή διότι συμβάλλει στην ύπαρξη επιστημονικών δεδομένων για την πρόσληψη νερού στην Ελλάδα, αλλά και επειδή αναδεικνύει αποκλίσεις στα ευρήματα με τη χρήση διαφορετικών ερευνητικών εργαλείων.

Η συνολική πρόσληψη νερού κυμαίνεται από 1488 mL/ημέρα στην Κίνα έως 3563 mL/ημέρα στις Η.Π.Α. [63,65,66,69,72,73,76,80,84,86]. Οι αποκλίσεις στην πρόσληψη νερού μεταξύ των χωρών είναι πιθανό να αντανακλούν τις διαφορές μεταξύ των χωρών στις διατροφικές συνθήκες, τις επιλογές του τρόπου ζωής και τις περιβαλλοντικές συνθήκες [113]. Επίσης, οι αποκλίσεις είναι πιθανό να οφείλονται και στις διαφορές μεταξύ των ερευνητικών εργαλείων για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού.

Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες μελέτες είναι τριήμερα ή επταήμερα ημερολόγια καταγραφής ή ανακλήσεις εικοσιτετραώρου ή ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων [66]. Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι τα εργαλεία αυτά τις περισσότερες φορές έχουν σχεδιαστεί για να αξιολογούν τη διατροφική πρόσληψη και όχι της πρόσληψη νερού; μελέτες σε μεγάλες πληθυσμιακές ομάδες όπως η EPIC και η NHANES έχουν σχεδιαστεί για την αξιολόγηση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών και όχι τη συνολική πρόσληψη νερού ή ροφημάτων. Συνεπώς, δεν μπορούν να αποτυπώσουν με ακρίβεια την πρόσληψη νερού διότι πολλές φορές γίνεται υποεκτίμηση της κατανάλωσης ορισμένων ροφημάτων από το συμμετέχοντα ή τον ερευνητή [207]. Πιο αναλυτικά, τα ημερολόγια καταγραφής ή οι ανακλήσεις εικοσιτετραώρου καταγράφουν τις περιστάσεις κατανάλωσης φαγητού ως γεύμα είτε ως σνακ, αλλά όχι όλες τις περιστάσεις κατανάλωσης ροφημάτων. Τα ειδικά σχεδιασμένα ημερολόγια κατανάλωσης ροφημάτων καταγράφουν δύο επιπλέον περιστάσεις κατανάλωσης ροφημάτων την ημέρα, οι οποίες δεν συνδέονται με την κατανάλωση κάποιου γεύματος ή σνακ[64]. Οι μελέτες που έχουν ως κυρίαρχο ερευνητικό αντικείμενο την εκτίμηση της συνολικής πρόσληψης νερού ολοένα και αυξάνονται [66,71,80,143,213]. Υπάρχουν ερευνητικά εργαλεία ειδικά σχεδιασμένα για την καταγραφή της συνολικής πρόσληψης νερού [65-67]. Φαίνεται ότι με τα εργαλεία αυτά καταγράφεται μια υψηλότερη συνολική πρόσληψη νερού συγκριτικά με ερευνητικά εργαλεία που δεν είναι σχεδιασμένα για την εκτίμηση της πρόσληψης νερού [65,66].

Η παραπάνω παρατήρηση επιβεβαιώνεται με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Στη μελέτη II το WBQ, το οποίο καταγράφει αναλυτικά όλες τις πηγές κατανάλωσης υγρών, κατέγραψε μια υψηλότερη κατανάλωση νερού κατά περίπου 900mL/ημέρα συγκριτικά με τη μελέτη I, αν και είχε επισημανθεί στους συμμετέχοντες να καταγράφουν όλες τις περιστάσεις κατανάλωσης ροφημάτων. Τα διαφορετικά αποτελέσματα μεταξύ των μελετών I και II μπορούν να αποδοθούν σε διάφορους παράγοντες: α) το WBQ χορηγήθηκε σε 1092 άτομα ενώ τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής σε 178 άτομα, αν και υπήρχε η ίδια κατανομή ως προς το φύλο, την ηλικία, την εποχή του έτους, και την τοποθεσία, β) το WBQ καταγράφει την πρόσληψη νερού και ροφημάτων για τον προηγούμενο μήνα ενώ τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής καταγράφουν την πρόσληψη μίας εβδομάδας, γ) το WBQ, ειδικά σχεδιασμένο για την καταγραφή της πρόσληψης ροφημάτων, ενσωματώνει ένα ημερολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων με 23 ερωτήσεις για την πρόσληψη ροφημάτων (συμπεριλαμβάνει όλα τα είδη ζεστών και κρύων ροφημάτων, αλκοολούχων και μη ροφημάτων που καταναλώνονται στην Ελλάδα), δ) οι ερωτήσεις στο WBQ εκφράζονται ως αριθμός ποτηριών ενώ στα επταήμερα ημερολόγια τα δεδομένα λαμβάνουν συνεχείς τιμές (mL για κάθε περίπτωση κατανάλωσης ροφήματος), και ε) τα επταήμερα ημερολόγια αποτελούσαν επιμέρους κομμάτι ενός πρωτοκόλλου που περιελάμβανε εικοσιτετράωρη συλλογή ούρων για τις επτά αυτές ημέρες. Η συστηματική αυτή συλλογή ούρων είναι πιθανό να είχε παρεμβατικό χαρακτήρα στα δεδομένα της πρόσληψης νερού και μπορεί να επέφερε αλλαγές στη συμπεριφορά των συμμετεχόντων, συμπεριλαμβανόμενης και της κατανάλωσης ροφημάτων.

Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει μια μέθοδος αναφοράς για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού. Η μελέτη έκθεσης των Mons και συν. [214] κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη μέθοδος για τη συλλογή δεδομένων πρόσληψης νερού είναι τα τριήμερα ή τετραήμερα ημερολόγια καταγραφής και σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτό προτιμώνται οι επαναλαμβανόμενες ανακλήσεις εικοσιτετράωρου από τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων, συνεισφέροντας στη συζήτηση για την καταλληλότητα των ερευνητικών εργαλείων. Αξίζει να αναφερθεί ότι η επικύρωση του WBQ πραγματοποιήθηκε με τριήμερα ημερολόγια καταγραφής [67]. Επίσης, οι Mons και συν. [214] αναφέρουν ότι μια εκτεταμένη περίοδος μπορεί να οδηγήσει σε μη ακριβείς καταγραφές. Στην παρούσα μελέτη, προκειμένου να ελέγξουμε την ορθότητα του παραπάνω ισχυρισμού, αναλύσαμε εκ των υστέρων τα ημερολόγια καταγραφής και συγκρίναμε τα αποτελέσματα των τριών πρώτων ημερών με τα αποτελέσματα των επτά ημερών. Παρατηρήσαμε ότι η συνολική πρόσληψη νερού και η πρόσληψη νερού από ροφήματα μειώθηκε κατά τη διάρκεια των επτά ημερών συγκριτικά με τις τρεις ημέρες. Επιπλέον, άλλοι ερευνητές [215-217] υποστηρίζουν ότι τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων αναφέρουν υψηλότερη κατανάλωση νερού από τα ημερολόγια καταγραφής.

Οι διεθνείς οργανισμοί ορίζουν την επαρκή πρόσληψη νερού με βάση τα δεδομένα μελετών σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες. Στην Ευρώπη, η EFSA [3], ορίζει επαρκή πρόσληψη νερού από όλες τις πηγές στα 2L για τις γυναίκες και στα 2.5L για τους άνδρες. Στις Η.Π.Α., με βάση την ημερήσια διαιτητική πρόσληψη, ο IOM προτείνει ότι η επαρκής πρόσληψη κυμαίνεται μεταξύ 2.7-3.7L την ημέρα, με τους άνδρες να χρειάζονται 1L επιπλέον [10]. Η επαρκής πρόσληψη νερού μπορεί να προσαρμόζεται όταν αυξάνονται οι απαιτήσεις ανάλογα με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και τις συνθήκες του περιβάλλοντος [10,88,89]. Τα νέα δεδομένα των μελετών που συλλέγονται χρησιμοποιώντας βελτιωμένα επικυρωμένα ερευνητικά εργαλεία για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες και σε διαφορετικές χώρες ανά τον κόσμο ενδέχεται να οδηγήσουν στον

επαναπροσδιορισμό των τιμών επαρκούς πρόσληψης νερού από διαφορετικούς οργανισμούς.

Η έλλειψη συμφωνίας στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα διαφορετικά εργαλεία προκαλεί ιδιαίτερα μεγάλη σύγχυση, όταν επιθυμούμε να παρατηρήσουμε τη συμμόρφωση ως προς τις τιμές επαρκούς πρόσληψης της EFSA. Συγκεκριμένα, το 62% των γυναικών και το 40% των ανδρών της μελέτης I και το 83% των γυναικών και το 75% των ανδρών της μελέτης II συμμορφώθηκαν με τις τιμές επαρκούς πρόσληψης νερού της EFSA. Στη μελέτη των Ferreira-Pego και συν. [66], συνοψίζοντας δεδομένα από 13 χώρες, το 40% των ανδρών και το 60% των γυναικών συμμορφώθηκε με την επαρκή πρόσληψη ροφημάτων της EFSA. Στη μελέτη ANIBES [80], που διεξήχθη στην Ισπανία, μόνο το 21% των γυναικών και το 12% των ανδρών συμμορφώθηκε με τις τιμές επαρκούς πρόσληψης της EFSA. Σε γενικές γραμμές, οι γυναίκες παρουσιάζουν έναν πιο υγιεινό πρότυπο διατροφής και επιλογής τροφίμων από τους άνδρες [128]. Τα άτομα που υιοθετούν ένα πιο υγιεινό διατροφικό πρότυπο συνήθως έχουν και ένα πιο υγιεινό πρότυπο ως προς την κατανάλωση ροφημάτων (υψηλότερη κατανάλωση νερού και ροφημάτων συνολικά) [130].

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι η συνεισφορά των τροφίμων και των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού όπως και η συνεισφορά των διάφορων κατηγοριών ροφημάτων είναι παρόμοια, αν και υπάρχουν διαφορές στους καταγεγραμμένους όγκους από τα επταήμερα ημερολόγια και το WBQ. Αξίζει να επισημανθεί η σημασία των διάφορων πηγών, δηλαδή του πόσιμου νερού, των ροφημάτων, ή της υγρασίας των τροφίμων στην ενυδάτωση [130]. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι τα επταήμερα ημερολόγια και το WBQ μπορούν να αξιολογήσουν τις επιλογές του πληθυσμού με παρόμοιο τρόπο. Ειδικότερα, η συνεισφορά των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού ήταν 78% στη μελέτη των επταήμερων ημερολογίων και στη μελέτη του WBQ των τροφίμων 22% αντίστοιχα. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με την Επιστημονική Γνωμοδότηση της [3]. Παρόμοια ευρήματα της συνεισφοράς των τροφίμων και των ροφημάτων στη συνολική πρόσληψη νερού έχουν καταγραφεί στο Ηνωμένο [63] και την Ινδονησία [84].

Τα ροφήματα που καταναλώθηκαν στις μεγαλύτερες ποσότητες, στη μελέτη των επταήμερων ημερολογίων και στη μελέτη του WBQ, ήταν κυρίως το νερό, και ακολουθούσαν τα ζεστά ροφήματα και το γάλα. Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τα ευρήματα των Armstrong και συν. [68] όπου το νερό καταναλώνονταν σε μεγαλύτερες ποσότητες, καθώς επίσης και στη μελέτη των Perrier [96] όπου το νερό είχε την κύρια συνεισφορά στην πρόσληψη υγρών. Τα ευρήματα αυτά δεν επιβεβαιώνονται στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου τα ζεστά ροφήματα είναι τα δημοφιλέστερα [63]. Σε πρόσφατη μελέτη σε παιδιά ηλικίας 8-14 ετών (n=210) στην Ελλάδα βρέθηκε ότι το πόσιμο νερό και το γάλα ήταν τα ροφήματα που καταναλώνονταν στις μεγαλύτερες ποσότητες. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι τα πρότυπα που περιελάμβαναν αυξημένη κατανάλωση πόσιμου νερού και γάλακτος σχετίζονταν με βελτιωμένη ενυδάτωση, δηλαδή χαμηλότερες τιμές ωσμωτικότητας ούρων [152]. Η ποικιλία των ροφημάτων θεωρείται ένας παράγοντας που συνδέεται με την πρόσληψη νερού. Ένα ακόμη σημαντικό εύρημα της μελέτης είναι ότι η ποικιλία των ροφημάτων και με τα δύο εργαλεία συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού ($P=0.005$, $P<0.001$ αντίστοιχα) και την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($P=0.005$, $P<0.001$ αντίστοιχα).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν λαμβάνοντας υπόψιν και κάποιους περιορισμούς. Το WBQ εκτιμά τη συνήθη πρόσληψη τροφίμων κατά τον προηγούμενο μήνα χωρίς να μετράται λεπτομερώς η πρόσληψη, το μέγεθος της μερίδας που καταναλώθηκε. Επιπλέον,

οι αναδρομικές μεθοδολογίες όπως οι ανακλήσεις εικοσιτετραώρου και τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων εξαρτώνται από τη μνήμη και τις ικανότητες ανάκλησης του συμμετέχοντα [28]. Και οι δύο μεθοδολογίες απαιτούν ενημερωμένες και εκτεταμένες πληροφορίες για τη σύσταση των τροφίμων, η οποία είναι περιορισμένη στην Ελλάδα. Επίσης, πρέπει να επισημανθεί ότι στη μελέτη των επταήμερων ημερολογίων οι συμμετέχοντες έκαναν ταυτόχρονη συλλογή ούρων εικοσιτετραώρου. Προσεγγίσεις όπως τριήμερα ή επταήμερα, ημερολόγια που απαιτούν τη συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων από τους συμμετέχοντες, οδηγούν σε μειωμένη συμμόρφωση και πιθανή υποεκτίμηση της πρόσληψης ροφημάτων [27]. Νέα ερευνητικά εργαλεία που εισάγουν την ηλεκτρονική καταγραφή της διαιτητικής πρόσληψης [29] επιδιώκουν να μεγιστοποιήσουν τη συμμόρφωση του συμμετέχοντα; αν και δεν χρησιμοποιούνται εκτενώς σε μελέτες πρόσληψης νερού.

Συμπερασματικά, η συνολική πρόσληψη νερού χρησιμοποιώντας το WBQ κατέγραψε ήταν μεγαλύτερη από τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής σε ένα δείγμα του ελληνικού πληθυσμού. Και οι δύο προσεγγίσεις βρήκαν ότι τα ροφήματα που καταναλώθηκαν σε μεγαλύτερες ποσότητες είναι το νερό, τα ζεστά ροφήματα και το γάλα. Ωστόσο, απαιτείται προσοχή στην ερμηνεία των δεδομένων καθώς προέρχονται από διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Επίσης, επισημαίνεται η ανάγκη συντονισμένων προσπαθειών για την ανάπτυξη ισχυρών, επικυρωμένων μεθοδολογιών για την αξιολόγηση της πρόσληψης νερού στο γενικό πληθυσμό.

Κεφάλαιο 6. Γενικά Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη για πρώτη φορά μελετά τα επίπεδα ενυδάτωσης σε υγιή ενήλικο πληθυσμό στην Ελλάδα χρησιμοποιώντας μια σειρά υποκειμενικών μετρήσεων συνδυαστικά με εργαστηριακές αναλύσεις σε δείγματα ούρων για επτά συνεχόμενες ημέρες και σε δείγματα αίματος. Η καινοτομία των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη έγκειται στο γεγονός ότι το ίδιο πρωτόκολλο εφαρμόστηκε ταυτόχρονα σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες, την Ελλάδα, την Ισπανία και τη Γερμανία, επιτρέποντας τις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών. Δεδομένου ότι το θέμα της ενυδάτωσης είναι σχετικά καινούργιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό να συμπεριλαμβάνεται σε θέματα που αφορούν στην προαγωγή της δημόσιας υγείας όχι μόνο σε εγχώριο αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Το σημαντικότερο εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι παρουσιάζεται ένα ερευνητικό πρωτόκολλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων ενυδάτωσης σε υγιή ενήλικο πληθυσμό, των διακυμάνσεων αυτής μέσα στην ημέρα αλλά και τη διερεύνηση των παραγόντων που την επηρεάζουν. Στο δείγμα του ελληνικού πληθυσμού της μελέτης περίπου το 60% των συμμετεχόντων βρέθηκε ορθά ενυδατωμένο. Το 60% του δείγματος των συμμετεχόντων από την Ελλάδα, τη Γερμανία και την Ισπανία βρέθηκε ορθά ενυδατωμένο, ενώ περίπου 20% ήταν υπερενυδατωμένοι και 20% αφυδατωμένοι. Συνολικά, οι γυναίκες είχαν καλύτερα επίπεδα ενυδάτωσης συγκριτικά με τους άνδρες. Οι γυναίκες φαίνεται ότι είναι πιο ευαίσθητοποιημένες σε θέματα υγείας και σε θέματα τροφίμων. Η παρούσα μελέτη επέτρεψε την ταυτόχρονη συλλογή δεδομένων για την πρόσληψη και την αποβολή νερού σε ένα δείγμα του ελληνικού πληθυσμού παραδίδοντας καινούργια στοιχεία στη διεθνή βιβλιογραφία. Επίσης, η εφαρμογή του πρωτοκόλλου κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού επιτρέπει τη διερεύνηση του παράγοντα της εποχικότητας.

Το δεύτερο σημαντικό εύρημα ήταν ότι διακυμάνσεις παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας στην πρόσληψη νερού και στους δείκτες ενυδάτωσης. Η πρόσληψη νερού από όλα τα ροφήματα, με εξαίρεση τα αλκοολούχα ποτά, ήταν υψηλότερη κατά την πρωινή συλλογή (πρώτες 6 ώρες μετά την αφύπνιση) και μειώνονταν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η μέση συνολική πρόσληψη νερού βρέθηκε ίση με 2266 ± 781 mL/ ημέρα. Η συμμόρφωση των ανδρών και των γυναικών στις συστάσεις της EFSA βρέθηκε ίση με 55 και 34% αντίστοιχα. Οι μεταβολές των δεικτών ενυδάτωσης ήταν ανάλογες της πρόσληψης νερού, με τον όγκο των ούρων να είναι μεγαλύτερος κατά τη διάρκεια της πρωινής συλλογής και να μειώνεται την υπόλοιπη ημέρα. Τα δείγματα ούρων της πρωινής συλλογής μπορούν να εξηγήσουν κατά 48% την εικοσιτετράωρη τιμή της ωσμωτικότητας ούρων και κατά 76% τον εικοσιτετράωρο όγκο ούρων. Μια πρωινή και/ή απογευματινή συλλογή ούρων, και όχι ένα τυχαίο δείγμα ούρων (όπως ένα δείγμα πρώτων πρωινών ούρων) μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική επιλογή της εικοσιτετράωρης συλλογής ούρων. Περαιτέρω έρευνα σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες με διαφορετική κουλτούρα και διαφορετικές διατροφικές συνήθειες είναι απαραίτητη.

Το τρίτο σημαντικό εύρημα αφορά στην αξιολόγηση της πρόσληψης νατρίου και καλίου με τη χρήση ημερολογίων καταγραφής και εικοσιτετράωρης συλλογής ούρων. Η μέση απέκκριση νατρίου στα ούρα ήταν 2803.3 ± 1249.0 mg/ημέρα και η μέση απέκκριση καλίου ήταν 2152.2 ± 913.3 mg/ημέρα. Οι πηγές τροφίμων που συνέβαλλαν κυρίως στην αυξημένη πρόσληψη νατρίου (1983.2 ± 814.1 mg/ημέρα) ήταν τα γαλακτοκομικά προϊόντα (24%), τα ψωμιά (22%) και τα αλμυρά σνακ (17%). Σε επίπεδο πληθυσμού είναι απαραίτητες δράσεις και

στρατηγικές μείωσης της πρόσληψης νατρίου και αύξησης της πρόσληψης καλίου, στα πλαίσια ενός πιο υγιεινού τρόπου ζωής.

Το τέταρτο σημαντικό εύρημα της μελέτης είναι η παρουσίαση της συνεισφοράς των ροφημάτων στην πρόσληψη νερού. Αυτή πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας επταήμερα ημερολόγια καταγραφής και το WBQ, ένα ημι-ποσοτικοποιημένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων. Το WBQ, ένα ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο για την εκτίμηση του ισοζυγίου νερού, κατέγραψε μια κατανάλωση νερού υψηλότερη κατά περίπου 900 mL/ημέρα συγκριτικά με τα επταήμερα ημερολόγια καταγραφής. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συνεισφορά των τροφίμων (22%) και των ροφημάτων (78%) στη συνολική πρόσληψη νερού όπως και η συνεισφορά των διάφορων κατηγοριών ροφημάτων είναι παρόμοια, αν και υπάρχουν διαφορές στα δύο ερευνητικά εργαλεία. Στην παρούσα μελέτη τα πιο δημοφιλή ροφήματα ήταν το νερό, τα ζεστά ροφήματα και το γάλα. Η ποικιλία των ροφημάτων και με τα δύο εργαλεία συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική πρόσληψη νερού και την πρόσληψη νερού από ροφήματα ($P=0.005$, $P<0.001$ αντίστοιχα).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελλοντική έρευνα των επιπέδων ενυδάτωσης με δείκτες υγείας όπως η υπέρταση, λοιμώξεις του ουροποιητικού συστήματος, νεφρολογικές παθήσεις, επίπεδα νοητικής λειτουργίας. Τέτοιου είδους μελέτες θα αναδείξουν τη σημασία της ενυδάτωσης σε επίπεδο πληθυσμού καθώς και τη σημασία της διατήρησης των επιθυμητών επιπέδων σε όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Βιβλιογραφία

1. Koeppen, B.M.; Stanton, B.A. *Renal physiology*. 3rd ed.; Mosby: St. Louis, MO, 2000.
2. Τσακόπουλος, Μ.; Γελαδάς, Ν. *Φυσιολογία του ανθρώπου II, μηχανισμοί της λειτουργίας του οργανισμού*. 8 ed.; Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης: Αθήνα, Ελλάδα, 2001.
3. EFSA. Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal* **2010**, *8*, 1459 - 1507.
4. Bouby, N.; Fernandes, S. Mild dehydration, vasopressin and the kidney: Animal and human studies. *Eur J Clin Nutr* **2003**, *57 Suppl 2*, S39-46.
5. Manz, F.; Wentz, A. 24-h hydration status: Parameters, epidemiology and recommendations. *Eur J Clin Nutr* **2003**, *57 Suppl 2*, S10-18.
6. Epstein, M.; DeNunzio, A.G.; Loutzenhiser, R.D. Effects of vasopressin administration on diuresis of water immersion in normal humans. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* **1981**, *51*, 1384-1387.
7. Bossingham, M.J.; Carnell, N.S.; Campbell, W.W. Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults. *Am J Clin Nutr* **2005**, *81*, 1342-1350.
8. Greenleaf, J.E. Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med Sci Sports Exerc* **1992**, *24*, 645-656.
9. Shirreffs, S.M. Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr* **2003**, *57 Suppl 2*, S6-9.
10. Medicine, I.o. *Panel on dietary reference intakes for electrolytes and water: Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate*; National Academies Press: Washington, DC, 2005.
11. Popkin, B.M.; D'Anci, K.E.; Rosenberg, I.H. Water, hydration, and health. *Nutr Rev* **2010**, *68*, 439-458.
12. Pross, N.; Demazieres, A.; Girard, N.; Barnouin, R.; Santoro, F.; Chevillotte, E.; Klein, A.; Le Bellego, L. Influence of progressive fluid restriction on mood and physiological markers of dehydration in women. *Br J Nutr* **2013**, *109*, 313-321.
13. Lemaire, J.B.; Wallace, J.E.; Dinsmore, K.; Lewin, A.M.; Ghali, W.A.; Roberts, D. Physician nutrition and cognition during work hours: Effect of a nutrition based intervention. *BMC Health Serv Res* **2010**, *10*, 241.
14. Χατζημηνάς, Ι. Πεπτικό σύστημα. In *Επίτομη φυσιολογία*, Δεύτερη ed.; Παρισιάνος, Γ., Ed. Αθήνα, 1987; pp 172 -203.
15. Jequier, E.; Constant, F. Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* **2010**, *64*, 115-123.
16. Rodriguez, N.R.; DiMarco, N.M.; Langley, S. Position of the american dietetic association, dietitians of canada, and the american college of sports medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc* **2009**, *109*, 509-527.
17. Χατζημηνάς, Ι. Μεταβολισμός - διατροφή. In *Επίτομη φυσιολογία*, Δεύτερη ed.; Παρισιάνος, Γ., Ed. Αθήνα, 1987; pp 204 -219.
18. Layton, A.T.; Layton, H.E.; Dantzler, W.H.; Pannabecker, T.L. The mammalian urine concentrating mechanism: Hypotheses and uncertainties. *Physiology (Bethesda)* **2009**, *24*, 250-256.
19. Convertino, V.A. Blood volume: Its adaptation to endurance training. *Med Sci Sports Exerc* **1991**, *23*, 1338-1348.
20. Mittleman, K.D. Influence of angiotensin ii blockade during exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **1996**, *72*, 542-547.
21. Ebert, T.J.; Groban, L.; Muzi, M.; Hanson, M.; Cowley, A.W., Jr. Anp-mediated volume depletion attenuates renal responses in humans. *Am J Physiol* **1992**, *263*, R1303-1308.

22. Schmidt, W.; Bub, A.; Meyer, M.; Weiss, T.; Schneider, G.; Maassen, N.; Forssmann, W.G. Is urodilatin the missing link in exercise-dependent renal sodium retention? *J Appl Physiol* (1985) **1998**, *84*, 123-128.
23. Norsk, P. Role of arginine vasopressin in the regulation of extracellular fluid volume. *Med Sci Sports Exerc* **1996**, *28*, S36-41.
24. Kavouras, S.A. Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* **2002**, *5*, 519-524.
25. Armstrong, L.E.; Maresh, C.M.; Castellani, J.W.; Bergeron, M.F.; Kenefick, R.W.; LaGasse, K.E.; Riebe, D. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr* **1994**, *4*, 265-279.
26. Armstrong, L.E.; Hubbard, R.W.; Jones, B.H.; Daniels, J.T. Preparing alberto salazar for the heat of the 1984 olympic marathon. *Phys Sportsmed* **1986**, *14*, 73-81.
27. Armstrong, L.E. Hydration assessment techniques. *Nutr Rev* **2005**, *63*, S40-54.
28. Ftaiti, F.; Grelot, L.; Coudreuse, J.M.; Nicol, C. Combined effect of heat stress, dehydration and exercise on neuromuscular function in humans. *Eur J Appl Physiol* **2001**, *84*, 87-94.
29. Mecawi, A.S.; Lepletier, A.; Araujo, I.G.; Olivares, E.L.; Reis, L.C. Assessment of brain at1-receptor on the nocturnal basal and angiotensin-induced thirst and sodium appetite in ovariectomised rats. *J Renin Angiotensin Aldosterone Syst* **2007**, *8*, 169-175.
30. Widmaier, E.P.; Hershel, R.; Strang, K.T. *Vander's human physiology: The mechanisms of body functions*. 10th ed.; McGraw-Hill: New York, 2006.
31. Stearns, R.L.; Casa, D.J.; Lopez, R.M.; McDermott, B.P.; Ganio, M.S.; Decher, N.R.; Scruggs, I.C.; West, A.E.; Armstrong, L.E.; Maresh, C.M. Influence of hydration status on pacing during trail running in the heat. *J Strength Cond Res* **2009**, *23*, 2533-2541.
32. Baron, S.; Courbebaisse, M.; Lepicard, E.M.; Friedlander, G. Assessment of hydration status in a large population. *Br J Nutr* **2015**, *113*, 147-158.
33. Popowski, L.A.; Oppliger, R.A.; Patrick Lambert, G.; Johnson, R.F.; Kim Johnson, A.; Gisolf, C.V. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc* **2001**, *33*, 747-753.
34. Schrier, R.W.; Berl, T.; Anderson, R.J. Osmotic and non osmotic control of vasopressin release. *Am J Physiol* **1979**, *232*, F321-F332.
35. Stachenfeld, N.S.; Gleim, G.W.; Zabetakis, P.M.; Nicholas, J.A. Fluid balance and renal response following dehydrating exercise in well-trained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **1996**, *72*, 468-477.
36. Francesconi, R.P.; Hubbard, R.W.; Szlyk, P.C.; Schnakenberg, D.; Carlson, D.; Leva, N.; Sils, I.; Hubbard, L.; Pease, V.; Young, J., *et al.* Urinary and hematological indexes of hydration. *J Appl Physiol* **1987**, *62*, 1271-1276.
37. Armstrong, L.E.; Soto, J.A.; Hacker, F.T., Jr.; Casa, D.J.; Kavouras, S.A.; Maresh, C.M. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int J Sport Nutr* **1998**, *8*, 345-355.
38. Mack, G.W.; Nadel, E.R. *Handbook of physiology: Environmental physiology*. Oxford University Press: Oxford, 1996; Vol. 2.
39. Perrier, E.T. Shifting focus: From hydration for performance to hydration for health. *Ann Nutr Metab* **2017**, *70 Suppl 1*, 4-12.
40. Diem, K. *Documenta geigy scientific tables*. Geigy Pharmaceutical Company Limited: Manchester, 1962.
41. Fletcher, S.J.; Slaymaker, A.E.; Bodenham, A.R.; Vucevic, M. Urine colour as an index of hydration in critically ill patients. *Anaesthesia* **1999**, *54*, 189-192.
42. Kovacs, E.M.; Senden, J.M.; Brouns, F. Urine color, osmolality and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during postexercise rehydration. *J Sports Med Phys Fitness* **1999**, *39*, 47-53.

43. Riebl, S.K.; Davy, B.M. The hydration equation: Update on water balance and cognitive performance. *ACSMs Health Fit J* **2013**, *17*, 21-28.
44. Shirreffs, S.M. Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness* **2000**, *40*, 80-84.
45. Oppliger, R.A.; Bartok, C. Hydration testing of athletes. *Sports Med* **2002**, *32*, 959-971.
46. Shirreffs, S.M.; Maughan, R.J. Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Med Sci Sports Exerc* **1998**, *30*, 1598-1602.
47. Siegrist, D.; Hess, B.; Montandon, M.; Takkinen, R.; Lippuner, K.; Jaeger, P. Urinary specific gravity-comparative measurements using reagent strips and refractometer in 340 morning urine samples. *Schweiz Rundsch Med Prax* **1993**, *82*, 112-116.
48. Dufour, D. *Osmometry: The rational basis for use of an underappreciated diagnostic tool*. Advanced Instruments.: New York, 2001.
49. Grant, M.M.; Kubo, W.M. Assessing a patient's hydration status. *Am J Nurs* **1975**, *75*, 1307-1311.
50. Cleary, M.A.; Hetzler, R.K.; Wasson, D.; Wages, J.J.; Stickley, C.; Kimura, I.F. Hydration behaviors before and after an educational and prescribed hydration intervention in adolescent athletes. *J Athl Train* **2012**, *47*, 273-281.
51. Peacock, O.J.; Stokes, K.; Thompson, D. Initial hydration status, fluid balance, and psychological affect during recreational exercise in adults. *J Sports Sci* **2011**, *29*, 897-904.
52. Lee, D. *Terrestrial animals in dry heat: Man in the desert*. In: *Handbook of physiology, section 4: Adaptation to the environment*. American Physiological Society: Washington D. C., 1964; p 551-582.
53. Kushner, R.F.; Schoeller, D.A.; Fjeld, C.R.; Danford, L. Is the impedance index (ht^2/r) significant in predicting total body water? *Am J Clin Nutr* **1992**, *56*, 835-839.
54. Van Loan, M.D.; Kopp, L.E.; King, J.C.; Wong, W.W.; Mayclin, P.L. Fluid changes during pregnancy: Use of bioimpedance spectroscopy. *J Appl Physiol (1985)* **1995**, *78*, 1037-1042.
55. Lentner, C. *Geigy scientific tables*. 8th ed.; Ciba-Geigy Limited: Basle, 1981.
56. Mitchell, J.W.; Nadel, E.R.; Stolwijk, J.A. Respiratory weight losses during exercise. *J Appl Physiol* **1972**, *32*, 474-476.
57. Maughan, R.J.; Shirreffs, S.M.; Leiper, J.B. Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *J Sports Sci* **2007**, *25*, 797-804.
58. Warren, J.; Guelinckx, I.; Livingstone, B.; Potischman, N.; Nelson, M.; Foster, E.; Holmes, B. Challenges in the assessment of total fluid intake in children and adolescents: A discussion paper. *Eur J Nutr* **2018**, *57*, 43-51.
59. Gandy, J. Water intake: Validity of population assessment and recommendations. *Eur J Nutr* **2015**, *54 Suppl 2*, 11-16.
60. Welch, A. Dietary assessment. In *Manual of dietetic practice*, Fifth ed.; Association, B.D., Ed. Wiley-Blackwell: Oxford, UK, 2014; pp 61-66.
61. Cade, J.; Thompson, R.; Burley, V.; Warm, D. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr* **2002**, *5*, 567-587.
62. Thompson, F.E.; Subar, A.F. Dietary assessment methodology. In *Nutrition in the prevention and treatment of disease*, 2nd ed.; Coulston AM, B.C., Ed. Academic Press: San Diego, 2008; pp 5-7.
63. Gibson, S.; Shirreffs, S.M. Beverage consumption habits "24/7" among british adults: Association with total water intake and energy intake. *Nutr J* **2013**, *12*, 9.
64. Sebastian, R.S.; Wilkinson Enns, C.; Goldman, J.D.; Moshfegh, A.J. Change in methodology for collection of drinking water intake in what we eat in

- america/national health and nutrition examination survey: Implications for analysis. *Public Health Nutr* **2012**, *15*, 1190-1195.
65. Ma, G.; Zhang, Q.; Liu, A.; Zuo, J.; Zhang, W.; Zou, S.; Li, X.; Lu, L.; Pan, H.; Hu, X. Fluid intake of adults in four chinese cities. *Nutr Rev* **2012**, *70 Suppl 2*, S105-110.
 66. Ferreira-Pego, C.; Guelinckx, I.; Moreno, L.A.; Kavouras, S.A.; Gandy, J.; Martinez, H.; Bardosono, S.; Abdollahi, M.; Nasser, E.; Jarosz, A., *et al.* Total fluid intake and its determinants: Cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide. *Eur J Nutr* **2015**, *54 Suppl 2*, 35-43.
 67. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.B.; Zampelas, A.; Kapsokefalou, M. The water balance questionnaire: Design, reliability and validity of a questionnaire to evaluate water balance in the general population. *Int J Food Sci Nutr* **2012**, *63*, 138-144.
 68. Armstrong, L.E.; Johnson, E.C.; Munoz, C.X.; Swokla, B.; Le Bellego, L.; Jimenez, L.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Hydration biomarkers and dietary fluid consumption of women. *J Acad Nutr Diet* **2012**, *112*, 1056-1061.
 69. Drewnowski, A.; Rehm, C.D.; Constant, F. Water and beverage consumption among adults in the united states: Cross-sectional study using data from nhanes 2005-2010. *BMC Public Health* **2013**, *13*, 1068.
 70. Hernandez-Cordero, S.; Lopez-Olmedo, N.; Rodriguez-Ramirez, S.; Barquera-Cervera, S.; Rivera-Dommarco, J.; Popkin, B. Comparing a 7-day diary vs. 24 h-recall for estimating fluid consumption in overweight and obese mexican women. *BMC Public Health* **2015**, *15*, 1031.
 71. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.; Zampelas, A.; Kapsokefalou, M. Evaluation of seasonality on total water intake, water loss and water balance in the general population in greece. *J Hum Nutr Diet* **2013**, *26 Suppl 1*, 90-96.
 72. Manz, F.; Johner, S.A.; Wentz, A.; Boeing, H.; Remer, T. Water balance throughout the adult life span in a german population. *Br J Nutr* **2012**, *107*, 1673-1681.
 73. O'Connor, L.; Walton, J.; Flynn, A. Water intakes and dietary sources of a nationally representative sample of irish adults. *J Hum Nutr Diet* **2014**, *27*, 550-556.
 74. Perrier, E.; Rondeau, P.; Poupin, M.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I.; Vergne, S.; Klein, A. Relation between urinary hydration biomarkers and total fluid intake in healthy adults. *Eur J Clin Nutr* **2013**, *67*, 939-943.
 75. Monnerie, B.; Tavoularis, L.G.; Guelinckx, I.; Hebel, P.; Boisvieux, T.; Cousin, A.; Le Bellego, L. A cross-over study comparing an online versus a paper 7-day food record: Focus on total water intake data and participant's perception of the records. *Eur J Nutr* **2015**, *54 Suppl 2*, 27-34.
 76. Bellisle, F.; Thornton, S.N.; Hebel, P.; Denizeau, M.; Tahiri, M. A study of fluid intake from beverages in a sample of healthy french children, adolescents and adults. *Eur J Clin Nutr* **2010**, *64*, 350-355.
 77. Gazan, R.; Sondey, J.; Maillot, M.; Guelinckx, I.; Lluch, A. Drinking water intake is associated with higher diet quality among french adults. *Nutrients* **2016**, *8*.
 78. Guelinckx, I.; Tavoularis, G.; Konig, J.; Morin, C.; Gharbi, H.; Gandy, J. Contribution of water from food and fluids to total water intake: Analysis of a french and uk population surveys. *Nutrients* **2016**, *8*.
 79. Szabo de Edelenyi, F.; Druesne-Pecollo, N.; Arnault, N.; Gonzalez, R.; Buscail, C.; Galan, P. Characteristics of beverage consumption habits among a large sample of french adults: Associations with total water and energy intakes. *Nutrients* **2016**, *8*.
 80. Nissensohn, M.; Sanchez-Villegas, A.; Ortega, R.M.; Aranceta-Bartrina, J.; Gil, A.; Gonzalez-Gross, M.; Varela-Moreiras, G.; Serra-Majem, L. Beverage consumption habits and association with total water and energy intakes in the spanish population: Findings of the anibes study. *Nutrients* **2016**, *8*.

81. Ferreira-Pego, C.; Nissensohn, M.; Kavouras, S.A.; Babio, N.; Serra-Majem, L.; Martin Aguila, A.; Mauromoustakos, A.; Alvarez Perez, J.; Salas-Salvado, J. Beverage intake assessment questionnaire: Relative validity and repeatability in a spanish population with metabolic syndrome from the predimed-plus study. *Nutrients* **2016**, *8*.
82. Mistura, L.; D'Addezio, L.; Turrini, A. Beverage consumption habits in italian population: Association with total water intake and energy intake. *Nutrients* **2016**, *8*.
83. Jomaa, L.; Hwalla, N.; Constant, F.; Naja, F.; Nasreddine, L. Water and beverage consumption among children aged 4-13 years in lebanon: Findings from a national cross-sectional study. *Nutrients* **2016**, *8*.
84. Bardosono, S.; Monrozier, R.; Permadhi, I.; Manikam, N.R.; Pohan, R.; Guelinckx, I. Total fluid intake assessed with a 7-day fluid record versus a 24-h dietary recall: A crossover study in indonesian adolescents and adults. *Eur J Nutr* **2015**, *54 Suppl 2*, 17-25.
85. Bardosono, S.; Prasmusinto, D.; Hadiati, D.R.; Purwaka, B.T.; Morin, C.; Pohan, R.; Sunardi, D.; Chandra, D.N.; Guelinckx, I. Fluid intake of pregnant and breastfeeding women in indonesia: A cross-sectional survey with a seven-day fluid specific record. *Nutrients* **2016**, *8*.
86. Tani, Y.; Asakura, K.; Sasaki, S.; Hirota, N.; Notsu, A.; Todoriki, H.; Miura, A.; Fukui, M.; Date, C. The influence of season and air temperature on water intake by food groups in a sample of free-living japanese adults. *Eur J Clin Nutr* **2015**, *69*, 907-913.
87. Sui, Z.; Zheng, M.; Zhang, M.; Rangan, A. Water and beverage consumption: Analysis of the australian 2011-2012 national nutrition and physical activity survey. *Nutrients* **2016**, *8*.
88. Greenleaf, J.E.; Bernauer, E.M.; Juhos, L.T.; Young, H.L.; Morse, J.T.; Staley, R.W. Effects of exercise on fluid exchange and body composition in man during 14-day bed rest. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* **1977**, *43*, 126-132.
89. Gunga, H.C.; Maillet, A.; Kirsch, K.; Rocker, L.; Gharib, C.; Vaernes, R. European isolation and confinement study. Water and salt turnover. *Adv Space Biol Med* **1993**, *3*, 185-200.
90. Welch, B.E.; Buskirk, E.R.; Iampietro, P.F. Relation of climate and temperature to food and water intake in man. *Metabolism* **1958**, *7*, 141-148.
91. Ma, G.; Zuo, J.; Zhang, Q.; Chen, Z.W.; Hu, X. **Water intake and its influencing factors of adults in one district of shenzhen.** *Acta Nutr Sin* **2011**, *33*, 253-257.
92. *Nordic nutrition recommendations 2012. Integrating nutrition and physical activity*; Copenhagen, Denmark, 2012.
93. Fink, H.A.; Wilt, T.J.; Eidman, K.E.; Garimella, P.S.; MacDonald, R.; Rutks, I.R.; Brasure, M.; Kane, R.L.; Ouellette, J.; Monga, M. Medical management to prevent recurrent nephrolithiasis in adults: A systematic review for an american college of physicians clinical guideline. *Ann Intern Med* **2013**, *158*, 535-543.
94. EFSA. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to water and maintenance of normal physical and cognitive functions (id 1102, 1209, 1294, 1331), maintenance of normal thermoregulation (id 1208) and "basic requirement of all living things" (id 1207) pursuant to article 13(1) of regulation (ec) no 1924/2006. *EFSA Journal* **2011**, *9*, 2075 - 2091.
95. Tack, I. Effects of water consumption on kidney function and excretion. *Nutrition Today* **2010**, *45*, S37-S40.
96. Perrier, E.; Vergne, S.; Klein, A.; Poupin, M.; Rondeau, P.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br J Nutr* **2013**, *109*, 1678-1687.

97. Sontrop, J.M.; Dixon, S.N.; Garg, A.X.; Buendia-Jimenez, I.; Dohein, O.; Huang, S.H.; Clark, W.F. Association between water intake, chronic kidney disease, and cardiovascular disease: A cross-sectional analysis of nhanes data. *Am J Nephrol* **2013**, *37*, 434-442.
98. Roussel, R.; Fezeu, L.; Bouby, N.; Balkau, B.; Lantieri, O.; Alhenc-Gelas, F.; Marre, M.; Bankir, L.; Group, D.E.S.I.R.S. Low water intake and risk for new-onset hyperglycemia. *Diabetes Care* **2011**, *34*, 2551-2554.
99. Carroll, H.A.; Davis, M.G.; Papadaki, A. Higher plain water intake is associated with lower type 2 diabetes risk: A cross-sectional study in humans. *Nutr Res* **2015**, *35*, 865-872.
100. Clark, W.F.; Sontrop, J.M.; Moist, L.; Huang, S.H. Increasing water intake in chronic kidney disease: Why? Safe? Possible? *Ann Nutr Metab* **2015**, *66 Suppl 3*, 18-21.
101. Perrier, E.; Demazieres, A.; Girard, N.; Pross, N.; Osbild, D.; Metzger, D.; Guelinckx, I.; Klein, A. Circadian variation and responsiveness of hydration biomarkers to changes in daily water intake. *Eur J Appl Physiol* **2013**, *113*, 2143-2151.
102. McKiernan, F.; Houchins, J.A.; Mattes, R.D. Relationships between human thirst, hunger, drinking, and feeding. *Physiol Behav* **2008**, *94*, 700-708.
103. Brown, K.H.; Black, R.E.; Robertson, A.D.; Becker, S. Effects of season and illness on the dietary intake of weanlings during longitudinal studies in rural bangladesh. *Am J Clin Nutr* **1985**, *41*, 343-355.
104. Cotter, J.D.; Thornton, S.N.; Lee, J.K.; Laursen, P.B. Are we being drowned in hydration advice? Thirsty for more? *Extrem Physiol Med* **2014**, *3*, 18.
105. Summary and outlook. *Eur J Clin Nutr* **2003**, *57 Suppl 2*, S96-100.
106. Westerterp, K.R.; Plasqui, G.; Goris, A.H. Water loss as a function of energy intake, physical activity and season. *Br J Nutr* **2005**, *93*, 199-203.
107. Keino, S.; van den Borne, B.; Plasqui, G. Body composition, water turnover and physical activity among women in narok county, kenya. *BMC Public Health* **2014**, *14*, 1212.
108. Schatzkin, A.; Kipnis, V.; Carroll, R.J.; Midthune, D.; Subar, A., F ; Bingham, S.; Schoeller, D., A ; Troiano, R., P ; Freedman, L., S . A comparison of a food frequency questionnaire with a 24-hour recall for use in an epidemiological cohort study: Results from the biomarker-based observing protein and energy nutrition (open) study. *Int J Epidemiology* **2003**, *32*, 1054-1062.
109. Chevront, S.N.; Ely, B.R.; Kenefick, R.W.; Sawka, M.N. Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers. *Am J Clin Nutr* **2010**, *92*, 565-573.
110. Chevront, S.N.; Fraser, C.G.; Kenefick, R.W.; Ely, B.R.; Sawka, M.N. Reference change values for monitoring dehydration. *Clin Chem Lab Med* **2011**, *49*, 1033-1037.
111. Armstrong, L.E.; Pumerantz, A.C.; Fiala, K.A.; Roti, M.W.; Kavouras, S.A.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Human hydration indices: Acute and longitudinal reference values. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **2010**, *20*, 145-153.
112. Armstrong, L.E. Assessing hydration status: The elusive gold standard. *J Am Coll Nutr* **2007**, *26*, 575S-584S.
113. Vergne, S. Methodological aspects of fluid intake records and surveys. *Nutrition Today* **2012**, *47*, S7-S10.
114. Ix, J.H.; Wassel, C.L.; Stevens, L.A.; Beck, G.J.; Froissart, M.; Navis, G.; Rodby, R.; Torres, V.E.; Zhang, Y.L.; Greene, T., *et al.* Equations to estimate creatinine excretion rate: The ckd epidemiology collaboration. *Clin J Am Soc Nephrol* **2011**, *6*, 184-191.
115. Wang, Z.; Deurenberg, P.; Wang, W.; Pietrobelli, A.; Baumgartner, R.N.; Heymsfield, S.B. Hydration of fat-free body mass: Review and critique of a classic body-composition constant. *Am J Clin Nutr* **1999**, *69*, 833-841.

116. Rolls, B.J.; Phillips, P.A. Aging and disturbances of thirst and fluid balance. *Nutr Rev* **1990**, *48*, 137-144.
117. Craig, C.L.; Marshall, A.L.; Sjostrom, M.; Bauman, A.E.; Booth, M.L.; Ainsworth, B.E.; Pratt, M.; Ekelund, U.; Yngve, A.; Sallis, J.F., *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* **2003**, *35*, 1381-1395.
118. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Whitt, M.C.; Irwin, M.L.; Swartz, A.M.; Strath, S.J.; O'Brien, W.L.; Bassett, D.R.; Schmitz, K.H.; Emplaincourt, P.O., *et al.* Compendium of physical activities: An update of activity codes and met intensities. *Med Sci Sports Exerc* **2000**, *32*, 498-504.
119. Hagströmer, M.; Oja, P.; Sjöström, M. The international physical activity questionnaire (ipaq): A study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition* **2006**, *9*, 755-762.
120. Lee, P.H.; Macfarlane, D.J.; Lam, T.H.; Stewart, S.M. Validity of the international physical activity questionnaire short form (ipaq-sf): A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* **2011**, *8*.
121. Fischbach, F.T. *A manual of laboratory and diagnostic tests*. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, 2003.
122. Park, S.; Sherry, B.; O'Toole, T.; Huang, Y. Factors associated with low drinking water intake among adolescents: The florida youth physical activity and nutrition survey, 2007. *J Am Diet Assoc* **2011**, *111*, 1211-1217.
123. Polkinghorne, B.G.; Gopaldasani, V.; Furber, S.; Davies, B.; Flood, V.M. Hydration status of underground miners in a temperate australian region. *BMC Public Health* **2013**, *13*, 426.
124. Yang, M.; Chun, O.K. Consumptions of plain water, moisture in foods and beverages, and total water in relation to dietary micronutrient intakes and serum nutrient profiles among us adults. *Public Health Nutr* **2015**, *18*, 1180-1186.
125. Shephard, R.J.; Aoyagi, Y. Seasonal variations in physical activity and implications for human health. *Eur J Appl Physiol* **2009**, *107*, 251-271.
126. Intersalt: An international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Intersalt cooperative research group. *BMJ* **1988**, *297*, 319-328.
127. Hamouti, N.; Del Coso, J.; Avila, A.; Mora-Rodriguez, R. Effects of athletes' muscle mass on urinary markers of hydration status. *Eur J Appl Physiol* **2010**, *109*, 213-219.
128. Beards, A.; Bryman, A.; Keil, T.; Goode, J.; Haslam, C.; Lanchashire, E. Women, men and food: The significance of gender for nutritional attitudes and choices. *British Food Journal* **2002**, *104*, 470-491.
129. Wardle, J.; Haase, A.M.; Steptoe, A.; Nillapun, M.; Jonwutiwes, K.; Bellisle, F. Gender differences in food choices: The contribution of health beliefs and dieting. *Annals of Behavioral Medicine* **2004**, *27*, 107-116.
130. Duffey, K.J.; Popkin, B.M. Adults with healthier dietary patterns have healthier beverage patterns. *J Nutr* **2006**, *136*, 2901-2907.
131. Convertino, V.A. Blood volume response to physical activity and inactivity. *Am J Med Sci* **2007**, *334*, 72-79.
132. Stanley, J.; Halliday, A.; D'Auria, S.; Buchheit, M.; Leicht, A.S. Effect of sauna-based heat acclimation on plasma volume and heart rate variability. *Eur J Appl Physiol* **2015**, *115*, 785-794.
133. Mora-Rodriguez, R.; Sanchez-Roncero, A.; Fernandez-Elias, V.E.; Guadalupe-Grau, A.; Ortega, J.F.; Dela, F.; Helge, J.W. Aerobic exercise training increases muscle water content in obese middle-age men. *Med Sci Sports Exerc* **2016**, *48*, 822-828.

134. Hedrick, V.E.; Comber, D.L.; Estabrooks, P.A.; Savla, J.; Davy, B.M. The beverage intake questionnaire: Determining initial validity and reliability. *J Am Diet Assoc* **2010**, *110*, 1227-1232.
135. Wolfram, G. New reference values for nutrient intake in germany, austria and switzerland (dach-reference values). *Forum Nutr* **2003**, *56*, 95-97.
136. Manios, Y.; Panagiotakos, D.B.; Pitsavos, C.; Polychronopoulos, E.; Stefanadis, C. Implication of socio-economic status on the prevalence of overweight and obesity in greek adults: The attica study. *Health Policy* **2005**, *74*, 224-232.
137. Trichopoulou, A.; Gnardellis, C.; Lagiou, A.; Benetou, V.; Naska, A.; Trichopoulos, D. Physical activity and total energy intake selectively predict the waist-to-hip ratio in men but not in women. *Am J Clin Nutr* **2011**, *74*, 574-578.
138. Raman, A.; Schoeller, D.A.; Subar, A.F.; Troiano, R.P.; Schatzkin, A.; Harris, T.; Bauer, D.; Bingham, S.A.; Everhart, J.E.; Newman, A.B., *et al.* Water turnover in 458 american adults 40-79 yr of age. *Am J Physiol Renal Physiol* **2004**, *286*, F394-401.
139. W.H.O. A manual for physicians and other senior health workers- fact sheet 107. **2012**.
140. McKenzie, A.L.; Perrier, E.T.; Guelinckx, I.; Kavouras, S.A.; Aerni, G.; Lee, E.C.; Volek, J.S.; Maresh, C.M.; Armstrong, L.E. Relationships between hydration biomarkers and total fluid intake in pregnant and lactating women. *Eur J Nutr* **2017**, *56*, 2161-2170.
141. Sorensen, M.D.; Kahn, A.J.; Reiner, A.P.; Tseng, T.Y.; Shikany, J.M.; Wallace, R.B.; Chi, T.; Wactawski-Wende, J.; Jackson, R.D.; O'Sullivan, M.J., *et al.* Impact of nutritional factors on incident kidney stone formation: A report from the whi os. *J Urol* **2012**, *187*, 1645-1649.
142. Strippoli, G.F.; Craig, J.C.; Rochtchina, E.; Flood, V.M.; Wang, J.J.; Mitchell, P. Fluid and nutrient intake and risk of chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton)* **2011**, *16*, 326-334.
143. Malisova, O.; Athanasatou, A.; Pepa, A.; Husemann, M.; Domnik, K.; Braun, H.; Mora-Rodriguez, R.; Ortega, J.F.; Fernandez-Elias, V.E.; Kapsokefalou, M. Water intake and hydration indices in healthy european adults: The european hydration research study (ehrs). *Nutrients* **2016**, *8*.
144. Trichopoulou, A. <http://www.hhf-greece.gr/tables/Dishes.aspx?l=el> (05 05 18),
145. Holbrook, J.T.; Patterson, K.Y.; Bodner, J.E.; Douglas, L.W.; Veillon, C.; Kelsay, J.L.; *al., e.* Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr* **1984**, *40*, 786-793.
146. McLean, R.M. Measuring population sodium intake: A review of methods. *Nutrients* **2014**, *6*, 4651-4662.
147. Cogswell, M.E.; Maalouf, J.; Elliott, P.; Loria, C.M.; Patel, S.; Bowman, B.A. Use of urine biomarkers to assess sodium intake: Challenges and opportunities. *Annu Rev Nutr* **2015**, *35*, 349-387.
148. Johnson, E.C.; Munoz, C.X.; Le Bellego, L.; Klein, A.; Casa, D.J.; Maresh, C.M.; Armstrong, L.E. Markers of the hydration process during fluid volume modification in women with habitual high or low daily fluid intakes. *Eur J Appl Physiol* **2015**, *115*, 1067-1074.
149. Bottin, J.H.; Lemetais, G.; Poupin, M.; Jimenez, L.; Perrier, E.T. Equivalence of afternoon spot and 24-h urinary hydration biomarkers in free-living healthy adults. *Eur J Clin Nutr* **2016**, *70*, 904-907.
150. Stookey, J.D.; Hamer, J.; Killilea, D.W. Change in hydration indices associated with an increase in total water intake of more than 0.5 l/day, sustained over 4 weeks, in healthy young men with initial total water intake below 2 l/day. *Physiol Rep* **2017**, *5*.
151. Zhang, N.; Du, S.; Tang, Z.; Zheng, M.; Yan, R.; Zhu, Y.; Ma, G. Hydration, fluid intake, and related urine biomarkers among male college students in cangzhou,

- china: A cross-sectional study-applications for assessing fluid intake and adequate water intake. *Int J Environ Res Public Health* **2017**, *14*.
152. Bougatsas, D.; Arnaoutis, G.; Panagiotakos, D.B.; Seal, A.D.; Johnson, E.C.; Bottin, J.H.; Tsipouridi, S.; Kavouras, S.A. Fluid consumption pattern and hydration among 8-14 years-old children. *Eur J Clin Nutr* **2018**, *72*, 420-427.
 153. Vuckovic, N.; Ritenbaugh, C.; Taren, D.L.; Tobar, M. A qualitative study of participants' experiences with dietary assessment. *J Am Diet Assoc* **2000**, *100*, 1023-1028.
 154. The intersalt study. An international co-operative study of electrolyte excretion and blood pressure: Further results. *J Hum Hypertens* **1989**, *3*, 279-407.
 155. Aburto, N.J.; Ziolkovska, A.; Hooper, L.; Elliott, P.; Cappuccio, F.P.; Meerpohl, J.J. Effect of lower sodium intake on health: Systematic review and meta-analyses. *BMJ* **2013**, *346*, f1326.
 156. Adroque, H.J.; Madias, N.E. Sodium surfeit and potassium deficit: Keys to the pathogenesis of hypertension. *J Am Soc Hypertens* **2014**, *8*, 203-213.
 157. Cook, N.R.; Obarzanek, E.; Cutler, J.A.; Buring, J.E.; Rexrode, K.M.; Kumanyika, S.K.; Appel, L.J.; Whelton, P.K.; Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research, G. Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease: The trials of hypertension prevention follow-up study. *Arch Intern Med* **2009**, *169*, 32-40.
 158. Yan, S.; Li, J.; Li, S.; Zhang, B.; Du, S.; Gordon-Larsen, P.; Adair, L.; Popkin, B. The expanding burden of cardiometabolic risk in china: The china health and nutrition survey. *Obes Rev* **2012**, *13*, 810-821.
 159. He, F.J.; MacGregor, G.A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens* **2009**, *23*, 363-384.
 160. Lee, D.S.; Massaro, J.M.; Wang, T.J.; Kannel, W.B.; Benjamin, E.J.; Kenchaiah, S.; Levy, D.; D'Agostino, R.B., Sr.; Vasan, R.S. Antecedent blood pressure, body mass index, and the risk of incident heart failure in later life. *Hypertension* **2007**, *50*, 869-876.
 161. Diseases, T. The burden prevention and risk factors. **2008**, 2-3.
 162. Brown, I.J.; Tzoulaki, I.; Candeias, V.; Elliott, P. Salt intake around the world: Implications for public health. *Int J Epidemiol* **2009**, *38*, 791-813.
 163. Appel, L.J.; Moore, T.J.; Obarzanek, E.; Vollmer, W.M.; Svetkey, L.P.; Sacks, F.M.; Bray, G.A.; Vogt, T.M.; Cutler, J.A.; Windhauser, M.M., *et al.* A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. Dash collaborative research group. *N Engl J Med* **1997**, *336*, 1117-1124.
 164. World Health, O. Sodium intake for adults and children. *Guideline: Potassium Intake for Adults and Children* **2012**, 1-46.
 165. Jackson, S.L.; King, S.M.C.; Zhao, L.; Cogswell, M.E. Prevalence of excess sodium intake in the united states —. **2016**, *64*.
 166. James, W.P.; Ralph, A.; Sanchez-Castillo, C.P. The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. *Lancet* **1987**, *1*, 426-429.
 167. Mattes, R.D.; Donnelly, D. Relative contributions of dietary sodium sources. *J Am Coll Nutr* **1991**, *10*, 383-393.
 168. *Vital signs: Food categories contributing the most to sodium consumption — united states, 2007–2008*; Centers for Disease Control and Prevention: USA, 2012.
 169. Elliott, P.; Brown, I. *Sodium intakes around the world*; World Health Organization: Geneva, 2007.
 170. Amer, M.; Woodward, M.; Appel, L.J. Effects of dietary sodium and the dash diet on the occurrence of headaches: Results from randomised multicentre dash-sodium clinical trial. *BMJ Open* **2014**, *4*, e006671.

171. Organization, W.H. Salt reduction. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs393/en/> (16/12/2016),
172. Khaw, K.T.; Bingham, S.; Welch, A.; Luben, R.; O'Brien, E.; Wareham, N.; Day, N. Blood pressure and urinary sodium in men and women: The norfolk cohort of the european prospective investigation into cancer (epic-norfolk). *Am J Clin Nutr* **2004**, *80*, 1397-1403.
173. Hassapidou, M.N.; Fotiadou, E. Dietary intakes and food habits of adolescents in northern greece. *Int J Food Sci Nutr* **2001**, *52*, 109-116.
174. Magriplis, E.; Farajian, P.; Pounis, G.D.; Risvas, G.; Panagiotakos, D.B.; Zampelas, A. High sodium intake of children through 'hidden' food sources and its association with the mediterranean diet: The greco study. *J Hypertens* **2011**, *29*, 1069-1076.
175. Lerchl, K.; Rakova, N.; Dahlmann, A.; Rauh, M.; Goller, U.; Basner, M.; Dinges, D.F.; Beck, L.; Agureev, A.; Larina, I., *et al.* Agreement between 24-hour salt ingestion and sodium excretion in a controlled environment. *Hypertension* **2015**, *66*, 850-857.
176. He, F.J.; Brinsden, H.C.; MacGregor, G.A. Salt reduction in the united kingdom: A successful experiment in public health. *J Hum Hypertens* **2014**, *28*, 345-352.
177. Brown, I.J.; Dyer, A.R.; Chan, Q.; Cogswell, M.E.; Ueshima, H.; Stamler, J.; Elliott, P.; Group, I.C.-O.R. Estimating 24-hour urinary sodium excretion from casual urinary sodium concentrations in western populations: The intersalt study. *Am J Epidemiol* **2013**, *177*, 1180-1192.
178. Vasara, E.; Marakis, G.; Breda, J.; Skepastianos, P.; Hassapidou, M.; Kafatos, A.; Rodopaios, N.; Koulouri, A.A.; Cappuccio, F.P. Sodium and potassium intake in healthy adults in thessaloniki greater metropolitan area-the salt intake in northern greece (sing) study. *Nutrients* **2017**, *9*.
179. Kawasaki, T.; Itoh, K.; Uezono, K.; Sasaki, H. A simple method for estimating 24 h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults. *Clin Exp Pharmacol Physiol* **1993**, *20*, 7-14.
180. Tanaka, T.; Okamura, T.; Miura, K.; Kadowaki, T.; Ueshima, H.; Nakagawa, H.; Hashimoto, T. A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens* **2002**, *16*, 97-103.
181. Stamler, J.; Elliott, P.; Dennis, B.; Dyer, A.R.; Kesteloot, H.; Liu, K.; Ueshima, H.; Zhou, B.F.; Group, I.R. Intermap: Background, aims, design, methods, and descriptive statistics (nondietary). *Journal of human hypertension* **2003**, *17*, 591-608.
182. Mente, A.; O'Donnell, M.J.; Dagenais, G.; Wielgosz, A.; Lear, S.A.; McQueen, M.J.; Jiang, Y.; Xingyu, W.; Jian, B.; Calik, K.B., *et al.* Validation and comparison of three formulae to estimate sodium and potassium excretion from a single morning fasting urine compared to 24-h measures in 11 countries. *J Hypertens* **2014**, *32*, 1005-1014; discussion 1015.
183. Service, C.; Grimes, C.; Riddell, L.; He, F.; Campbell, K.; Nowson, C. Association between parent and child dietary sodium and potassium intakes as assessed by 24-h urinary excretion. *Nutrients* **2016**, *8*, 191.
184. Asakura, K.; Uechi, K.; Sasaki, Y.; Masayasu, S.; Sasaki, S. Estimation of sodium and potassium intakes assessed by two 24 h urine collections in healthy japanese adults: A nationwide study. *Br J Nutr* **2014**, *112*, 1195-1205.
185. Koo, H.S.; Kim, Y.C.; Ahn, S.Y.; Oh, S.W.; Kim, S.; Chin, H.J.; Park, J.H. Estimating 24-hour urine sodium level with spot urine sodium and creatinine. *J Korean Med Sci* **2014**, *29 Suppl 2*, S97-S102.
186. Knuiman, J.T.; Hautvast, J.G.; Zwiauer, K.F.; Widhalm, K.; Desmet, M.; De Backer, G.; Rahneva, R.R.; Petrova, V.S.; Dahl, M.; Viikari, J., *et al.* Blood pressure and

- excretion of sodium, potassium, calcium and magnesium in 8- and 9-year old boys from 19 european centres. *Eur J Clin Nutr* **1988**, *42*, 847-855.
187. Holbrook, J.T.; Patterson, K.Y.; Bodner, J.E.; Douglas, L.W.; Veillon, C.; Kelsay, J.L.; Mertz, W.; Smith, J.C., Jr. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr* **1984**, *40*, 786-793.
 188. Ji, C.; Sykes, L.; Paul, C.; Dary, O.; Legetic, B.; Campbell, N.R.; Cappuccio, F.P.; Sub-Group for, R.; Surveillance of the, P.-W.H.O.R.E.G.f.C.D.P.T.P.-w.D.S.R. Systematic review of studies comparing 24-hour and spot urine collections for estimating population salt intake. *Rev Panam Salud Publica* **2012**, *32*, 307-315.
 189. Dyer, A.R.; Martin, G.J.; Burton, W.N.; Levin, M.; Stamler, J. Blood pressure and diurnal variation in sodium, potassium, and water excretion. *J Hum Hypertens* **1998**, *12*, 363-371.
 190. Watson, R.L.; Langford, H.G. Usefulness of overnight urines in population groups. Pilot studies of sodium, potassium, and calcium excretion. *Am J Clin Nutr* **1970**, *23*, 290-304.
 191. Cohall, D.H.; Scantlebury-Manning, T.; Nakhleh, C.; Toure, D.; James, S.; Hall, K. Predicting 24-hour urinary sodium excretion in afro-caribbean barbadians by comparing urine sodium excretion over different durations versus spot collection. *West Indian Med J* **2013**, *62*, 181-185.
 192. Da Silva, H.E.; Arendt, B.M.; Noureldin, S.A.; Therapondos, G.; Guindi, M.; Allard, J.P. A cross-sectional study assessing dietary intake and physical activity in canadian patients with nonalcoholic fatty liver disease vs healthy controls. *J Acad Nutr Diet* **2014**, *114*, 1181-1194.
 193. Du, S.; Batis, C.; Wang, H.; Zhang, B.; Zhang, J.; Popkin, B.M. Understanding the patterns and trends of sodium intake, potassium intake, and sodium to potassium ratio and their effect on hypertension in china. *Am J Clin Nutr* **2014**, *99*, 334-343.
 194. Kamran, A.; Azadbakht, L.; Sharifirad, G.; Mahaki, B.; Sharghi, A. Sodium intake, dietary knowledge, and illness perceptions of controlled and uncontrolled rural hypertensive patients. *Int J Hypertens* **2014**, *2014*, 245480.
 195. Organization, W.H. A review of methods to determine the main sources of salt in the diet. **2010**.
 196. Carter, M.C.; Hancock, N.; Albar, S.A.; Brown, H.; Greenwood, D.C.; Hardie, L.J.; Frost, G.S.; Wark, P.A.; Cade, J.E. Development of a new branded uk food composition database for an online dietary assessment tool. *Nutrients* **2016**, *8*.
 197. Report, M.W. Centers for disease control & prevention (cdc) sodium intake among adults — united states , 2005 – 2006 published by : Centers for disease control & prevention (cdc) stable url : <http://www.jstor.org/stable/41965320> accessed : 20-06-2016 21 : 04 utc your use of the jstor archive indicates your acceptance of the terms & conditions of use , available at sodium intake among adults - united states , 2005-2006. **2016**, *59*, 746-749.
 198. van Buren, L.; Dotsch-Klerk, M.; Seewi, G.; Newson, R.S. Dietary impact of adding potassium chloride to foods as a sodium reduction technique. *Nutrients* **2016**, *8*, 235.
 199. Authority, H.F. Useful information say yes to herbs and no to salt !
 200. Organization, W.H. *Strategies to monitor and evaluate population sodium consumption and sources of sodium in the diet: Report of a joint technical meeting convened by who and the government of canada.*; 2011.
 201. Liu, Z.M.; Ho, S.C.; Tang, N.; Chan, R.; Chen, Y.M.; Woo, J. Urinary sodium excretion and dietary sources of sodium intake in chinese postmenopausal women with prehypertension. *PLoS One* **2014**, *9*, e104018.
 202. Mercado, C.I.; Cogswell, M.E.; Valderrama, A.L.; Wang, C.Y.; Loria, C.M.; Moshfegh, A.J.; Rhodes, D.G.; Carriquiry, A.L. Difference between 24-h diet recall and urine

- excretion for assessing population sodium and potassium intake in adults aged 18-39 y. *Am J Clin Nutr* **2015**, *101*, 376-386.
203. Kim, H.J.; Oh, K. Methodological issues in estimating sodium intake in the korea national health and nutrition examination survey. *Epidemiol Health* **2014**, *36*, e2014033.
 204. Farchi, S.; De Sario, M.; Lapucci, E.; Davoli, M.; Michelozzi, P. Meat consumption reduction in italian regions: Health co-benefits and decreases in ghg emissions. *PLoS One* **2017**, *12*, e0182960.
 205. Fave, G.; Beckmann, M.; Lloyd, A.J.; Zhou, S.; Harold, G.; Lin, W.; Tailliant, K.; Xie, L.; Draper, J.; Mathers, J.C. Development and validation of a standardized protocol to monitor human dietary exposure by metabolite fingerprinting of urine samples. *Metabolomics* **2011**, *7*, 469-484.
 206. Kavouras, S.A.; Bougatsas, D.; Johnson, E.C.; Arnaoutis, G.; Tsipouridi, S.; Panagiotakos, D.B. Water intake and urinary hydration biomarkers in children. *Eur J Clin Nutr* **2017**, *71*, 530-535.
 207. Nielsen, S.J.; Popkin, B.M. Changes in beverage intake between 1977 and 2001. *Am J Prev Med* **2004**, *27*, 205-210.
 208. Duffey, K.J.; Huybrechts, I.; Mouratidou, T.; Libuda, L.; Kersting, M.; De Vriendt, T.; Gottrand, F.; Widhalm, K.; Dallongeville, J.; Hallstrom, L., *et al.* Beverage consumption among european adolescents in the helena study. *Eur J Clin Nutr* **2012**, *66*, 244-252.
 209. Farajian, P.; Panagiotakos, D.B.; Risvas, G.; Micha, R.; Tsioufis, C.; Zampelas, A. Dietary and lifestyle patterns in relation to high blood pressure in children: The greco study. *J Hypertens* **2015**, *33*, 1174-1181.
 210. Trichopoulou, A.; Gnardellis, C.; Lagiou, A.; Benetou, V.; Naska, A.; Trichopoulos, D. Physical activity and energy intake selectively predict the waist-to-hip ratio in men but not in women. *The American Journal of Clinical Nutrition* **2001**, *74*, 574-578.
 211. Pitsavos, C.; Panagiotakos, D.B.; Chrysohoou, C.; Stefanadis, C. Epidemiology of cardiovascular risk factors in greece: Aims, design and baseline characteristics of the attica study. *BMC Public Health* **2003**, *3*, 32.
 212. Willet, W.C. Issues in analysis and presentation of dietary data. In *Nutritional epidemiology*, Oxford University Press: New York, 1998; Vol. 2nd.
 213. Mora-Rodriguez, R.; Ortega, J.F.; Fernandez-Elias, V.E.; Kapsokefalou, M.; Malisova, O.; Athanasatou, A.; Husemann, M.; Domnik, K.; Braun, H. Influence of physical activity and ambient temperature on hydration: The european hydration research study (ehrs). *Nutrients* **2016**, *8*.
 214. Mons, M.N.; van der Wielen, J.M.; Blokker, E.J.; Sinclair, M.I.; Hulshof, K.F.; Dangendorf, F.; Hunter, P.R.; Medema, G.J. Estimation of the consumption of cold tap water for microbiological risk assessment: An overview of studies and statistical analysis of data. *J Water Health* **2007**, *5 Suppl 1*, 151-170.
 215. Robertson, B.; Forbes, A.; Sinclair, M.; Black, J.; Veitch, M.; Pilotto, L.; Kirk, M.; Fairley, C.K. How well does a telephone questionnaire measure drinking water intake? *Aust NZ J Public Health* **2000**, *24*, 619-622.
 216. Kaur, S.; Nieuwenhuijsen, M.J.; Ferrier, H.; Steer, P. Exposure of pregnant women to tap water related activities. *Occup Environ Med* **2004**, *61*, 454-460.
 217. Levallois, P.; Guevin, N.; Gingras, S.; Levesque, B.; Weber, J.P.; Letarte, R. New patterns of drinking-water consumption: Results of a pilot study. *Sci Total Environ* **1998**, *209*, 233-241.

Παράρτημα Ι

Article

Water Intake and Hydration Indices in Healthy European Adults: The European Hydration Research Study (EHRS)

Olga Malisova¹, Adelais Athanasatou¹, Alex Pepa¹, Marlien Husemann², Kirsten Domnik², Hans Braun², Ricardo Mora-Rodriguez³, Juan F. Ortega³, Valentin E. Fernandez-Elias³ and Maria Kapsokefalou^{1,*}

¹ Unit of Human Nutrition, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, 75 Iera Odos Str., Athens 11855, Greece; olgamalisova@yahoo.gr (O.M.); dathanasatou@gmail.com (A.A.); alekspepa@gmail.com (A.P.)

² Institute of Biochemistry, German Sport University, Cologne 50993, Germany; m.husemann@biochem.dshs-koeln.de (M.H.); kirsten.domnik@gmx.de (K.D.); h.braun@dshs-koeln.de (H.B.)

³ Exercise Physiology Lab at Toledo, University of Castilla-la Mancha, Toledo 13071, Spain; ricardo.mora@uclm.es (R.M.-R.); juanfernando.ortega@uclm.es (J.F.O.); valentin.fernandez@uclm.es (V.E.F.-E.)

* Correspondence: kapsok@aau.gr; Tel.: +30-210-529-4708

Received: 29 January 2016; Accepted: 30 March 2016; Published: 6 April 2016

Abstract: Hydration status is linked with health, wellness, and performance. We evaluated hydration status, water intake, and urine output for seven consecutive days in healthy adults. Volunteers living in Spain, Germany, or Greece ($n = 573$, 39 ± 12 years (51.1% males), 25.0 ± 4.6 kg/m² BMI) participated in an eight-day study protocol. Total water intake was estimated from seven-day food and drink diaries. Hydration status was measured in urine samples collected over 24 h for seven days and in blood samples collected in fasting state on the mornings of days 1 and 8. Total daily water intake was 2.75 ± 1.01 L, water from beverages 2.10 ± 0.91 L, water from foods 0.66 ± 0.29 L. Urine parameters were: 24 h volume 1.65 ± 0.70 L, 24 h osmolality 631 ± 221 mOsmol/kg H₂O, 24 h specific gravity 1.017 ± 0.005 , 24 h excretion of sodium 166.9 ± 54.7 mEq, 24 h excretion of potassium 72.4 ± 24.6 mEq, color chart 4.2 ± 1.4 . Predictors for urine osmolality were age, country, gender, and BMI. Blood indices were: haemoglobin concentration 14.7 ± 1.7 g/dL, hematocrit $43\% \pm 4\%$ and serum osmolality 294 ± 9 mOsmol/kg H₂O. Daily water intake was higher in summer (2.8 ± 1.02 L) than in winter (2.6 ± 0.98 L) ($p = 0.019$). Water intake was associated negatively with urine specific gravity, urine color, and urine sodium and potassium concentrations ($p < 0.01$). Applying urine osmolality cut-offs, approximately 60% of participants were euhydrated and 20% hyperhydrated or dehydrated. Most participants were euhydrated, but a substantial number of people (40%) deviated from a normal hydration level.

Keywords: hydration status; water intake; hydration indices; urine; blood; seasonality; country

1. Introduction

The evaluation of hydration status in the general population in free-living and/or under special conditions such as in disease or in the work environment is of unequivocal importance for public health. This is because dehydration is linked with reduced physical and cognitive performance [1] or disease [2,3].

Hydration status reflects the balance between water intake and loss. Water intake includes, approximately, 20% contribution of water from solid foods and 80% contribution of water from beverages and drinking water [4–6]. It follows that water intake, although mostly driven by thirst,

depends on a variety of factors such as eating and drinking habits and preferences or availability of foods and beverages [7–9]. Water loss consists mainly from excretion of water in urine, respiratory water, feces and sweat [10]. Since the contribution of sweat in water loss is higher in a physically active person and in hot weather [11], water loss is affected by physical activity levels and season. Therefore, water loss is highly variable, even in healthy individuals, depending on the lifestyle of the individual and on environmental conditions or geographical location.

Data on water intake in relation to hydration status in population groups in free-living conditions are scarce. This constitutes a knowledge gap and consequently an obstacle in supporting initiatives for improving the hydration of the population. There is an urgent need to build databases on the estimation of water intake and of hydration status in the population.

Selecting the appropriate research tools for evaluating water intake and hydration status is crucial. Seven day diaries, in which all foods and beverages consumed are recorded, may present advantages in reflecting intake [12] compared with other tools, such as 24 h recall or food frequency questionnaires [13]. A synthesis of indices in urine and blood samples [3,12,14–17] is necessary for the evaluation of hydration status of individuals or population groups, as there is no single index to reflect hydration status [12,18,19]. Yet, measuring a series of hydration indices in samples collected over seven days instead of spot urine [20] may provide advantages since this approach incorporates factors that fluctuate during the week and affect hydration status, such as eating and drinking habits, physical activity, and environmental conditions.

The objectives of the study were to assess hydration status, water intake and urine output in summer and winter over seven days in a sample of healthy adults in three European countries.

2. Materials and Methods

Participating centers were the Agricultural University of Athens, Greece (GR), the German Sport University, Cologne (GER), Germany, and the University of Castilla La Mancha, Spain (ESP). The study was conducted in population living in the metropolitan areas of Athens, Cologne, and Toledo, respectively, in parallel and following identical protocols during winter (1–3/2013, 12/2013, 1–2/2014) and summer (6–8/2013, 6–7/2014). Five hundred and seventy three subjects aged 20–60 (39 ± 12 years) (51.1% males) with a BMI 25.5 ± 4.2 kg/m² for males and 24.5 ± 4.9 kg/m² for females were enrolled in the study. Subjects were adults aged 20–60 years with approximately equal numbers in each decade of life. Demographic factors such as ethnic origin, living conditions, marital status, and other were not considered to further stratify the sample.

The study protocol was approved by the Research Ethics Committee in each center involved (197/27-02-2012 for Agricultural University of Athens, Greece, 4/02/2013-18 for University of Castilla La Mancha, Spain, 1/26-11-2012 for German Sport University, German). Written informed consent was obtained from all subjects. Exclusion criteria were disease (diabetes insipidus, renal disease, liver disease, gastrointestinal diseases or problems, cardiac or pulmonary diseases, disease that limits mobility including muscle-skeletal diseases, or orthopedic problems), pregnancy, lactation, hypertensive under severe salt restriction, taking drugs that are, or contain, diuretics, phenytoin, lithium, demeclocycline, or amphotericin, and following a high-protein and/or hypocaloric diet. Subjects were rescheduled or omitted if they caught flu (cold) or had fever, vomiting, and/or diarrhea or menstruation during the data collection period. Data from subjects who lost or gained more than 2% of body mass between day 1 and 8 were discarded. Additionally, data from subjects with values of creatinine excretion rate (CER) >3500 mg/day or <350 mg/day were revealing inaccurate 24 h urine collection [21], consequently four subjects who had CER >3500 mg/day were excluded from the analyses. Twenty-eight subjects did not complete the protocol (13 in winter, 15 in summer) for personal reasons.

2.1. Recruitment

Recruitment started two weeks before, and continued throughout, the study period. Recruitment strategy included invitations (a) sent by email to the non-academic and academic personnel of the three study centers; (b) uploaded on social media and published in local newspapers; (c) uploaded on internet sites related to nutrition; (d) distributed in paper at various non-academic places; (e) sent by email to other academic and social work institutions in the greater area of the centers involved (f) distributed at any seminar that the research teams were giving. Volunteers expressing interest for participating to the study completed a screen questionnaire in order to detect any of the exclusion criteria. If admitted to the study, subjects received the study protocol in writing, verbal responses to any questions they had on the purpose of the study, detailed instructions on study procedures including recording of food, drink and urination, and signed an informed consent form.

2.2. Study Protocol

Subjects entering the study received a small back pack containing instruction sheet for study protocol; a diary for recording urine volume; a kitchen scale readable to 1 g; a urine collection container; eight Zip-loc bags, seven of them containing 10 screw cap tubes (10 mL) for urine sampling, each labeled with subject code number, day, and urination time and one Zip-loc bag containing one screw cap tube (10 mL) for urine sampling in the morning of the eighth day. Additionally, subjects received a styrofoam box (30 × 50 × 20 cm) and/or ice packs for the storage of samples. Furthermore, each subject received (a) a seven day diary (7DD) to report in detail foods, drinks, water, wake up time, bed time; (b) a physical activity questionnaire (Short version of the International Physical Activity Questionnaires; IPAQ) [22] for each day of the week; and (c) a questionnaire including a series of questions regarding the profile of the individual, behavior and knowledge about hydration. A mini interview on motives and barriers to good hydration was conducted on the first day of the study period of each individual.

Subjects entered the study on different days of the week in order to achieve a reasonable distribution of starting days over the week. On study day 1 subjects arrived fasted at the study center between 7:00 and 9:30, bringing a weighted sample of their first morning urine void. Upon arrival, participants' body height was measured with mechanical sliding scale (Seca 711 Mechanical Sliding Weight Beam Scale) and mass measured with electronic digital scale (TANITA, Body Composition Analyser, TBF 300) wearing underwear and no shoes. They were also instructed to sit for approximately 15–20 min while filling in study questionnaires. Subsequently, a blood sample (5 mL) from a vein in the forearm was collected without stasis.

On days 1–7, while going about their normal daily routine, subjects recorded their food and drink consumption based on portion sizes and/or package information, collected and recorded the weight of each urination and of time of collection and retained a sample in a numbered tube, as instructed. Subjects stored the urine tubes in their refrigerator or in the styrofoam box using ice packs until arrival to the refrigerator. On day 8, following an overnight fast, subjects visited the laboratory, delivered their first morning urine sample, blood samples were taken and body mass was measured as on day 1. Urine collection of each day was from 00:00 to 24:00. A reconstituted sample of 10 mL for each day consisted of samples from all samples that were collected during the 24 h period. The ratio of the volume of each urination per 24 h volume was calculated. The contribution of each urination to the reconstituted sample of 10 mL was calculated so that the volume ratio of each urination per 10 mL was the same to that of the volume ratio of each urination per the 24 h volume. Urine color was determined via the eight-point urine color chart developed by Armstrong (1994), urine and serum osmolality were measured in duplicate using freezing-point osmometer (Cryoscopic Osmometer, Osmomat 030, Gonotec). Urine and serum sodium and potassium were measured by ion selective electrode methods and urine creatinine was measured by the Jaffe enzymatic colorimetric method (Cobas Integra 400 plus). Urine specific gravity was measured with a pen refractometer (Master Refractometer, Atago, cat. No. 2771). Urine volume was measured with an electronic digital scale

(Soehnle Fiesta 65106). Hematocrit was determined via Micro Hematocrit Centrifuge (model, KHT-400), hemoglobin via spectrophotometer absorption (Pointe Scientific Inc. Hemoglobin Reagent Set, Canton, MI, USA). Finally, 7DD were analyzed with Diet Analysis plus version 6.1 (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co. Inc., Salem, OR, USA) for the Greek population, PCN CESNID version 1.0 (Centre D'Ensenyament Superior De Nutricio I Dietetica, University of Barcelona, Barcelona, Spain) for the Spanish population and EBIS pro (German Food Database 3.1, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany) for the German population.

Meteorological conditions (minimum and maximum temperature; relative humidity, precipitation) were provided by the nearest weather station of the center on each of the sampling days.

2.3. Statistical Analysis

Continuous variables are expressed as mean \pm standard deviation for variables following normal distribution. Normal distribution of all continuous variables was tested with the parametric test Shapiro–Wilk or graphically assessed by histograms. Correlations between variables were evaluated using Pearson's or Spearman's correlation coefficient. Differences between genders and seasons (P1–P4) were derived through Student's *t*-test for normally distributed variables. Differences among countries (P5) and among hyperhydrated, euhydrated, and dehydrated subjects were derived through One Way Anova test for normally distributed variables. *Post hoc* comparisons among countries were performed using Bonferroni test. The multivariate associations between variables were assessed using linear regression models, adjusted for all biologically plausible confounders. Subjects with missing some day value in one variable were not excluded from the analysis; the average of the week value was calculated from the remaining data. Statistical analysis was performed by SPSS package, version 16.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). We deemed statistical significance at $\alpha = 0.05$.

3. Results

The population of the study that completed the protocol consisted of 573 subjects (age 39 ± 12 years; 280 females). 297 subjects (age 39 ± 12 years; 155 females) completed the protocol in the summer period. The mean BMI of males was 25.5 ± 4.2 kg/m² and females 24.5 ± 4.9 kg/m² ($p = 0.012$).

3.1. 24 h Urine Samples

Mean hydration indices (sodium, potassium, osmolality, urine volume, specific gravity, color) for 24 h urine samples from the seven days collection for males and females in winter and summer period and for each country are presented in Table 1.

Urine samples of men were more concentrated, as they had higher osmolality, specific gravity, and darker color. Women's lower osmolality values are in agreement with the finding that quantities of sodium, potassium, and creatinine over a 24 h period ($p < 0.001$) are lower in women. There were also significant sex differences in summer period for most urine indices; females produced less concentrated urine of lower osmolality ($p < 0.001$) and excreted lower quantities of sodium and potassium ($p < 0.001$ and $p = 0.016$, respectively). Differences were observed in all urinary hydration indices ($p < 0.001$) among countries.

Table 1. 24 h urine hydration indices of participants in winter and summer.

| | | Sodium (mEq/Day) | Potassium (mEq/Day) | Creatinine (mg/Day) | Urine Osmolality (mOsm/kg H ₂ O) | Urine Volume (L) | USG | Color | |
|-----------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|--|---------------------|------------------|-------------|-------|
| Winter | Male | 178.4 ± 51.5 | 76.0 ± 20.1 | 1738.4 ± 523.0 | 652 ± 211 | 1.66 ± 0.62 | 1.018 ± 0.005 | 4.4 ± 1.4 | |
| | Female | 162.9 ± 56.7 | 68.8 ± 21.8 | 1335.6 ± 404.1 | 571 ± 197 | 1.70 ± 0.72 | 1.016 ± 0.005 | 4.1 ± 1.3 | |
| | Total | 171.4 ± 54.4 | 72.7 ± 21.2 | 1555.2 ± 512.8 | 615 ± 209 | 1.68 ± 0.66 | 1.017 ± 0.005 | 4.2 ± 1.4 | |
| Summer | Male | 181.9 ± 50.1 | 76.2 ± 25.7 | 1820.6 ± 451.6 | 698 ± 192 | 1.61 ± 0.70 | 1.018 ± 0.005 | 4.6 ± 1.2 | |
| | Female | 145.6 ± 53.1 | 68.5 ± 28.3 | 1290.0 ± 474.4 | 596 ± 251 | 1.63 ± 0.77 | 1.015 ± 0.006 | 3.9 ± 1.6 | |
| | Total | 162.8 ± 54.7 | 72.2 ± 27.3 | 1543.7 ± 533.6 | 645 ± 230 | 1.62 ± 0.73 | 1.017 ± 0.006 | 4.2 ± 1.5 | |
| | P1 | 0.021 | 0.005 | <0.001 | 0.001 | 0.586 | 0.003 | 0.069 | |
| | P2 | <0.001 | 0.016 | <0.001 | <0.001 | 0.789 | <0.001 | <0.001 | |
| | P3 | 0.065 | 0.789 | 0.795 | 0.111 | 0.370 | 0.679 | 0.983 | |
| Winter & Summer | Total Male | 180.1 ± 50.8 | 76.1 ± 22.9 | 1779.1 ± 489.9 | 675 ± 203 | 1.63 ± 0.66 | 1.018 ± 0.005 | 4.5 ± 1.3 | |
| | Total Female | 153.2 ± 55.3 | 68.6 ± 25.6 | 1310 ± 444.7 | 585 ± 229 | 1.66 ± 0.74 | 1.015 ± 0.006 | 4.0 ± 1.5 | |
| | Total Sample | 166.9 ± 54.7 | 72.4 ± 24.6 | 1549.1 ± 523.4 | 631 ± 221 | 1.65 ± 0.70 | 1.017 ± 0.005 | 4.2 ± 1.4 | |
| | P4 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.619 | <0.001 | <0.001 | |
| Country | German | 162.2 ± 50.3 *# | 77.9 ± 24.1 # | 1454.0 ± 401.0 * | 492 ± 170 *# | 2.13 ± 0.76 *# | 1.014 ± 0.005 *# | 4.4 ± 1.3 # | |
| | Spain | 192.8 ± 51.7 + | 74.0 ± 27.8 + | 1807.9 ± 621.2 + | 753 ± 180+ | 1.40 ± 0.49 | 1.019 ± 0.004 + | 4.4 ± 1.5 + | |
| | Greece | 143.8 ± 51.0 | 64.4 ± 18.7 | 1377.9 ± 415.3 | 658 ± 224 | 1.36 ± 0.50 | 1.017 ± 0.006 | 4.0 ± 1.5 | |
| | | P5 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.008 |

p-values derived through Student's *t*-test for differences between genders and season, and one-way ANOVA among countries; * significant difference between German and Spain; # significant difference between German and Greece; + significant difference between Spain and Greece; P1 refers to comparisons between gender for winter, P2 refers to comparisons between gender for summer, P3 refers to comparisons between summer and winter for the total sample (males and females together), P4 refers to comparisons between males and females (winter and summer together); P5 refers to comparisons between countries.

3.2. Blood Indices

Differences in serum osmolality ($p = 0.001$), hemoglobin and hematocrit were observed between genders ($p < 0.001$; Table 2). All indices were within the physiological ranges. In the summer population no differences were observed in serum glucose ($p = 0.081$), serum sodium ($p = 0.166$), and serum potassium ($p = 0.092$) between males and females.

Table 2. Blood and serum hydration indices of participants in winter and summer.

| | | Hb (g/dL) | Htc (%) | Glucose (mmol/L) | Serum Osmolality (mOsmol/kg H ₂ O) | Sodium (mEq/L) | Potassium (mEq/L) |
|-----------------|--------------|-------------------------|---------------------|------------------|---|--------------------------|------------------------|
| Winter | Male | 15.3 ± 1.5 | 45 ± 3 | 4.67 ± 0.46 | 297 ± 10 | 143.0 ± 4.9 | 4.4 ± 0.4 |
| | Female | 14.1 ± 1.6 | 42 ± 4 | 4.73 ± 0.52 | 294 ± 10 | 141.6 ± 3.9 | 4.4 ± 0.4 |
| | Total | 14.7 ± 1.7 | 43 ± 4 | 4.70 ± 0.49 | 296 ± 10 | 142.4 ± 4.5 | 4.4 ± 0.4 |
| Summer | Male | 15.5 ± 1.5 | 45 ± 3 | 5.02 ± 1.09 | 293 ± 7 | 143.3 ± 5.1 | 4.5 ± 0.5 |
| | Female | 14.0 ± 1.6 | 41 ± 4 | 4.88 ± 1.59 | 291 ± 8 | 144.7 ± 11.3 | 4.6 ± 0.6 |
| | Total | 14.7 ± 1.7 | 43 ± 4 | 4.94 ± 1.37 | 292 ± 8 | 144.0 ± 8.9 | 4.6 ± 0.6 |
| | P1 | <0.001 | <0.001 | 0.339 | 0.015 | 0.020 | 0.580 |
| | P2 | <0.001 | <0.001 | 0.388 | 0.081 | 0.166 | 0.064 |
| | P3 | 0.824 | 0.397 | 0.005 | <0.001 | 0.005 | <0.001 |
| Winter & Summer | Total Male | 15.4 ± 1.5 | 45 ± 3 | 4.84 ± 0.85 | 295 ± 9 | 143.1 ± 5.0 | 4.5 ± 0.5 |
| | Total Female | 14.0 ± 1.6 | 42 ± 4 | 4.81 ± 1.24 | 292 ± 9 | 143.3 ± 8.9 | 4.5 ± 0.5 |
| | Total Sample | 14.7 ± 1.7 | 43 ± 4 | 4.83 ± 1.06 | 294 ± 9 | 143.2 ± 7.2 | 4.5 ± 0.5 |
| | P4 | <0.001 | <0.001 | 0.724 | 0.001 | 0.717 | 0.159 |
| Country | German | 14.3 ± 1.3 * | 43 ± 3 *# | 4.52 ± 1.43 *# | 298 ± 11*# | 141.0 ± 1.7 # | 4.5 ± 0.4 # |
| | Spain | 15.2 ± 1.3 ⁺ | 46 ± 3 ⁺ | 4.96 ± 0.39 | 289 ± 8 ⁺ | 141.2 ± 2.6 ⁺ | 4.4 ± 0.5 ⁺ |
| | Greece | 14.6 ± 2.3 | 41 ± 4 | 5.07 ± 0.97 | 294 ± 6 | 148.5 ± 11.4 | 4.6 ± 0.6 |
| | P5 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

p-values derived through Student's *t*-test for differences between genders and season; and one-way ANOVA among countries; * significant difference between German and Spain; # significant difference between German and Greece; ⁺ significant difference between Spain and Greece; P1 refers to comparisons between gender for winter, P2 refers to comparisons between gender for summer, P3 refers to comparisons between summer and winter for the total sample (males and females together), P4 refers to comparisons between males and females (winter and summer together), and P5 refers to comparisons between countries.

3.3. Total Water Intake

Total water intake, water from beverages, water from foods, total energy intake, and energy from beverages are presented by gender, season, and country (Table 3). Water intake from beverages is correlated positively with total water intake ($\rho = 0.955$, $p < 0.001$), energy intake ($\rho = 0.297$, $p < 0.001$), and energy intake from beverages ($\rho = 0.576$, $p < 0.001$). Daily water intake and water intake from beverages were higher in the summer compared to the winter period ($p = 0.019$ and $p = 0.027$ respectively). Differences were also observed between genders; when compared to females, males recorded higher total water (2.93 ± 1.10 L/day) and energy intake (2329 ± 686 kcal/day), consumed more water from beverages (2.27 ± 1.02 L/day) and received more calories from beverages (320 ± 219 kcal/day) ($p < 0.001$). Water intake derived from foods was higher in males compared to females totally ($p = 0.027$), but no differences were observed between seasons.

Table 3. Daily intake of water from all sources, from beverages and foods, separately of participants in winter and summer periods.

| | | Total Water Intake (L/Day) | Water from Beverages (L/Day) | Water from Foods (L/Day) | Total Energy Intake (kcal/Day) | Energy from Beverages (kcal/Day) | |
|-----------------|--------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------|
| Winter | Male | 2.77 ± 1.10 | 2.12 ± 1.09 | 0.67 ± 0.31 | 2248 ± 659 | 302 ± 203 | |
| | Female | 2.49 ± 0.80 | 1.89 ± 0.71 | 0.61 ± 0.25 | 1913 ± 477 | 258 ± 143 | |
| | Total | 2.64 ± 0.98 | 2.01 ± 0.94 | 0.64 ± 0.29 | 2093 ± 605 | 282 ± 179 | |
| Summer | Male | 3.09 ± 1.07 | 2.41 ± 0.93 | 0.69 ± 0.29 | 2413 ± 706 | 338 ± 233 | |
| | Female | 2.61 ± 0.91 | 1.97 ± 0.75 | 0.64 ± 0.29 | 1989 ± 580 | 254 ± 141 | |
| | Total | 2.84 ± 1.02 | 2.18 ± 0.87 | 0.68 ± 0.29 | 2192 ± 676 | 294 ± 195 | |
| | | P1 | 0.014 | 0.034 | 0.075 | <0.001 | 0.038 |
| | | P2 | <0.001 | <0.001 | 0.152 | <0.001 | 0.001 |
| | | P3 | 0.019 | 0.027 | 0.339 | 0.068 | 0.430 |
| Winter & Summer | Total Male | 2.93 ± 1.10 | 2.27 ± 1.02 | 0.68 ± 0.30 | 2329 ± 686 | 320 ± 219 | |
| | Total Female | 2.55 ± 0.86 | 1.93 ± 0.73 | 0.63 ± 0.27 | 1955 ± 537 | 256 ± 142 | |
| | Total Sample | 2.75 ± 1.01 | 2.10 ± 0.91 | 0.66 ± 0.29 | 2148 ± 644 | 288 ± 188 | |
| | P4 | <0.001 | <0.001 | 0.027 | <0.001 | <0.001 | |
| Country | German | 3.29 ± 0.98 *# | 2.49 ± 0.87 *# | 0.81 ± 0.27 *# | 2412 ± 609 *# | 358 ± 240 *# | |
| | Spain | 2.55 ± 0.98 | 1.96 ± 0.95 | 0.61 ± 0.29 + | 2214 ± 633 + | 296 ± 145 + | |
| | Greece | 2.35 ± 0.77 | 1.82 ± 0.74 | 0.54 ± 0.23 | 1777 ± 512 | 203 ± 113 | |
| | | P5 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

p-values derived through Student's *t*-test for differences between genders and season; and one-way ANOVA among countries; * significant difference between German and Spain; # significant difference between German and Greece; + significant difference between Spain and Greece; P1 refers to comparisons between genders for winter; P2 refers to comparisons between gender for summer; P3 refers to comparisons between summer and winter for the total sample (males and females together), P4 refers to comparisons between males and females (winter and summer together), and P5 refers to comparisons between countries.

3.4. Classification of Subjects

Subjects were further classified as hyperhydrated, euhydrated, and dehydrated according to reference values of 24 h urine osmolality for men and women [16,17]; classification is presented in summary in Figure 1, and in detail in Table 4.

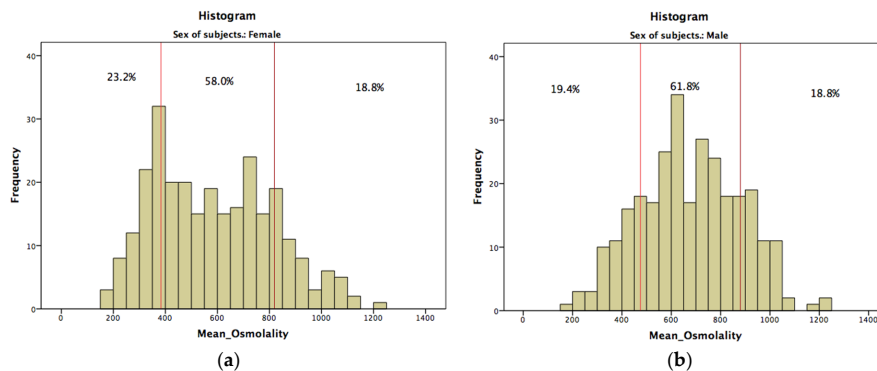


Figure 1. Distribution of hyperhydrated, euhydrated, and dehydrated (a) females and (b) males.

Table 4. Water intake and 24 h urine indices of females and males, according to the categories of hydration status based to urine osmolality.

| Categories of Hydration Status According to Urine Osmolality (mOsm/kg H ₂ O) | | | | |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------|
| | Hyperhydrated | Euhydrated | Dehydrated | <i>p</i> |
| | (<383) | (383 to 810) | (>810) | |
| <i>Females, % (n)</i> | 23.2 (64) | 58.0 (160) | 18.8 (52) | |
| Total water intake (L/day) | 3.36 ± 1.02 | 2.42 ± 0.61 | 2.02 ± 0.65 | <0.001 |
| Water from beverages (L/day) | 2.60 ± 0.91 | 1.81 ± 0.49 | 1.53 ± 0.57 | <0.001 |
| 24 h urine volume (L) | 2.51 ± 0.73 | 1.54 ± 0.52 | 1.00 ± 0.25 | <0.001 |
| 24 h urine specific gravity | 1.009 ± 0.002 | 1.016 ± 0.004 | 1.023 ± 0.003 | <0.001 |
| 24 h urine color | 3.0 ± 1.2 | 3.9 ± 1.2 | 5.5 ± 1.2 | <0.001 |
| 24 h urine Na (mEq/day) | 129.4 ± 37.1 | 158.7 ± 59.1 | 166.3 ± 54.2 | <0.001 |
| 24 h urine K (mEq/day) | 73.9 ± 36.5 | 67.6 ± 21.6 | 65.4 ± 20.1 | 0.153 |
| 24 h urine creatinine (mg/day) | 1137.6 ± 249.1 | 1362.5 ± 494.0 | 1363.6 ± 429.6 | 0.002 |
| | (<475) | (475 to 880) | (>880) | |
| <i>Males, % (n)</i> | 19.4 (55) | 61.8 (181) | 18.8 (54) | |
| Total water intake (L/day) | 3.59 ± 1.04 | 2.8 ± 0.99 | 2.64 ± 1.25 | <0.001 |
| Water from beverages (L/day) | 2.83 ± 1.00 | 2.15 ± 0.86 | 2.08 ± 1.31 | <0.001 |
| 24 h urine volume (L) | 2.45 ± 0.69 | 1.56 ± 0.46 | 1.00 ± 0.24 | <0.001 |
| 24 h urine specific gravity | 1.011 ± 0.002 | 1.018 ± 0.003 | 1.025 ± 0.02 | <0.001 |
| 24 h urine color | 3.6 ± 1.4 | 4.3 ± 1.1 | 5.9 ± 1.0 | <0.001 |
| 24 h urine Na (mEq/day) | 156.4 ± 50.0 | 187.7 ± 46.4 | 180.1 ± 59.5 | <0.001 |
| 24 h urine K (mEq/day) | 76.9 ± 19.9 | 77.7 ± 24.4 | 69.8 ± 20.2 | 0.091 |
| 24 h urine creatinine (mg/day) | 1517.7 ± 399.02 | 1862.9 ± 483.3 | 1771.2 ± 522.1 | <0.001 |

Results are presented as mean ± SD; *p*-values derived through one-way ANOVA for the normally distributed variables.

It was observed that 23.2%, 58.0%, and 18.8% of females and 19.4%, 61.8%, and 18.8% of males classified to the hyperhydrated, euhydrated, and dehydrated categories, respectively. Subjects that were classified to the hyperhydrated category also had higher total water intake ($p < 0.001$), greater urine volume ($p < 0.001$), lower specific gravity ($p < 0.001$), lighter color ($p < 0.001$), lower sodium and creatinine concentration ($p < 0.001$), and higher water intake from beverages ($p < 0.001$).

3.5. Linear Regression Model

Age (Beta = -4.033 , $p < 0.001$), country (Beta = 81.196 , $p < 0.001$), sex of subjects (Beta = 90.447 , $p < 0.001$) and BMI (Beta = 9.146 , $p < 0.001$) were significant predictors of 24 h urine osmolality while season and physical activity were not. The overall model fit was $R^2 = 0.208$.

The age (Beta = 0.007 , $p = 0.009$) and the country (Beta = -0.396 , $p < 0.01$) of the subjects were predictors of 24 h urine volume. The overall model fit was $R^2 = 0.224$. Country (Beta = -0.244 , $p = 0.001$), sex of subjects (Beta = 0.473 , $p < 0.01$), age (Beta = -0.013 , $p = 0.018$), and BMI (Beta = 0.046 , $p = 0.002$) were significant predictors of 24 h urine color. The overall model fit was $R^2 = 0.068$.

4. Discussion

For the first time, a series of urine hydration indices from 24 h samples collected over seven consecutive days and blood hydration indices were measured in a sample of 573 healthy participants in three European countries and compared with water intake from seven day dietary records. The study contributes with new data to the literature referring to European hydration issues, allowing the observation of associations between water intake and hydration biomarkers.

Data in large populations groups of hydration indices are rare. Urine and blood hydration indices provide information that reflect water intake, water losses, and physiological processes. The present study is the first that measures fluid intake and urine output in a sample of the population from three countries at the same time using alike methodology. A demanding protocol for the collection of water

intake information and urine samples, incorporates fluctuations in intake, and indices within the day and the week.

Urine hydration indices (24 h osmolality, volume, and color) were associated with age, gender, BMI, and country.

Country, gender, and age were found to be significant predictors of 24 h urine osmolality. This finding is in accordance with the review from Manz and Wentz [23], that describes large intercultural differences in 24 h urine osmolality values (from 360 to 860 mosm/kg). In our study values of 24 h urine osmolality, specific gravity, and color were significantly lower in the German population compared with the Spanish or Greek ($p < 0.05$ in all cases), while 24 h urine volume was significantly higher ($p < 0.05$). Total water intake and water intake from beverages was significantly higher in the German population than the Spanish or Greek populations. These differences may be attributed to dietary habits observed in the regions studied, partly related to the availability of local foods or beverages.

Regarding gender, women, in comparison to men had better hydration status. This may reflect different hydration, dietary and/or lifestyle choices between men and women. In general, women exhibit a more virtuous pattern of eating and food choices than men [24]. A study conducted in 23 countries showed that men's dietary choices were less healthy, because health is less important motivation to them in the food domain [25]. Women seem to be more reflective about health issues and foods. Therefore, when it comes to adopting hydration guidelines there may be analogies with adopting nutritional guidelines in men and in women.

Age was a significant predictor for 24 h urine osmolality; as age increases urine osmolality decreases. This finding is in accordance with the study of Manz, *et al.* [26] where age related decrease in urine osmolality was observed. In the present study we found that country (Greece, Spain or Germany) was a significant predictor for 24 h urine volume. In a previous study conducted in adults ($n = 10,079$) large differences of mean 24-h urine volume identified between 52 centers all over the world [27]. It may be that lifestyle choices, environmental conditions, and other factors associated with living in different countries affect hydration status of the populations.

Using cutoffs for 24 h urine osmolality [16,17] approximately 60% of the subjects from three European countries were euhydrated. The distribution of hyperhydrated and dehydrated was similar for males and females. Hyperhydrated subjects consumed more fluids on daily basis (about 3.5 L/day), voided larger volumes (2.5 L/day) and provided urine samples that were less concentrated.

It must be noted that results presented herein derive from a volunteer sample of subjects from three countries and may not be generalizable to the entire European population. Further analysis of data by country of origin, age group, physical activity level, *etc.*, may reveal the influence of these factors to the hydration status of the studied group.

In our study the mean total water intake was 2.75 ± 1.01 L/day. Previous studies [23,28] have reported daily fluid intake using Food Frequency Questionnaires (FFQ) or 24 h recall. These tools may underestimate water intake [29]. Gibson and Shirreffs [30] found that total water intake from foods and beverages was 2270 g/day in UK population and observed fluctuations in water intake during a week, recording higher consumption of drinks on Fridays and Saturdays. A seven-day fluid specific record given in 13 different countries found that mean daily water intake was 1980 mL/day, with highest fluid intake recorded in Germany (2.47 L/day) and the lowest in Japan (1.50 L/day) [31]. Water intake guidelines are frequently complex and not always harmonized. For example, D-A-CH suggests the intake of water from 1 mL/kcal of energy intake for adults [32], European Food Safety Authority (EFSA) suggests 2.5 and 2.0 L/day from males and females [4], and I.O.M. suggests 3.7 and 2.7 L/day for males and females respectively [5]. Recommendations for the Europeans are lower than US population and refer to water intake from all sources.

The contribution of foods in water intake was 24% (approximately 700 mL) with no differences reported between genders. This finding is similar to those provided in the scientific opinion of EFSA [4] and in previous studies [3,33].

The daily intake of beverages (2.1 ± 0.91 L/day) contributes approximately 290 kcal (13% of energy intake). Data of total energy intake are in accordance with previous published studies. In particular, total energy intake in the EPIC study was 2508 (2167, 2950) kcal for men and 1999 (1741, 2348) kcal for women and in the ATTICA study was 2595 ± 877 kcal for men and 2132 ± 658 kcal for women [34,35]. In the present study 24 h total water intake is strong and positively correlated with 24 h water intake from beverages ($r = 0.955$, $p < 0.001$) and energy intake from beverages ($r = 0.543$, $p < 0.001$). Moreover, differences were observed in the total water intake between seasons ($p = 0.019$). This difference could be explained due to high temperatures in summer period compared to winter, which reflects higher fluid intake and sweat loss. However, this difference of 200 mL/day between seasons is lower than a previous study in Greece [33]. This difference could be explained due to different environmental conditions (temperature, humidity) and alternative lifestyle choices of the participants [20].

5. Conclusions

In conclusion, in a free-living population from German, Spain, and Greece approximately 60% were euhydrated while approximately 20% were hyperhydrated and 20% dehydrated on average over a seven-day period. Differences observed on urine and blood hydration indices, total water intake, and water intake from beverages and foods suggest that a variety of dietary or lifestyle factors that may be associated with improving hydration status.

Acknowledgments: The study was supported by a grant from the European Hydration Institute. We also thank Demosthenes B. Panagiotakos and Ekavi Georgousopoulou, Harokopio University in Athens, for their statistical assistance.

Author Contributions: M.K., H.B. and R.M.R. conceived and designed the experiments; O.M., A.A., A.P., M.H., K.D., H.B., R.M.R., J.O., V.F.E., M.K. performed the experiments, analyzed the data, contributed reagents/materials/analysis tools, wrote the paper.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. EFSA. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to water and maintenance of normal physical and cognitive functions (id 1102, 1209, 1294, 1331), maintenance of normal thermoregulation (id 1208) and “basic requirement of all living things” (id 1207) pursuant to article 13(1) of regulation (ec) no 1924/2006. *EFSA J.* **2011**, *9*, 2075–2091.
2. Tack, I. Effects of water consumption on kidney function and excretion. *Nutr. Today* **2010**, *45*, S37–S40. [[CrossRef](#)]
3. Perrier, E.; Vergne, S.; Klein, A.; Poupin, M.; Rondeau, P.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br. J. Nutr.* **2013**, *109*, 1678–1687. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. EFSA. Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA J.* **2010**, *8*, 1459–1507.
5. Medicine, I.O. *Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water: Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2005.
6. Popkin, B.M.; D'Anci, K.E.; Rosenberg, I.H. Water, hydration, and health. *Nutr. Rev.* **2010**, *68*, 439–458. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Perrier, E.; Demazieres, A.; Girard, N.; Pross, N.; Osbild, D.; Metzger, D.; Guelinckx, I.; Klein, A. Circadian variation and responsiveness of hydration biomarkers to changes in daily water intake. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2013**, *113*, 2143–2151. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
8. Lemaire, J.B.; Wallace, J.E.; Dinsmore, K.; Lewin, A.M.; Ghali, W.A.; Roberts, D. Physician nutrition and cognition during work hours: Effect of a nutrition based intervention. *BMC Health Serv. Res.* **2010**, *10*, 241. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
9. McKiernan, F.; Houchins, J.A.; Mattes, R.D. Relationships between human thirst, hunger, drinking, and feeding. *Physiol. Behav.* **2008**, *94*, 700–708. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

10. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.B.; Zampelas, A.; Kapsokefalou, M. The water balance questionnaire: Design, reliability and validity of a questionnaire to evaluate water balance in the general population. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2012**, *63*, 138–144. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Cotter, J.D.; Thornton, S.N.; Lee, J.K.; Laursen, P.B. Are we being drowned in hydration advice? Thirsty for more? *Extreme Physiol. Med.* **2014**, *3*, 18. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Perrier, E.; Rondeau, P.; Poupin, M.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I.; Vergne, S.; Klein, A. Relation between urinary hydration biomarkers and total fluid intake in healthy adults. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2013**, *67*, 939–943. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Schatzkin, A.; Kipnis, V.; Carroll, R.J.; Midthune, D.; Subar, A.F.; Bingham, S.; Schoeller, D.A.; Troiano, R.P.; Freedman, L.S. A comparison of a food frequency questionnaire with a 24-h recall for use in an epidemiological cohort study: Results from the biomarker-based observing protein and energy nutrition (OPEN) study. *Int. J. Epidemiol.* **2003**, *32*, 1054–1062. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Chevront, S.N.; Ely, B.R.; Kenefick, R.W.; Sawka, M.N. Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers. *Am. J. Clin. Nutr.* **2010**, *92*, 565–573. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Chevront, S.N.; Fraser, C.G.; Kenefick, R.W.; Ely, B.R.; Sawka, M.N. Reference change values for monitoring dehydration. *Clin. Chem. Lab. Med.* **2011**, *49*, 1033–1037. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Armstrong, L.E.; Johnson, E.C.; Munoz, C.X.; Swokla, B.; Le Bellego, L.; Jimenez, L.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Hydration biomarkers and dietary fluid consumption of women. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2012**, *112*, 1056–1061. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Armstrong, L.E.; Pumerantz, A.C.; Fiala, K.A.; Roti, M.W.; Kavouras, S.A.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Human hydration indices: Acute and longitudinal reference values. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **2010**, *20*, 145–153. [[PubMed](#)]
18. Armstrong, L.E. Assessing hydration status: The elusive gold standard. *J. Am. Coll. Nutr.* **2007**, *26*, 575S–584S. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Kavouras, S.A. Assessing hydration status. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* **2002**, *5*, 519–524. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Vergne, S. Methodological aspects of fluid intake records and surveys. *Nutr. Today* **2012**, *47*, S7–S10. [[CrossRef](#)]
21. Ix, J.H.; Wassel, C.L.; Stevens, L.A.; Beck, G.J.; Froissart, M.; Navis, G.; Rodby, R.; Torres, V.E.; Zhang, Y.L.; Greene, T.; *et al.* Equations to estimate creatinine excretion rate: The CKD epidemiology collaboration. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* **2011**, *6*, 184–191. [[PubMed](#)]
22. Craig, C.L.; Marshall, A.L.; Sjostrom, M.; Bauman, A.E.; Booth, M.L.; Ainsworth, B.E.; Pratt, M.; Ekelund, U.; Yngve, A.; Sallis, J.F.; *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2003**, *35*, 1381–1395. [[PubMed](#)]
23. Manz, F.; Wentz, A. 24-h hydration status: Parameters, epidemiology and recommendations. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2003**, *57*, S10–S18. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Beards, A.; Bryman, A.; Keil, T.; Goode, J.; Haslam, C.; Lanchashire, E. Women, men and food: The significance of gender for nutritional attitudes and choices. *Br. Food J.* **2002**, *104*, 470–491. [[CrossRef](#)]
25. Wardle, J.; Haase, A.M.; Steptoe, A.; Nillapun, M.; Jonwutives, K.; Bellisle, F. Gender differences in food choices: The contribution of health beliefs and dieting. *Ann. Behav. Med.* **2004**, *27*, 107–116. [[CrossRef](#)]
26. Manz, F.; Johnner, S.A.; Wentz, A.; Boeing, H.; Remer, T. Water balance throughout the adult life span in a German population. *Br. J. Nutr.* **2012**, *107*, 1673–1681. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Intersalt cooperative research group. Intersalt: An international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 h urinary sodium and potassium excretion. *BMJ* **1988**, *297*, 319–328.
28. Hedrick, V.E.; Comber, D.L.; Estabrooks, P.A.; Savla, J.; Davy, B.M. The beverage intake questionnaire: Determining initial validity and reliability. *J. Am. Diet. Assoc.* **2010**, *110*, 1227–1232. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Ma, G.; Zhang, Q.; Liu, A.; Zuo, J.; Zhang, W.; Zou, S.; Li, X.; Lu, L.; Pan, H.; Hu, X. Fluid intake of adults in four Chinese cities. *Nutr. Rev.* **2012**, *70*, S105–S110. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
30. Gibson, S.; Shirreffs, S.M. Beverage consumption habits “24/7” among British adults: Association with total water intake and energy intake. *Nutr. J.* **2013**, *12*, 9. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Ferreira-Pego, C.; Guelinckx, I.; Moreno, L.A.; Kavouras, S.A.; Gandy, J.; Martinez, H.; Bardosono, S.; Abdollahi, M.; Nasser, E.; Jarosz, A.; *et al.* Total fluid intake and its determinants: Cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide. *Eur. J. Nutr.* **2015**, *54*, 35–43. [[PubMed](#)]

32. Wolfram, G. New reference values for nutrient intake in germany, austria and switzerland (dach-reference values). *Forum Nutr.* **2003**, *56*, 95–97. [[PubMed](#)]
33. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.; Zampelas, A.; Kapsokefalou, M. Evaluation of seasonality on total water intake, water loss and water balance in the general population in greece. *J. Hum. Nutr. Diet.* **2013**, *26*, 90–96. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Manios, Y.; Panagiotakos, D.B.; Pitsavos, C.; Polychronopoulos, E.; Stefanadis, C. Implication of socio-economic status on the prevalence of overweight and obesity in greek adults: The attica study. *Health Policy* **2005**, *74*, 224–232. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Trichopoulou, A.; Gnardellis, C.; Lagiou, A.; Benetou, V.; Naska, A.; Trichopoulos, D. Physical activity and total energy intake selectively predict the waist-to-hip ratio in men but not in women. *Am. J. Clin. Nutr.* **2011**, *74*, 574–578.



© 2016 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons by Attribution (CC-BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Article

Influence of Physical Activity and Ambient Temperature on Hydration: The European Hydration Research Study (EHRS)

Ricardo Mora-Rodriguez ^{1,*}, Juan F. Ortega ¹, Valentin E. Fernandez-Elias ¹, Maria Kapsokefalou ², Olga Malisova ², Adelais Athanasatou ², Marlien Husemann ³, Kirsten Domnik ³ and Hans Braun ³

¹ Exercise Physiology Lab at Toledo, University of Castilla-La Mancha, Toledo 45071, Spain; Juanfernando.ortega@uclm.es (J.F.O.); valentin.fernandez@uclm.es (V.E.F.-E.)

² Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens 11855, Greece; kapsok@aua.gr (M.K.); olgamalisova@yahoo.gr (O.M.); dathanasatou@gmail.com (A.A.)

³ Institute of Biochemistry, German Sport University, Cologne 50993, Germany; m.husemann@biochem.dshs-koeln.de (M.H.); k.domnik@biochem.dshs-koeln.de (K.D.); H.Braun@dshs-koeln.de (H.B.)

* Correspondence: ricardo.mora@uclm.es; Tel.: +34-925-268-800

Received: 17 February 2016; Accepted: 25 April 2016; Published: 27 April 2016

Abstract: This study explored the effects of physical activity (PA) and ambient temperature on water turnover and hydration status. Five-hundred seventy three healthy men and women (aged 20–60 years) from Spain, Greece and Germany self-reported PA, registered all food and beverage intake, and collected 24-h urine during seven consecutive days. Fasting blood samples were collected at the onset and end of the study. Food moisture was assessed using nutritional software to account for all water intake which was subtracted from daily urine volume to allow calculation of non-renal water loss (*i.e.*, mostly sweating). Hydration status was assessed by urine and blood osmolality. A negative association was seen between ambient temperature and PA ($r = -0.277$; $p < 0.001$). Lower PA with high temperatures did not prevent increased non-renal water losses (*i.e.*, sweating) and elevated urine and blood osmolality ($r = 0.218$ to 0.163 all $p < 0.001$). When summer and winter data were combined PA was negatively associated with urine osmolality ($r = -0.153$; $p = 0.001$). Our data suggest that environmental heat acts to reduce voluntary PA but this is not sufficient to prevent moderate dehydration (increased osmolality). On the other hand, increased PA is associated with improved hydration status (*i.e.*, lower urine and blood osmolality).

Keywords: hydration status; physical activity; urine osmolality; 24-h urine volume

1. Introduction

Water intake comes from drinking fluids (water and other beverages), moisture in food and water produced by the body during oxidation. In turn, body water losses occur via urine, feces, sweat and insensible loss through the skin and by evaporation from the respiratory tract. Hydration status is the result of the balance between water intake and body water loss. When body water losses are higher than fluid intake, hypohydration results. In this paper, we will refer to the acute process of loss of body water as dehydration [1] and to the maintained body fluid deficit as hypohydration. Hypohydration has been linked to negative long-term health outcomes. Inadequate hydration together with elevated ingestion of calcium and sodium are related to nephrolithiasis [2]. A low intake of plain water is also associated with a higher prevalence of chronic kidney disease [3]. Furthermore, low water intake is associated with increased risk of developing hyperglycemia [4] and may increase the risk of

developing type II diabetes [5]. Prospective studies measuring the impact of increased water intake on the development of these diseases are still in a preliminary phase [6].

Adequate fluid intakes (AI) representing population median consumption in apparently healthy sedentary adults under temperate climate have been reported [7,8]. The Institute of Medicine guidelines for adequate intake of total water for USA and Canada is 3.7 and 2.7 L/day for men and women, respectively [8]. However, the European Food Safety Authority (EFSA; [7]) has lower total water intake recommendations of 2.5 and 2.0 L/day for adult men and women, respectively. The EFSA adequate intake calculations attempted to incorporate hydration status into the recommendation and account for the maintenance of daily urine osmolality below a certain threshold ($<500 \text{ mOsmol} \cdot \text{kg}^{-1}$; [7]). Although general recommendations for adults exist, both organizations recognize that individual requirements could widely vary depending on personal characteristics (age, size, body composition, physical activity) and environment.

The effects of physical activity on fluid intake and loss in free-living adults has been previously investigated in a small sample of healthy young lean subjects in The Netherlands [8]. In that study a sample of 42 women and 10 men were tested for water intake (weighted record of foodstuff and beverage) and physical activity (difference between total and resting energy expenditure) in summer and winter [9]. The study revealed that in men, water loss was proportional to physical activity, but in women water loss was higher in summer but was unrelated to physical activity [9]. In another study, a comparison of water turnover in rural and urban women in Kenya revealed that BMI was the stronger predictor of water loss but the addition of physical activity (measured by accelerometry) explained an additional 12% of the variance [10]. Thus, the influence of physical activity level on water loss/intake is not readily evident from the available literature. Furthermore, no measure of hydration status (changes in blood or urine concentration) was reported in these studies. In addition, the interplay between climate and physical activity and its consequences for water loss and intake are largely unknown in the European population.

Some studies suggest that the fluctuations in climate, food and water availability linked to seasons may be an important risk factors for malnutrition and other disorders [11]. The identification of seasonal differences in fluid intake [12], and the effect of environmental temperature on fluid loss could be relevant for the implementation of season-specific strategies to improve the hydration habits of the population if deficiencies are detected. Body water needs are highly individualized and depend upon body size and composition, resting metabolic rate, physical activity, dietary osmotic load and climate among others [13]. The purpose of this study was to assess the influence of physical activity and environmental temperature (linked to season) on water intake, water losses and hydration status in a large sample of healthy men and women aged 20–60 years from one northern (Germany) and two southern (Spain and Greece) European countries. We used a series of objective (body weight, blood and urine chemistry) and subjective (questionnaires and diaries) measures to assess hydration status and water intake and output, respectively. A novel characteristic of our study is that we followed subjects during seven consecutive days in an attempt to increase accuracy and spread possible spurious reporting into a more extensive data collection set.

2. Experimental Section

2.1. Participants

Between winter 2013 and summer 2014, a sample of 573 men and women from Germany, Spain and Greece were studied during seven consecutive days of free-living. Subjects were healthy and not disabled according to a pre-participation medical questionnaire, not undergoing a diet, not taking medicines that could affect the outcome measures (diuretics, phenytoin, lithium, demeclocycline or amphotericin B) and women were non-pregnant or breastfeeding and were tested out of their proliferative menstrual phase. Subject recruitment was oriented to reach a quota of 25 subjects in each of the following age groups in each country; 20–30; 31–40; 41–50; 50–60 years old. This subject

recruitment scheme (100 per country) was repeated in winter and summer with a goal of 200 subjects tested per country. All centers obtain ethical approval from their local Institutional Review Board and all subjects signed an informed consent form were the study was detailed (197/27-02-2012 for Agricultural University of Athens, Greece, 4/02/2013-18 for University of Castilla-La Mancha, Spain, 1/26-11-2012 for German Sport University, Germany).

2.2. Study Design

Upon recruitment, subjects were instructed on dietary and fluid intake data logging and 24-h urine collection procedures and were given the materials necessary for these tasks. On the morning of the first and the last day of testing (day 1 and day 8) subjects arrived at the laboratory after an overnight fast and were weighed with only their underwear using a sensitive scale (± 0.05 kg) before a blood sample was collected. For the remaining of the week subjects collected all urine produced, logged every foodstuff and beverage ingested at the time when it occurred and filled in a questionnaire that summarized their physical activity at the end of every day.

2.3. Food and Water Intake Diary

Total water intake corresponded to the sum of beverages and water in food recorded from the dietary records of each day of the testing week. Water content in the food was analyzed with nutritional software specific for each population (*i.e.*, CESNID, Barcelona, Spain; ESHA Research, Wadsworth Publishing Co Inc, Salem, OR, USA for Greece; and EBIS pro German Food Database 3.1, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany).

2.4. Physical Activity Diary

Physical activity was evaluated using the short version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [14]. The questionnaire requires recording of the minutes per day of vigorous, moderate, walk or sitting time and the days per week of each activity. The questionnaire was filled out daily, but was reduced to four questions by suppressing the frequency questions (*i.e.*, days per week) since data was collected every day. IPAQ data was processed in a continuous mode [14,15] accounting for 3.3 metabolic equivalent of a task (MET) for walking, 4.0 METs for moderate activities and 8.0 METs for vigorous activities. The units were expressed as METs-min per week as recommended by the investigators who validated the questionnaire [14,16,17].

2.5. Urine and Blood Biomarkers

Subjects arrived at the laboratory in the morning of the first day of testing after an overnight fast. Subjects provided a sample of their first morning urine and were weighed. After 15 min in a seated or a reclined position a 5 mL blood sample was drawn from an antecubital vein. A 0.5 mL aliquot was immediately analyzed for hemoglobin (ABL-520, Radiometer, Bronshoj, Denmark) hematocrit in duplicate by microcentrifugation (Biocen, Alresa; Barcelona, Spain). The remaining blood was allowed to clot in serum tubes (Z Serum Sep Clot Activator, Vacuette, Kremsmunster, Austria) centrifuged at 2000 g for 10 min (MPW-350R, Medical Instruments, Warsaw, Poland). The so obtained serum portion was analyzed for osmolality by freeze point depression (Advanced Instruments, Norwood, MA, USA) and the remaining stored at -30 °C for further analyses. Serum sodium and potassium concentrations were analyzed using an ion selective analyzer (Easylyte Plus, Medica Corporation, Bedford, MA, USA) and glucose concentration by spectrophotometry using glucose oxidase to produce gluconate from glucose (Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). Subjects were then dispatched and advised to proceed with their normal life routines during the following 7 days while recording all food and fluid ingested and collecting all urine produced. On the morning of day 8, subjects returned to the lab for body weight, blood sampling and morning urine void. During the seven days of urine collection, subjects weighed and recorded every void with the aid of a collection vessel and a portable scale (± 1 g accuracy). Then, they saved in a plastic bag a representative aliquot (~ 3 mL) of every

void, labeled with the date, time of day and subject initials. The bag with the aliquots were kept refrigerated by the subjects. Urine from each day was reconstituted in proportion to the volume urinated and analyzed for osmolality, sodium and potassium using the same instruments described for blood analyses. Only one laboratory analyzed serum osmolality within 1 hour of blood collection and before freezing the serum samples while blood storage was the norm in the other two laboratories. Since variability due to different analyses time was a concern [18,19] we calculated serum osmolality according to the following formulae:

$$\text{Calculated Osmolality} = 2 \times ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) + ([\text{Glucose}]) \quad (1)$$

where all concentrations are in mmol/L.

2.6. Hydration Status Calculations

We assumed that our subjects were in water balance and therefore total water intake matched total water losses. Any cumulative discrepancy would have resulted in a change in body mass that should have been apparent in a change in body mass measured on day 8. The difference between water intake from the dietary records and 24-h urine volume represented non-renal water losses (NRWL) composed of sweat, respiratory and fecal water. We calculated the 7 days average NRWL as follows [20]:

$$\text{NRWL (L/day)} = \text{average total water intake (L/day)} - \text{average 24-h urine volume (L/day)} \quad (2)$$

The excretion of solutes by the kidneys per day is the product of the average urine osmolality (mOsm/kg) multiplied by urine volume in liters per day. Since our subjects weighed their urine voids for this calculation, we assumed that 1 kg urine corresponds to 1 L and that errors introduced by the variable specific gravity of urine will be small. Obligatory urine volume (OUV) is the water volume necessary to excrete all urine solutes. To calculate OUV, a threshold of maximum urine osmolality of 830 mOsm/kg is used for a 20 years old individual [21]. Since aging reduces the renal capacity to concentrate urine [21], 3.4 mOsm/kg are subtracted from that threshold value per year above 20 years. The calculation then is as follows [22]:

$$\text{OUV (L/day)} = \text{average 24-h urine solutes (mOsm/day)} / [830 - 3.4 \times (\text{age} - 20)] \quad (3)$$

Free-water reserve (FWR) is the difference between the actual 24-h urine volume and the calculated obligatory urine volume [23]:

$$\text{FWR (L/day)} = \text{24-h urine volume (L/day)} - \text{obligatory urine volume (L/day)} \quad (4)$$

Positive FWR values reflects euhydration and negative values hypohydration. In a population, euhydration is ensured if at least 97% of the subjects show positive values of free-water-reserve [22]. We also categorized subjects as hypohydrated if their urine osmolality exceeded the 500 mOsm/kg threshold based on EFSA recommendations [7].

2.7. Statistical Analysis

Normality of data distribution was evaluated for each variable using parametric Shapiro-Wilk test. Data collected during seven consecutive days (urine output, fluid intake, peak ambient temperature and physical activity) were averaged in each subject. Subjects missing some day value in one variable were not excluded from the analysis and the average of the week value was calculated from the remaining data. Subjects missing more than two values in a given variable were removed from the analysis in that variable. Data collected at the beginning and end of the experiment (morning of day 1 and day 8) were also averaged (body weight and blood chemistry) after checking for variability (Table 1). Discrete variables with two levels (gender, season, free water reserve) were analyzed

using student's *T*-test for unpaired samples. Discrete variables with more than two levels (country, age group) were analyzed using ANOVA. Upon a significant *F* value Tukey's post-hoc was used to identify differences between groups. Cohen's formula for effect size (ES) [24] was used, and the results were based on the following criteria; >0.70 large effect; 0.30–0.69 moderate effect; ≤0.30 small effect. Associations between continuous variables were tested using Pearson product-moment correlation coefficient (*r*). Partial correlation was used to adjust for age as a covariate. All tests were performed with SPSS software version 18 (IBM Software, Chicago, IL, USA). Data are presented as mean ± SD. All statistical test were two-tailed and statistical significance level was set at *p* < 0.05.

Table 1. Effects of gender, season, site, age group and hydration on physical activity and 24-h water intake/fluid loss.

| | IPAQ (MET-min/Week) | Max Air Temp (°C) | Water Intake (L/Day) | Urine Volume (L/Day) | Non-Renal Water Loss (L/Day) | Urine Osmol (mOsmol/kg) |
|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Female | 2356 ± 1774 | 22 ± 9 | 2.57 ± 0.89 | 1.66 ± 0.74 | 0.89 ± 0.56 | 585 ± 228 |
| Male | 2141 ± 1475 | 21 ± 9 | 2.93 ± 1.00 * | 1.64 ± 0.66 | 1.31 ± 0.94 * | 674 ± 203 * |
| Winter | 2571 ± 2018 | 14 ± 6 | 2.64 ± 0.98 | 1.67 ± 0.66 | 0.99 ± 0.87 | 615 ± 208 |
| Summer | 1942 ± 1087 * | 29 ± 4 * | 2.85 ± 1.03 * | 1.62 ± 0.73 | 1.21 ± 0.71 * | 646 ± 230 |
| Germany | 2945 ± 2053 | 17 ± 8 | 3.29 ± 0.98 | 2.13 ± 0.75 | 1.16 ± 0.62 | 492 ± 170 |
| Spain | 2088 ± 988 * | 24 ± 8 * | 2.56 ± 1.01 * | 1.40 ± 0.49 * | 1.14 ± 1.00 | 754 ± 179 * |
| Greece | 1422 ± 1200 * [†] | 25 ± 8 * | 2.34 ± 0.77 * | 1.35 ± 0.49 * | 1.02 ± 0.72 | 658 ± 224 * [†] |
| 20–30 years old | 2103 ± 1196 | 21 ± 9 | 2.68 ± 1.12 | 1.49 ± 0.72 | 1.18 ± 0.81 | 686 ± 220 |
| 30–40 years old | 2327 ± 1782 | 23 ± 8 | 2.75 ± 0.91 | 1.69 ± 0.71 | 1.07 ± 0.65 | 613 ± 226 * |
| 40–50 years old | 2176 ± 1810 | 22 ± 9 | 2.86 ± 0.96 | 1.70 ± 0.69 * | 1.18 ± 0.75 | 621 ± 224 * |
| 50–60 years old | 2420 ± 1722 | 22 ± 8 | 2.71 ± 1.05 | 1.74 ± 0.63 * | 0.96 ± 0.95 | 590 ± 199 * |
| Urine >500 (mOsm/kg) | 2086 ± 1408 | 23 ± 9 | 2.53 ± 0.94 | 1.35 ± 0.46 | 1.19 ± 0.85 | 750 ± 155 |
| Urine <500 (mOsm/kg) | 2563 ± 1984 * | 20 ± 8 * | 3.20 ± 1.01 * | 2.25 ± 0.72 * | 0.94 ± 0.65 * | 377 ± 79 * |
| (–) FWR | 1983 ± 1137 | 25 ± 8 | 2.38 ± 1.02 | 1.10 ± 0.31 | 1.24 ± 0.94 | 891 ± 104 |
| (+) FWR | 2362 ± 1787 * | 21 ± 9 * | 2.92 ± 0.98 * | 1.87 ± 0.69 * | 1.04 ± 0.73 * | 520 ± 153 * |

Data represents average of 7 days data collection ± SD; *, different from the first value listed in that cell; [†], different from the value above in cells that contain more than two values (*i.e.*, country and age group); all *p* < 0.05; FWR, stands for Free Water Reserve.

3. Results

Table 2 depicts the number of subjects for each discrete category in the main variables of interest in this study, *i.e.*, physical activity and maximal air temperature. An average of 536 of the 573 subjects that completed the study (93%) had data in these two variables. In addition, data were well balanced between the category levels such as gender, season, country, age group (see percentages in Table 2). We analyzed the variability, one week apart, for body weight and some blood parameters. After one week of data collection, blood hemoglobin (14.7 ± 1.7 *vs.* 14.7 ± 1.6 g/L) and glucose (4.8 ± 1.8 *vs.* 4.7 ± 0.6 mmol/L) remained unchanged (*P* > 0.05). Body weight (74.6 ± 15.4 *vs.* 74.4 ± 15.3 kg), blood sodium (143 ± 8 *vs.* 141 ± 6 mmol/L) and potassium (4.50 ± 0.52 *vs.* 4.46 ± 0.46 mmol/L) were slightly but significantly reduced after one week of testing (*p* < 0.05). However, the differences were very small judging by Cohen's effect size calculation (≤0.30 small effect). Thus, we feel entitled to average data during the seven consecutive days of testing to improve the power analysis and data consistency.

Table 2. Sample size in categorical variables and percentage in each category.

| | Physical Activity (% Subjects) | Maximal Air Temp °C (% Subjects) |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Gender | | |
| Female | 249 (50%) | 282 (50%) |
| Male | 252 (50%) | 284 (50%) |
| Total | 501 | 566 |
| Season | | |
| Winter | 240 (47%) | 272 (47%) |
| Summer | 266 (53%) | 301 (53%) |
| Total | 506 | 573 |
| Country | | |
| Germany | 188 (37%) | 201 (36%) |
| Spain | 192 (38%) | 193 (34%) |
| Greece | 126 (25%) | 170 (30%) |
| Total | 506 | 564 |
| Age groups | | |
| 20–30 years' old | 140 (28%) | 155 (27%) |
| 30–40 years' old | 123 (25%) | 139 (25%) |
| 40–50 years' old | 125 (25%) | 138 (24%) |
| 50–60 years' old | 113 (22%) | 132 (24%) |
| Total | 501 | 564 |
| Urine Osmol | | |
| >500 mOsmol/kg | 343 (68%) | 384 (67%) |
| <500 mOsmol/kg | 162 (32%) | 187 (33%) |
| Total | 505 | 571 |

Average sample size of 536 individuals.

Physical activity (PA) in METs-min per week was not affected by gender ($p = 0.065$; ES = 0.132; Table 1) or age group ($p = 0.410$). However PA was lower in the summer ($p < 0.001$; ES = 0.388) and higher in individuals better hydrated with urine osmolality below 500 mOsmol/kg ($p = 0.008$; ES = 0.249) and positive free water reserve ($p = 0.019$; ES = 0.259). There was also a marked country effect on physical activity with Germans reporting higher levels than Spaniards and Greeks (both $p = 0.001$; ES = 0.532 and 0.905, respectively). In turn, Spaniards reported higher physical activity than Greeks did ($p = 0.001$; ES = 0.605; Table 1). Physical activity data was positively associated with urine volume and water intake while negatively associated with urine, blood osmolality and maximal air temperature (Tables 3 and 4).

Table 3. Correlation (*r* Pearson) among physical activity, maximal air temperature, 24-h water intake/fluid loss and urine osmolality.

| | IPAQ (MET-min/Week) | Max Air Temp (°C) | Water Intake (L/Day) | Urine Volume (L/day) | Non-Renal Water Loss (L/Day) | Urine Osmolality (mOsmol/kg) |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| IPAQ (MET-min/week) | — | −0.283 <i>p</i> < 0.001 | 0.145 <i>p</i> < 0.001 | 0.158 <i>p</i> < 0.001 | NS | −0.151 <i>p</i> = 0.001 |
| Max Air Temp (°C) | | — | NS | −0.222 <i>p</i> < 0.001 | 0.147 <i>p</i> < 0.001 | 0.218 <i>p</i> < 0.001 |
| Water Intake (L/day) | | | — | 0.623 <i>p</i> < 0.001 | 0.716 <i>p</i> < 0.001 | −0.349 <i>p</i> < 0.001 |
| Urine Volume (L/day) | | | | — | −0.095 <i>p</i> = 0.024 | −0.736 <i>p</i> < 0.001 |
| Non-Renal Water Loss (L/day) | | | | | — | 0.208 <i>p</i> < 0.001 |
| Urine Osmolality (mOsmol/kg) | | | | | | — |

r correlation values are listed in bold and *p* values below; NS, stands for non-significant.

Table 4. Correlation (*r* Pearson) between blood variables and physical activity, air temperature and 24-h water intake/ fluid loss.

| | IPAQ (MET-min/Week) | Max Air Temp (°C) | Water Intake (L/Day) | Urine Volume (L/Day) | Non-Renal Loss (L/Day) |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Serum [Na ⁺] (mEq/L) | −0.145 <i>p</i> < 0.003 | 0.189 <i>p</i> < 0.001 | −0.118 <i>p</i> = 0.006 | −0.115 <i>p</i> < 0.005 | NS |
| Serum [K ⁺] (mEq/L) | −0.098 <i>p</i> = 0.040 | 0.154 <i>p</i> < 0.001 | NS | NS | NS |
| Blood Glucose (mmol/L) | −0.125 <i>p</i> = 0.023 | 0.194 <i>p</i> < 0.001 | NS | −0.115 <i>p</i> = 0.007 | NS |
| Serum Osmolality calculated (mOsmol/kg) | −0.137 <i>p</i> = 0.004 | 0.163 <i>p</i> < 0.001 | −0.123 <i>p</i> = 0.008 | −0.112 <i>p</i> = 0.015 | NS |
| Blood hemoglobin (g/L) | NS | NS | NS | NS | 0.174 <i>p</i> < 0.001 |

r correlation values are listed in bold and *p* values below; NS, stands for non-significant.

As expected, the maximal seven day average air temperature was higher in the summer than in winter (*p* < 0.001; ES = 2.827; Table 1). Maximal temperatures were lower in Germany than in Spain and Greece (both *p* = 0.001; ES = 0.751 and 0.877, respectively) without differences between these two south European countries. Maximal air temperature was lower in the better-hydrated subjects, those with urine osmolality below 500 mOsmol·kg^{−1} (*p* < 0.001; ES = 0.337) and in positive free water reserve (*p* < 0.001; ES = 0.430; Table 1). Maximal average air temperature was positively correlated with non-renal fluid loss (*i.e.*, sweating) and urine osmolality (*r* = 0.147 and 0.218, respectively; *p* < 0.001) and negatively with urine volume (*r* = −0.222; *p* < 0.001; Table 3).

Average 24-h water intake was higher in men and in all subjects during the summer (Table 1). Furthermore, water intake was lower in Spain and Greece than in Germany but not different among age groups (Table 1). Interestingly, water intake was positively correlated with physical activity, urine volume, non-renal water losses (*i.e.*, NRWL) and negatively correlated with urine osmolality (*r* = −0.349; *p* < 0.001; Table 3). Likewise, with 24-h water intake, average 24-h urine volume was higher in the German subjects than in the Spaniards and Greeks. We observe that increases in age are associated to an increase in urine volume (from 40 to 60 years' old) and a reduction in urine osmolality (Table 1). Urine volume was positively correlated with physical activity (*r* = 0.152; *p* < 0.001) and water

intake ($r = 0.623$; $p < 0.001$) and negatively with maximal air temperature ($r = -0.222$; $p < 0.001$) NRWL and urine osmolality ($r = -0.736$; $p < 0.001$; Table 3).

NRWL were higher in males and in the summer (Table 1). NRWL were positively associated with maximal temperature ($r = 0.147$; $p < 0.001$), water intake ($r = 0.716$; $p < 0.001$), negatively with urine volume ($r = -0.095$; $p < 0.024$) and positively with urine osmolality ($r = 0.208$; $p < 0.001$; Table 3). However, NRWL was not associated with physical activity or serum osmolality.

Average 24-h urine osmolality (an index of hydration, [25]) was higher in males, lower in the German sample and as mentioned above decreasing with the increases in age group (see last column of Table 1). Based on urine osmolality we calculated obligatory urine volume and the difference with the actual urine volume collected to result in the calculation of free water reserve (*i.e.*, FWR). FWR was negative in 29% of the sample (163 out of 558 subjects with this variable) which suggests hypohydration in an important portion of our sample. Subjects with negative FWR (*i.e.*, hypohydrated) ingested less fluid on a daily basis, had lower urine output, lived in higher environmental temperatures, had higher NRWL (*i.e.*, sweat) and higher urine osmolalities (Table 1).

4. Discussion

There are several studies in the literature using dietary and activity logs to determine water intake and physical activity levels in different populations [9,10,26–28]. The novelty of our data is that although we use these subjective measurements of physical activity and water intake we followed subjects during seven consecutive days in an attempt to increase accuracy and spread possible spurious reporting into a more extensive data collection set. Subjects were instructed to carry with them their meal and beverage log and to report their physical activity at the end of every day by completing four simple questions modified from the international physical activity questionnaire (*i.e.*, short version IPAQ, [14,17,29,30]). Expectedly, the differences between weekend and weekdays in physical activity, fluid and meal ingestion were normalized by the full week collecting period with subjects starting data collection at different days of the week. In addition, subjects collected 24-h urine output during those seven consecutive days and a fasting blood sample was drawn in the morning of day 1 and day 8. These biological samples provide us with objective data to determine body hydration based on urine and blood osmolality. Using urine output in conjunction with water intake diaries we calculated non-renal water losses (NRWL) assuming that subjects were in fluid balance during the week of testing. Based on average urine osmolality we also calculated obligatory urine volume and free water reserve (FWR; see methods) to enhance our ability to detect dehydration using different indexes.

4.1. Effects of Physical Activity on Water Intake/Fluid Loss and Hydration

We found that physical activity estimated by seven days average IPAQ, is negatively associated with elevations in dehydration indexes (urine and blood osmolality; Tables 3 and 4). This suggests that high levels of physical activity does not increase the risk of hypohydration. Conversely, our less physically active individuals are more likely to be hypohydrated based on urine osmolality. Physical activity seems to increase water turnover since we also found a positive association between physical activity and water intake and urine volume (Table 3). The transitory dehydration that accompanies increases in physical activity triggers the release of hormones like arginine vasopressin, which in turn stimulates thirst to regain fluid balance. In our data, 24-h water intake was strongly correlated with non-renal water loss (*i.e.*, sweating; $r = 0.716$; $p < 0.001$) which suggest that increased levels of physical activity are met by increased water intake in a voluntary or thirst-induced response to restore the water deficit created by exercise. Seemingly, elevated levels of physical activity result in a higher water loss compensated with higher fluid intake, which prevents from dehydration and even seems to promote a better hydration status (lower urine and blood osmolalities). There may be non-physiological influences for the observed increased water consumption in people with higher levels of physical activity. Among those, consumer education throughout advertisement that permeates and convince exercise enthusiast to increase hydration beyond their thirst drive.

It is well known that repeated bouts of vigorous physical activity results in hemodilution [31] due to plasma volume expansion [32]. However, it is unclear if the moderately-intense physical activity of most of our subjects (grand mean of 2241 MET-min·week⁻¹) could result in plasma volume expansion. Plasma volume expansion results if physical activity is followed by thermally induced profuse sweating (*i.e.*, sauna, [33]). Thus, it is possible that the combination of moderately-intense physical activity of our subjects and the exposure to high ambient temperatures in the summer could have resulted in some degree plasma volume expansion. We have recently found that exercise training expands not only blood plasma but also water within the exercised muscles [34]. Thus, the finding that people with increased physical activity show reduced urine osmolality could be explained by this exercise training adaptations that raise body water content. Suggesting plasma volume expansion, blood concentration of sodium, potassium, glucose and calculated blood osmolality were also lower in people with the highest levels of physical activity (Table 4).

4.2. Effects of Climate on Physical Activity, Water Intake/Fluid Loss and Hydration

We found an interaction effect between physical activity and climate. Physical activity (estimated by IPAQ) was reduced in the summer and this reduction was associated with increased maximal ambient temperatures ($r = -0.277$; $p < 0.001$; Table 3). In contrast, most of the available data show that physical activity increases from winter to spring or summer [35]. However, these studies were conducted in places with moderate summer temperatures like Ontario, Massachusetts, Glasgow, Netherlands, Central Japan or Aberdeen [35]. The high temperatures in Toledo and Athens in the summer may have been responsible for the currently reported reduction summer physical activity. This environmentally mediated reduction in physical activity in the summer, did not prevent the occurrence of higher non-renal water losses likely belonging to increased sweating ($r = 0.147$; $p < 0.001$). Maximal ambient temperature was associated with reduced urine output and increased urine osmolality ($r = 0.218$; $p < 0.001$; Table 3). Blood also responded to ambient temperature with increased concentration (Table 4). Our interpretation of these data is that environmental heat acts to reduce voluntary physical activity but does not prevent higher sweat losses that in the face of an insufficient increase in water intake, results in moderate dehydration. When data is analyzed using winter-summer category instead of using the continuous maximal daily temperature, urine osmolality (dehydration index) was not higher in the summer (Table 1). One factor that could explain the lack of effect of season in urine osmolality is that while in Spain and Greece maximal temperatures during summer likely induce sweating and dehydration, in Germany summer temperatures are lower and less dehydrating. Thus, the winter-summer classification may not be ideal when testing subjects in different latitudes.

Although in the short term, physical activity results in water loss (*i.e.*, exercise induce-sweating), it is less clear what is the result of different levels of physical activity on 24-h water intake and loss. In a thorough study, Westerterp and co-workers studied 42 women and 10 Dutch men (all lean and young) during 7 days. They were tested for water intake (weighted record of foodstuff and beverage), physical activity (difference between total and resting energy expenditure) and water loss (deuterium elimination method) in summer and winter [9]. The study revealed that in men, water loss was higher in subjects with a higher physical activity regardless of the season. However, in women water loss was higher in summer but was unrelated to physical activity [9]. In another study, water turnover was measured in rural and urban women in Kenya. The authors found that that BMI was the strongest predictor of water loss. However, the addition of physical activity (measured by accelerometry) to the prediction equation accounted for an additional 12% of the variance in water loss [10]. Our study in a much larger and heterogeneous subject sample confirms a positive association between physical activity and water loss (urine volume) but also a positive association with 24-h water intake (Table 3). Seemingly this higher water turnover results in improved hydration status with lower urine and blood osmolality in the subjects with higher physical activity levels.

4.3. Effects of Aging on Hydration

Our older groups of participants (40–50 and 50–60 years' old) seemed to be able to maintain a level of physical activity similar to the younger age groups (Table 1). This project was housed in three Universities and although it was meant to reach all population segment and types from the surrounding cities (Cologne, Athens and Toledo) the socioeconomic status of the inhabitants in these urban, university-cities is moderate to high. This population receive and can better implement the health advices to promote physical activity for healthy aging than in the rural areas. From this perspective, it is not surprising the reported maintenance of physical activity in the older segments of our sample. Furthermore, the age group of 20–30 years' old tended to be the less physically active group (Table 1) likely due to high time-consuming nature of studying/starting in a new job. The similar physical activity in the older subjects did not prevent the decrease in the capacity for renal water reabsorption described in previous studies [21,22]. Reduction in the capacity to concentrate urine is supported in our result of higher urine output and lower urine osmolality with increases in age ([21]; Table 1).

4.4. Effects of Gender and Country of Residency on Hydration

Men displayed higher 24-h water intake, NRWL (*i.e.*, sweating) and urine osmolality than the women of our sample. The larger average body size linked to higher energy expenditure/consumption could explain the highest sweat loss and fluid intake in men. However, there is no ready explanation for the gender effect on urine osmolality. The chief metabolite in urine is urea, which is derived from protein catabolism. On average, men have more muscle mass, protein turnover and thus may need to clear more urea in urine. We recently found that men with higher amount of muscle mass (rugby players) have higher urine osmolality than men with lower muscle mass (endurance runners) despite similar hydration status [36]. Alternatively, men may consume more protein than women influencing urine osmolality. Thus, the higher urine osmolality in men in comparison to women (Table 1) does not necessarily mean that the men in our sample were hypohydrated in comparison to the women but rather that urine osmolality is influenced by factors apart from hydration.

We also found significant country differences the most obvious being the lower maximal temperature in Germany in comparison to Spain and Greece (17 °C *vs.* 24–25 °C when averaging summer and winter data). Our German subjects were more physically active and there was a significant correlation between higher maximal ambient temperatures and reduced physical activity. Thus, our data suggests that the higher ambient temperatures in Spain and Greece may have inhibited physical activity in comparison to Germany. Besides environmental heat, differences in city architectural design to allow physical activity engagement (*i.e.*, parks, bike-lanes, pedestrian paths) and people's knowledge of the impact of exercise in their health, could also contribute to the higher PA found in German subjects. German subjects also ingests more fluid per day and had a higher urine volume. These data corroborates our finding of a link between PA and water turnover even when data are analyzed by countries.

4.5. Limitations of the Study

There are some limitations in our study that should be kept in mind. Water intake, urine volume and physical activity were all self-reported values. These variables are subjected to participant under or over-reporting. To avoid misreporting, subjects were instructed to record drinks and food ingested immediately after it happened but some underreporting in weekends was conceivable. Subjects were instructed to collect each void in a plastic jar, and record the urine weight before disposal. Likewise than with the food and drink diary, underreporting was possible. Completeness of 24-h urine collection could have been assessed by urine analysis of the recovery of p-aminobenzoic acid previously ingested [37]. However, this biochemical analysis was not available in our facilities. Subjects recorded physical activity at night by filling out a daily log and thus this measurement was

subjected to individual's recall ability. Other means to track physical activity ordered by precision are pedometers, accelerometers or double-labelled water, which were not available in our study. Lastly, our correlations (Tables 3 and 4) only point to associations between variables and manipulative studies are due to establish cause-effect among these factors. Furthermore, we ought to recognize that although significant, many correlations among variables were small ($r < 0.3$) and the conclusions based on those are tentative.

5. Conclusions

Our data compiling seven consecutive testing days on 573 men and women aged 20–60 years' old suggests an association between elevated ambient temperatures and lowering physical activity with a larger effect in the southern European countries (Spain and Greece) in comparison to northern Europe (Germany). The reduction in physical activity in summer did not prevent higher non-renal water loss (*i.e.*, mostly sweating) and hypohydration despite increased water intake. When summer and winter data were compiled, better hydration (lower urine and plasma osmolality) was associated with elevated levels of physical activity (IPAQ). This suggests that the exercise training adaptations to expand body water and improve hydration status may also occur in the general population, mostly in those with high levels of physical activity. Finally, our results confirm previous reports in that aging reduce the capacity to concentrate urine.

Acknowledgments: The authors would like to thank the participants of the study and the graduate students that processed the diets. We also thank Ekavi Georgousopoulou and Demosthenes B. Panagiotakos from the Department of Nutrition and Dietetics, Harokopio University in Athens for their excellent statistical assistance. We also are grateful for the grant funds provided by the European Hydration Institute. The funding Institute served no other role in this work.

Author Contributions: Ricardo Mora-Rodriguez, Maria Kapsokefalou and Hans Braun designed the study, collected the data and wrote the manuscript. Juan F. Ortega, Valentin E. Fernandez-Elias, Olga Malisova, Adelais Athanasatou, Marlien Husemann and Kirsten Domnik collected the data, conducted the analyses and corrected manuscript drafts. All authors have read and approved the final manuscript.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. EJCN. Summary and outlook. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2003**, *57* (Suppl. S2), 96–100.
2. Fink, H.A.; Wilt, T.J.; Eidman, K.E.; Garimella, P.S.; MacDonald, R.; Rutks, I.R.; Brasure, M.; Kane, R.L.; Ouellette, J.; Monga, M. Medical management to prevent recurrent nephrolithiasis in adults: A systematic review for an american college of physicians clinical guideline. *Ann. Intern. Med.* **2013**, *158*, 535–543. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Sontrop, J.M.; Dixon, S.N.; Garg, A.X.; Buendia-Jimenez, I.; Dohein, O.; Huang, S.H.; Clark, W.F. Association between water intake, chronic kidney disease, and cardiovascular disease: A cross-sectional analysis of rhanes data. *Am. J. Nephrol.* **2013**, *37*, 434–442. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Roussel, R.; Fezeu, L.; Bouby, N.; Balkau, B.; Lantieri, O.; Alhenc-Gelas, F.; Marre, M.; Bankir, L. Low water intake and risk for new-onset hyperglycemia. *Diabetes Care* **2011**, *34*, 2551–2554. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Carroll, H.A.; Davis, M.G.; Papadaki, A. Higher plain water intake is associated with lower type 2 diabetes risk: A cross-sectional study in humans. *Nutr. Res.* **2015**, *35*, 865–872. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Clark, W.F.; Sontrop, J.M.; Moist, L.; Huang, S.H. Increasing water intake in chronic kidney disease: Why? Safe? Possible? *Ann. Nutr. Metab.* **2015**, *66* (Suppl. S3), 18–21. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion on dietary reference value for water. *EFSA J.* **2010**, *8*, 1459–1506.
8. IOM (Institute of medicine). *Dietary Reference Intakes for Water Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2004.
9. Westerterp, K.R.; Plasqui, G.; Goris, A.H. Water loss as a function of energy intake, physical activity and season. *Br. J. Nutr.* **2005**, *93*, 199–203. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

10. Keino, S.; van den Borne, B.; Plasqui, G. Body composition, water turnover and physical activity among women in narok county, Kenya. *BMC Public Health* **2014**, *14*, 1212. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Brown, K.H.; Black, R.E.; Robertson, A.D.; Becker, S. Effects of season and illness on the dietary intake of weanlings during longitudinal studies in rural bangladesh. *Am. J. Clin. Nutr.* **1985**, *41*, 343–355.
12. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.; Zampelas, A.; Kapsokefalou, M. Evaluation of seasonality on total water intake, water loss and water balance in the general population in Greece. *J. Hum. Nutr. Diet.* **2013**, *26* (Suppl. S1), 90–96. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Jequier, E.; Constant, F. Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2010**, *64*, 115–123. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Craig, C.L.; Marshall, A.L.; Sjostrom, M.; Bauman, A.E.; Booth, M.L.; Ainsworth, B.E.; Pratt, M.; Ekelund, U.; Yngve, A.; Sallis, J.F.; *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2003**, *35*, 1381–1395. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Whitt, M.C.; Irwin, M.L.; Swartz, A.M.; Strath, S.J.; O'Brien, W.L.; Bassett, D.R.; Schmitz, K.H.; Emplainscourt, P.O.; *et al.* Compendium of physical activities: An update of activity codes and met intensities. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2000**, *32*, 498–504. [[CrossRef](#)]
16. Hagstromer, M.; Oja, P.; Sjostrom, M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): A study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutr.* **2006**, *9*, 755–762. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Lee, P.H.; Macfarlane, D.J.; Lam, T.H.; Stewart, S.M. Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Activ.* **2011**, *8*, 115. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Abbadi, A.; El-Khoury, J.M.; Wang, S. Stability of serum and plasma osmolality in common clinical laboratory storage conditions. *Clin. Biochem.* **2014**, *47*, 686–687. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Seifarth, C.C.; Miertschischk, J.; Hahn, E.G.; Hensen, J. Measurement of serum and plasma osmolality in healthy young humans—Influence of time and storage conditions. *Clin. Chem. Lab Med.* **2004**, *42*, 927–932. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Wang, Z.; Deurenberg, P.; Wang, W.; Pietrobelli, A.; Baumgartner, R.N.; Heymsfield, S.B. Hydration of fat-free body mass: Review and critique of a classic body-composition constant. *Am. J. Clin. Nutr.* **1999**, *69*, 833–841. [[PubMed](#)]
21. Manz, F.; Johnner, S.A.; Wentz, A.; Boeing, H.; Remer, T. Water balance throughout the adult life span in a german population. *Br. J. Nutr.* **2012**, *107*, 1673–1681. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Manz, F.; Wentz, A. 24-h hydration status: Parameters, epidemiology and recommendations. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2003**, *57* (Suppl. S2), 10–18. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Rolls, B.J.; Phillips, P.A. Aging and disturbances of thirst and fluid balance. *Nutr. Rev.* **1990**, *48*, 137–144. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*, 2nd ed.; Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ, USA, 1988; p. 567.
25. Chevront, S.N.; Kenefick, R.W.; Charkoudian, N.; Sawka, M.N. Physiologic basis for understanding quantitative dehydration assessment. *Am. J. Clin. Nutr.* **2013**, *97*, 455–462. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Park, S.; Sherry, B.; O'Toole, T.; Huang, Y. Factors associated with low drinking water intake among adolescents: The Florida Youth Physical Activity and Nutrition Survey, 2007. *J. Am. Diet. Assoc.* **2011**, *111*, 1211–1217. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Polkinghorne, B.G.; Gopaldasani, V.; Furber, S.; Davies, B.; Flood, V.M. Hydration status of underground miners in a temperate australian region. *BMC Public Health* **2013**, *13*, 426. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Yang, M.; Chun, O.K. Consumptions of plain water, moisture in foods and beverages, and total water in relation to dietary micronutrient intakes and serum nutrient profiles among us adults. *Public Health Nutr.* **2015**, *18*, 1180–1186. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Hallal, P.C.; Victora, C.G. Reliability and validity of the international physical activity questionnaire (IPAQ). *Med. Sci. Sports Exerc.* **2004**, *36*, 556. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
30. Papathanasiou, G.; Georgoudis, G.; Papandreou, M.; Spyropoulos, P.; Georgakopoulos, D.; Kalfakakou, V.; Evangelou, A. Reliability measures of the short international physical activity questionnaire (IPAQ) in Greek young adults. *Hell. J. Cardiol.* **2009**, *50*, 283–294.
31. Convertino, V.A. Blood volume: Its adaptation to endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1991**, *23*, 1338–1348. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

32. Convertino, V.A. Blood volume response to physical activity and inactivity. *Am. J. Med. Sci.* **2007**, *334*, 72–79. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Stanley, J.; Halliday, A.; D'Auria, S.; Buchheit, M.; Leicht, A.S. Effect of sauna-based heat acclimation on plasma volume and heart rate variability. *Eur. J. Appl. Phys.* **2015**, *115*, 785–794. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Mora-Rodriguez, R.; Sanchez-Roncero, A.; Fernandez-Elias, V.E.; Guadalupe-Grau, A.; Ortega, J.F.; Dela, F.; Helge, J.W. Aerobic exercise training increases muscle water content in obese middle-age men. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2015**, *21*. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Shephard, R.J.; Aoyagi, Y. Seasonal variations in physical activity and implications for human health. *Eur. J. Appl. Phys.* **2009**, *107*, 251–271. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Hamouti, N.; Del Coso, J.; Avila, A.; Mora-Rodriguez, R. Effects of athletes' muscle mass on urinary markers of hydration status. *Eur. J. Appl. Phys.* **2010**, *109*, 213–219. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Raman, A.; Schoeller, D.A.; Subar, A.F.; Troiano, R.P.; Schatzkin, A.; Harris, T.; Bauer, D.; Bingham, S.A.; Everhart, J.E.; Newman, A.B.; *et al.* Water turnover in 458 American adults 40–79 years of age. *Am. J. Physiol. Ren. Physiol.* **2004**, *286*, 394–401. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]



© 2016 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Article

Water Intake in a Sample of Greek Adults Evaluated with the Water Balance Questionnaire (WBQ) and a Seven-Day Diary

Adelais Athanasatou, Olga Malisova, Aikaterini Kandyliari and Maria Kapsokefalou *

Unit of Human Nutrition, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, 75 Iera Odos Str., Athens 11855, Greece; dathanasatou@gmail.com (A.A.); olgamalisova@yahoo.gr (O.M.); katerinakand@hotmail.com (A.K.)

* Correspondence: kapsok@aua.gr; Tel.: +30-210-529-4708

Received: 28 July 2016; Accepted: 5 September 2016; Published: 10 September 2016

Abstract: Awareness on the importance of hydration in health has created an unequivocal need to enrich knowledge on water intake of the general population and on the contribution of beverages to total water intake. We evaluated in the past water intake in a sample of Greek adults using two approaches. In study A, volunteers completed the Water Balance Questionnaire (WBQ), a food frequency questionnaire, designed to evaluate water intake ($n = 1092$; 48.1% males; 43 ± 18 years). In study B, a different population of volunteers recorded water, beverage, and food intake in seven-day diaries ($n = 178$; 51.1% males; 37 ± 12 years). Herein, data were reanalyzed with the objective to reveal the contribution of beverages in total water intake with these different methodologies. Beverage recording was grouped in the following categories: Hot beverages; milk; fruit and vegetable juices; caloric soft drinks; diet soft drinks; alcoholic drinks; other beverages; and water. Total water intake and water intake from beverages was 3254 (SE 43) mL/day and 2551 (SE 39) mL/day in study A; and 2349 (SE 59) mL/day and 1832 (SE 56) mL/day in study B. In both studies water had the highest contribution to total water intake, approximately 50% of total water intake, followed by hot beverages (10% of total water intake) and milk (5% of total water intake). These two approaches contribute information on water intake in Greece and highlight the contribution of different beverages; moreover, they point out differences in results obtained from different methodologies attributed to limitations in their use.

Keywords: total water intake; beverages consumption; seven-day diary record; water balance questionnaire

1. Introduction

Reports that linked hydration with the maintenance of normal physical and cognitive functions [1] engendered the need for data on hydration of the general population and for public health advice on water intake.

Hydration reflects balance between water intake and loss. Water intake consists of water from a variety of sources; namely, drinking water, beverages, and fluid and solid foods. In most studies, drinking water and beverages contribute approximately 80%, and solid and fluid foods approximately 20% to water intake [2–4]. Water loss consists mainly from excretion of water in urine, respiratory water, feces, and sweat [2].

New studies focus on evaluating water intake in the general population in different countries using either new data or retrospective analyses of older studies, thus building information on water intake worldwide [4–8]. For example, total water intake is 1307 mL/day in adults aged 20–54 years, and 1198 mL/day in senior adults in France [6,9], and 3563 mL/day in the USA [10]. Overall, these

differences are expected to some extent because water intake reflects environmental conditions and physical activity levels [11] that vary in different countries or population groups. Moreover, water intake is influenced by diverse dietary habits, the availability of a variety of beverages in local markets, and the adoption of drinking-friendly policies in public and private spaces (schools, working environments, hospitals, etc.). In this context, the recording of information on the contribution of different beverages in total water intake deserves attention. For example, in many countries drinking water is the most popular beverage [9,10] but in others, such as in the UK, hot beverages [5] are preferable.

Apart from differences amongst countries, the methodological tools used for evaluating water intake in these studies are inconsistent, some use seven-day diaries, 24 h recalls, or food frequency questionnaires [12]. Moreover, most of these studies used tools that were not specifically designed to evaluate water intake. Therefore, they may not fully capture the consumption of water or of other beverages [13].

Limited information on fluid intake is available for the Greek population [3,8,14]. Cohort studies conducted in Greece do not include the evaluation of water intake [15–17]. We have conducted two studies in the past with the objective to evaluate water intake in a sample of the Greek population. In these studies we analyzed total water intake without specific reference to the variety of beverages consumed. There is a need to obtain this important information because a higher variety has been linked to a higher total water intake [5]. Moreover, these studies used different methodologies; the study of Malisova et al. [8] used the WBQ [18], a semi-quantified food frequency questionnaire and the study of Malisova et al. [3] used a 7-day diary record. There is a need to carefully observe and comment on the use of different tools in the evaluation of water intake.

The objectives of the present study were to reanalyze the existing databases in order: (a) to report water intake and the type of beverages consumed in a sample of Greek adults using a food frequency questionnaire and a seven-day diary; and (b) to compare the water intake recorded from these two approaches, i.e., a semi-quantified food and fluids frequency questionnaire or a seven-day diary record.

2. Materials and Methods

We reanalyzed data from two existing databases; data were obtained from a semi-quantified food frequency questionnaire (study A), and from seven-day diaries (study B). The sample of studies A and B is composed of different subjects. A total of 1270 subjects from the metropolitan area of Athens (Greece) were included in these analyses.

In Study A [8] we used the Water Balance Questionnaire (WBQ) [18], a self-administrated semi-quantified food frequency questionnaire specially designed and validated with urine hydration biomarkers and three-day diaries to estimate water intake from all sources. The exclusion criteria were disease in relation to water balance, including urinary tract infection, kidney disease, and diabetes. All volunteers were informed on the objectives of the study and the procedures involved, and signed an informed consent. In 1092 healthy subjects 18–75 years (age: 43 ± 18 years; males 48.1%) water intake was estimated from the consumption of fifty-eight foods and from drinking water or beverages recorded in detail as glasses, bottles, or cups consumed per day. Employment status, education level, and levels of physical activity estimated from the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) questionnaire [19] were also considered. Height and weight of subjects was measured. Water from solid and fluid foods, recorded from the WBQ, was calculated using data from the USDA National Nutrient Database by multiplying the content in water given from the USDA of any food or beverage (in g or mL) with the portion size (in g or mL) and the number of times that the portion was consumed in the last month.

In study B [3] we used a seven-day diary to record detailed information on foods, and beverages intake. The study protocol had a 24 h urine collection for the same seven days in order to assess hydration status. Exclusion criteria were disease (diabetes insipidus, renal, liver, gastrointestinal, cardiac, pulmonary, or muscle-skeletal diseases), pregnancy, lactation, hypertension, taking diuretic drugs, and following a high-protein or hypocaloric diet. Written informed consent was obtained from all subjects. The recruitment strategy included invitations sent by email to the non-academic and academic personnel; uploaded on social media and published in local newspapers; uploaded on internet sites related to nutrition; and sent by email to other academic and social work institutions. A total of 178 healthy subjects 18–65 years (age: 37 ± 12 years; males 51.1%) recorded the type and amount of food and/or fluid consumption, time, and place immediately after it happened in order to avoid misreporting. Employment status, education level, tobacco use, and levels of physical activity estimated from the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) questionnaire [19] were also considered. Height and weight of subjects was measured. Water from solid and fluid foods, recorded from the seven-day diaries was calculated using the data from the Diet Analysis plus version 6.1 software (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co. Inc., Salem, OR, USA).

2.1. Data Analysis

(a) Subjects from studies A and B with anomalous values of energy intake [20] were excluded from the analyses; below 500 calories for females and 800 calories for males, above 3500 calories for females and 4000 calories for males.

(b) Beverage consumption was combined in the eight following categories: (1) hot beverages (including tea and coffee); (2) milk (including regular, light, and chocolate milk); (3) fruit and vegetable juices (including nectar, fresh, and mix juices); (4) caloric soft drinks; (5) diet soft drinks; (6) alcoholic drinks; (7) water (including tap and bottled); and (8) other beverages (i.e., non-alcoholic beer). Total water intake was calculated from the moisture content in foods and the total beverages intake. Beverage intake was the sum of the amounts of these eight categories.

(c) The variety score was calculated as the sum of the beverages consumed from the eight different categories with a minimum value of “0” and a maximum value of “8”.

(d) Daily water intake of males and females was compared to the European Food Safety Authority (EFSA) Dietary Reference Values for Adequate Intake of water for males and females (2.5 L and 2.0 L, respectively) [2]. Nordic and German-speaking countries take the approach of inadequate water intake when it is less than 1 g per kilocalorie of energy requirement [2]. Therefore, we used three approaches to define adequate water intake in order to estimate the proportion of subjects that have a low total water intake. A classification based on the adequate intake value, defined by the EFSA, was considered as Criterion 1. Criterion 2 was considered as a ratio of total water intake and energy intake higher than 1. The combination of both (Criterion 1 and 2) was considered as the final criterion (Criterion 3).

2.2. Statistics

Continuous variables are expressed as the mean (standard error) for variables following normal distribution. Normal distribution of all continuous variables was tested with the Shapiro–Wilk parametric test or graphically assessed by histograms. All variables were found to be normal. Correlations were evaluated using Pearson’s correlation coefficient. Partial correlations between water intake, energy intake, and beverage consumption adjusted for age, gender, body weight, and physical activity were calculated by the use of a variety score. Differences between genders and age groups were observed using Student’s *t*-test. We deemed statistical significance at $\alpha = 0.05$. Statistical analysis was performed by SPSS package, version 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

3. Results

The age, gender distribution, and characteristics in details of subjects of study A are presented in Table 1.

Table 1. Descriptive characteristics of subjects that completed the WBQ ($n = 1092$).

| | | Total | % | Male | % | Female | % | |
|--------------------------------|------------------------|-----------|--------------|------|--------------|--------|--------------|------|
| | | Total | 1092 | 100 | 532 | 48.1 | 575 | 51.9 |
| Age (years) | 18–39 | Count | 488 | 44.7 | 230 | 44.1 | 258 | 45.3 |
| | 40–64 | Count | 390 | 35.7 | 187 | 35.8 | 203 | 35.6 |
| | 65–75 | Count | 214 | 19.6 | 105 | 20.1 | 109 | 19.1 |
| Unemployed | | Count | 139 | 13.2 | 61 | 12.0 | 78 | 14.1 |
| Level of physical activity | Inactive | Count | 71 | 6.4 | 37 | 7.0 | 34 | 5.9 |
| | Active | Count | 1036 | 93.6 | 495 | 93.0 | 541 | 94.1 |
| Level of education | Primary or less | Count | 129 | 14.1 | 47 | 10.8 | 82 | 17.2 |
| | Secondary | Count | 240 | 26.3 | 131 | 30.1 | 109 | 22.8 |
| | Tertiary or University | Count | 544 | 59.6 | 257 | 59.1 | 287 | 60.0 |
| Weight (kg) | | Mean (SE) | 72.1 (0.4) | | 81.2 (0.5) | | 63.6 (0.5) | |
| Height (cm) | | Mean (SE) | 169.5 (0.3) | | 176.2 (0.3) | | 163.1 (0.3) | |
| BMI (kg/m ²) | | Mean (SE) | 25.07 (0.12) | | 26.22 (0.16) | | 23.98 (0.18) | |
| BMI class (kg/m ²) | Underweight | Count | 28 | 2.8 | 3 | 0.6 | 25 | 4.8 |
| | Normal weight | Count | 513 | 50.9 | 188 | 38.6 | 325 | 62.5 |
| | Overweight | Count | 351 | 34.9 | 218 | 44.8 | 133 | 25.6 |
| | Obese | Count | 115 | 11.4 | 78 | 16.0 | 37 | 7.1 |

The contribution of foods and beverages in detail to water intake (g/day) and energy intake (kcal/day) are presented in Table 2. Mean water intake was 3387 g/day (SE 46), while for males, was 3531 g/day (SE 71), and for females was 3253 g/day (SE 58). Beverage contribution to water intake was 78%, 80%, and 78% for the total sample, males, and females respectively. Mean energy intake was 1911 kcal/day (SE 26) for the total sample, 1975 kcal/day (SE 45) for males, and 1852 kcal/day (SE 31) for females, while the contribution of beverages to total energy intake was 24%, 26%, and 22% for the total sample, males, and females respectively. Finally, water was the most popular beverage consumed, followed by hot beverages, alcoholic drinks, and milk (Table 2).

Table 3 presents the contribution of foods and beverages in detail to water intake (g/day) and energy intake (kcal/day) by age groups for each gender. Differences were observed between two age groups for both genders for total water intake ($p < 0.001$), for water from beverages ($p < 0.001$) and for total beverages consumption ($p < 0.001$). Differences were also observed for beverage types, in particular for fruit and vegetable juices, for caloric soft drinks, for water, and for other non-alcoholic beverages.

Correlations between water intake, energy intake, and beverage consumption were highlighted in Table 4. Total water intake was strongly correlated with energy intake from beverages and total energy intake ($r = 0.636$, $r = 0.618$), while water intake from beverages was correlated moderately with energy intake from beverages ($r = 0.589$). Positive correlations were observed amongst total water intake and water intake from beverages ($r = 0.914$), and beverage weight ($r = 0.957$). Fruit and vegetable juice, alcoholic drinks, and water had a moderate correlation with total water ($r = 0.389$, 0.461 and 0.687 , respectively). Additionally, caloric soft drinks and alcoholic drinks had a moderate correlation with total energy intake ($r = 0.309$, $r = 0.516$). The variety score was positively correlated with total water intake and water intake from beverages ($p < 0.001$ in both cases).

Table 5 presents detailed characteristics for the population of study B.

Table 2. Contribution of food and beverages to total water and energy intake of subjects using the WBQ (*n* = 1092).

| | | Total Weight Consumed (g/Day) GRAMS | | | <i>p</i> ¹ | Contribution to Energy Intake (kcal/Day) KCAL | | | <i>p</i> ² | Contribution to Water Intake (g/Day) WATER | | | <i>p</i> ³ |
|-------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------|---|-----------|-----------|-----------------------|--|-----------|-----------|-----------------------|
| | | Total | Male | Female | | Total | Male | Female | | Total | Male | Female | |
| | Count | 1107 | 532 | 575 | | 1107 | 532 | 575 | | 1107 | 532 | 575 | |
| All food and drink | Mean (SE) | 3387 (46) | 3531 (71) | 3253 (58) | <0.01 | 1911 (26) | 1975 (45) | 1852 (31) | 0.02 | 3254 (43) | 3404 (66) | 3116 (55) | 0.001 |
| Food only | Mean (SE) | 831 (14) | 817 (22) | 843 (18) | 0.37 | 1453 (21) | 1471 (35) | 1437 (26) | 0.43 | 706 (12) | 683 (19) | 727 (16) | 0.07 |
| Beverages only | Mean (SE) | 2668 (40) | 2826 (62) | 2522 (50) | <0.01 | 460 (12) | 508 (20) | 416 (12) | <0.001 | 2551 (39) | 2725 (61) | 2390 (50) | <0.001 |
| Hot beverages | Mean (SE) | 283 (9) | 261 (12) | 304 (12) | 0.12 | 149 (4) | 141 (7) | 157 (6) | 0.08 | 330 (9) | 307 (13) | 351 (13) | 0.02 |
| Milk | Mean (SE) | 176 (6) | 175 (10) | 178 (8) | 0.84 | 115 (5) | 113 (6) | 116 (6) | 0.66 | 160 (6) | 158 (9) | 162 (7) | 0.69 |
| Fruit and Vegetable Juices | Mean (SE) | 128 (8) | 138 (12) | 119 (11) | 0.23 | 65 (4) | 69 (6) | 61 (5) | 0.34 | 119 (7) | 126 (11) | 112 (9) | 0.34 |
| Caloric soft drink | Mean (SE) | 71 (5) | 89 (8) | 54 (5) | <0.001 | 27 (2) | 34 (3) | 21 (2) | <0.001 | 64 (4) | 80 (7) | 48 (4) | <0.001 |
| Diet soft drink | Mean (SE) | 58 (4) | 57 (6) | 58 (6) | 0.86 | 5 (0) | 7 (1) | 4 (0.4) | <0.001 | 52 (4) | 47 (5) | 57 (7) | 0.25 |
| Alcohol | Mean (SE) | 267 (17) | 310 (29) | 227 (18) | 0.14 | 95 (8) | 140 (15) | 54 (5) | <0.001 | 146 (13) | 215 (26) | 82 (8) | <0.001 |
| Water | Mean (SE) | 1671 (30) | 1779 (43) | 1571 (40) | <0.001 | - | - | - | <0.001 | 1671 (30) | 1779 (43) | 1571 (40) | <0.001 |
| Other non-alcoholic beverages | Mean (SE) | 15 (2) | 20 (3) | 10 (1) | <0.01 | 3 (0) | 5 (1) | 54 (5) | <0.01 | 9 (1) | 14 (2) | 5 (1) | <0.001 |

p-values derived through Student's *t*-test between genders.

Table 3. Total water intake and beverage consumption (g/day) by age group of subjects using the WBQ (n = 1092).

| | Male | | | <i>p</i> ¹ | Female | | | <i>p</i> ² |
|---|-------------------|-----------|------------|-----------------------|-------------------|-----------|------------|-----------------------|
| | Age Group (Years) | | | | Age Group (Years) | | | |
| | 18–64 | 65–75 | | | 18–64 | 65–75 | | |
| | (A) | (B) | (C) | | (D) | (E) | (F) | |
| | 532 | 419 | 103 | 575 | 466 | 104 | | |
| Total Water intake from food and beverages mean (SE) | 3404 (66) | 3568 (75) | 3030 (104) | <0.001 | 3116 (55) | 3243 (62) | 2658 (110) | <0.001 |
| Water from food mean (SE) | 683 (19) | 683 (22) | 738 (33) | 0.24 | 727 (16) | 738 (17) | 693 (42) | 0.27 |
| Water from beverages mean (SE) | 2725 (61) | 2886 (69) | 2315 (100) | <0.001 | 2390 (50) | 2505 (57) | 1997 (83) | <0.001 |
| Total beverages consumption mean (g/day) (SE) of which (g/day) | 2826 (62) | 3012 (70) | 2323 (97) | <0.001 | 2522 (50) | 2656 (56) | 1997 (84) | <0.001 |
| Hot beverages mean (g/day) (SE) | 307 (13) | 265 (13) | 269 (30) | 0.89 | 351 (13) | 317 (14) | 260 (26) | 0.08 |
| Milk mean (g/day) (SE) | 158 (9) | 179 (11) | 178 (19) | 0.98 | 162 (7) | 180 (9) | 174 (20) | 0.76 |
| Fruit and Vegetable Juices mean (g/day) (SE) | 126 (11) | 158 (14) | 72 (12) | <0.001 | 112 (9) | 131 (13) | 74 (15) | 0.04 |
| Caloric soft drink mean (g/day) (SE) | 80 (7) | 101 (10) | 49 (8) | <0.001 | 48 (4) | 61 (6) | 26 (7) | <0.001 |
| Diet soft drink mean (g/day) (SE) | 47 (5) | 56 (6) | 65 (17) | 0.62 | 57 (4) | 61 (6) | 43 (16) | 0.21 |
| Alcohol mean (g/day) (SE) | 215 (26) | 329 (34) | 264 (58) | 0.34 | 82 (8) | 255 (21) | 91 (21) | <0.001 |
| Water mean (g/day) (SE) | 1779 (43) | 1900 (50) | 1442 (61) | <0.001 | 1571 (40) | 1640 (47) | 1323 (62) | <0.01 |
| Other non-alcoholic beverages mean (g/day) (SE) | 14 (2) | 25 (4) | 1 (1) | <0.001 | 5 (1) | 11 (6) | 2 (2) | 0.07 |

p-values derived through Student's *t*-test age groups.

Table 4. Partial correlations between water intake, energy intake and beverage consumption adjusted for age, gender, body weight, and physical activity using the WBQ (n = 1092).

| | Total Water (from Food and Beverages) (g/Day) | Total Water from Beverages (g/Day) | Total Water from Food (g/Day) | Total Food Weight (g/Day) | Total Beverages Weight (g/Day) | Total Energy (kcal/Day) | Total Energy from Food (kcal/Day) | Total Energy (kcal/Day) from Beverages |
|---|---|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|
| Total water (g/day) (from food and beverages) | 1 | 0.914 ** | 0.371 ** | 0.461 ** | 0.957 ** | 0.618 ** | 0.354 ** | 0.636 ** |
| Total water (g/day) from beverages | 0.914 ** | 1 | 0.117 ** | 0.167 ** | 0.958 ** | 0.493 ** | 0.089 ** | 0.589 ** |
| Total water (g/day) from food | 0.371 ** | 0.117 ** | 1 | 0.808 ** | 0.146 ** | 0.337 ** | 0.730 ** | 0.143 ** |
| Total food weight (g/day) | 0.461 ** | 0.167 ** | 0.808 ** | 1 | 0.184 ** | 0.370 ** | 0.781 ** | 0.238 ** |
| Total beverages weight (g/day) | 0.957 ** | 0.958 ** | 0.146 ** | 0.184 ** | 1 | 0.563 ** | 0.136 ** | 0.627 ** |
| Total energy (kcal) | 0.618 ** | 0.493 ** | 0.337 ** | 0.370 ** | 0.563 ** | 1 | 0.438 ** | 0.523 ** |
| Total energy (kcal) from food | 0.354 ** | 0.089 ** | 0.730 ** | 0.781 ** | 0.136 ** | 0.438 ** | 1 | 0.189 ** |
| Total energy (kcal) from beverages | 0.636 ** | 0.589 ** | 0.143 ** | 0.238 ** | 0.627 ** | 0.523 ** | 0.189 ** | 1 |
| (1) Hot beverages (g/day) | 0.297 ** | 0.222 ** | 0.165 ** | 0.235 ** | 0.252 ** | 0.144 ** | 0.153 ** | 0.305 ** |
| (2) Milk (g/day) | 0.147 ** | 0.111 ** | 0.165 ** | 0.172 ** | 0.107 ** | 0.104 ** | 0.156 ** | 0.229 ** |
| (3) Fruit and vegetable juice (g/day) | 0.389 ** | 0.379 ** | 0.082* | 0.097 ** | 0.400 ** | 0.309 ** | 0.097 ** | 0.568 ** |
| (4) Caloric soft drink (g/day) | 0.224 ** | 0.230 ** | -0.038 | 0.028 | 0.239 ** | 0.216 ** | 0.038 | 0.355 ** |
| (5) Diet soft drink (g/day) | 0.162 ** | 0.086* | -0.002 | 0.069* | 0.157 ** | 0.152 ** | 0.011 | 0.118 ** |
| (6) Alcoholic drinks (g/day) | 0.461 ** | 0.347 ** | 0.077* | 0.065 | 0.490 ** | 0.516 ** | 0.117 ** | 0.658 ** |
| (7) Water (g/day) | 0.687 ** | 0.804 ** | 0.049 | 0.05 | 0.744 ** | 0.219 ** | -0.005 | 0.034 |
| (8) Other non-alcoholic beverages (g/day) | 0.191 ** | 0.083* | 0.017 | 0.146 ** | 0.164 ** | 0.135 ** | 0.064 | 0.110 ** |
| Variety score | 0.160 ** | 0.170 ** | 0.007 | 0.112 ** | 0.190 ** | 0.136 ** | 0.096 ** | 0.194 ** |

** Correlation is significant at the 0.01 level; * Correlation is significant at the 0.05 level.

Table 5. Descriptive characteristics of subjects that completed seven-day diaries (n = 178).

| | | Total | % | Male | % | Female | % | |
|--------------------------------|------------------------|-----------|--------------|------|--------------|--------|--------------|------|
| | | Total | 178 | 100 | 91 | 51.1 | 87 | 48.9 |
| Age group (years) | 18–39 | Count | 103 | 57.9 | 56 | 61.5 | 47 | 54 |
| | 40–64 | Count | 75 | 42.1 | 35 | 38.5 | 40 | 46 |
| Unemployed | | Count | 139 | 13.1 | 61 | 12 | 78 | 14.1 |
| Level of physical activity | Inactive | Count | 109 | 61.2 | 58 | 63.4 | 51 | 59.0 |
| | Active | Count | 69 | 38.8 | 33 | 36.6 | 36 | 41.0 |
| Level of education | Primary or less | Count | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2.7 |
| | Secondary | Count | 2 | 2 | 1 | 1.6 | 1 | 2.7 |
| | Tertiary or University | Count | 95 | 96.9 | 60 | 98.4 | 35 | 94.6 |
| Tobacco | Yes | Count | 41 | 23 | 20 | 22 | 21 | 24.1 |
| | No | Count | 137 | 77 | 71 | 78 | 66 | 75.9 |
| Weight (kg) | | Mean (SE) | 75.53 (3.38) | | 82.89 (6.62) | | 68.44 (1.57) | |
| Height (cm) | | Mean (SE) | 1.70 (0.01) | | 1.73 (0.01) | | 1.67 (0.01) | |
| BMI Class (kg/m ²) | Normal weight | Count | 104 | 58.4 | 50 | 55.4 | 53 | 61.3 |
| | Overweight | Count | 48 | 26.8 | 26 | 28.4 | 22 | 25.3 |
| | Obese | Count | 26 | 14.8 | 15 | 16.2 | 12 | 13.3 |

The contribution of foods and beverages to water (g/day) and energy intake (kcal/day) is presented in Table 6 for males, females, and totally. Mean daily water intake was 2349 g (SE 59), while for males it was 2517 g (SE 91), and for females it was 2174 g (SE 71). Beverages were the main contributors to water intake (79% for males, and 76% for females). The contribution of all types of beverages to water intake was similar for males and females (p values are provided in Table 6). Mean energy intake was 1780 kcal/day (SE 36), while the contribution of foods to total energy intake was approximately 78% for the total sample.

Table 6. Contribution of foods and beverages to water and energy intake using seven-day diaries ($n = 178$).

| | | Contribution to Water Intake (g/Day) | | | p^1 | Contribution to Energy Intake (kcal/Day) | | | p^2 |
|---------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-------|--|-----------|-----------|-------|
| | | Total | Male | Female | | Total | Male | Female | |
| | | Count | 178 | 91 | | 87 | 178 | 91 | |
| All food and drink | Mean (SE) | 2349 (59) | 2517 (91) | 2174 (71) | 0.003 | 1780 (36) | 1890 (51) | 1667 (46) | 0.002 |
| Food only | Mean (SE) | 504 (17) | 501 (21) | 508 (27) | 0.848 | 1551 (31) | 1594 (47) | 1425 (37) | 0.005 |
| Beverages only | Mean (SE) | 1826 (57) | 1990 (90) | 1653 (63) | 0.003 | 206 (9) | 216 (12) | 194 (12) | 0.199 |
| Hot beverages | Mean (SE) | 286 (17) | 282 (22) | 291 (26) | 0.779 | 127 (8) | 125 (10) | 129 (12) | 0.779 |
| Milk | Mean (SE) | 119 (8) | 116 (12) | 122 (12) | 0.721 | 117 (8) | 114 (12) | 120 (11) | 0.721 |
| Fruit and vegetable juice | Mean (SE) | 63 (6) | 57 (8) | 69 (8) | 0.272 | 36 (3) | 32 (5) | 39 (4) | 0.272 |
| Caloric soft drink | Mean (SE) | 27 (4) | 30 (5) | 24 (6) | 0.486 | 12 (2) | 13 (2) | 11 (3) | 0.486 |
| Diet soft drink | Mean (SE) | 23 (6) | 33 (10) | 12 (5) | 0.075 | 1 (0) | 1 (0) | 0 (0) | 0.075 |
| Alcoholic drinks | Mean (SE) | 81 (9) | 84 (12) | 77 (12) | 0.696 | 142 (15) | 147 (21) | 136 (22) | 0.696 |
| Water | Mean (SE) | 1170 (54) | 1310 (86) | 1023 (61) | 0.007 | - | - | - | - |
| Other beverages | Mean (SE) | 18 (3) | 23 (6) | 12 (2) | 0.096 | 5 (1) | 6 (2) | 3 (1) | 0.096 |

p -values derived through Student's t -test between genders.

Males had a higher total water intake and water intake from beverages ($p = 0.003$ for both) as presented in Table 6. Moreover, males consumed more beverages than females (1999 g against 1692 g), which reflect a higher consumption of water (tap or bottled) ($p = 0.007$). Water was by far the most popular beverage consumed for both genders, followed by hot beverages, milk, and alcoholic drinks.

In Table 7 are presented the intakes of water, energy and beverage type the first three days of the experiment, as well as during the seven-day period. Total water intake, water intake from beverages, and energy intake decreased in the extended period of the study. The seven-day period revealed a higher variety score for beverages consumed of 5 (SD 1) and a higher intake of alcoholic drinks.

Table 7. Water and energy intake of subjects the first three days and the seven days of the experiment using day diaries ($n = 178$).

| Variable | 3 Days | 7 Days | <i>p</i> |
|---|-----------|-----------|----------|
| Total water intake (mL/day) | 2412 (63) | 2351 (59) | 0.005 |
| Water intake from beverages (mL/day) | 1869 (60) | 1826 (57) | 0.027 |
| Water intake from foods (mL/day) | 535 (19) | 505 (17) | 0.009 |
| Total energy intake (kcal/day) | 1818 (38) | 1775 (35) | 0.017 |
| Energy intake from beverages (kcal/day) | 201 (9) | 207 (9) | NS |
| Energy intake from foods (kcal/day) | 1573 (36) | 1512 (31) | 0.011 |
| Hot beverages (mL/day) | 302 (19) | 290 (17) | NS |
| Milk (mL/day) | 138 (11) | 143 (10) | NS |
| Fruit and vegetable juice (mL/day) | 79 (8) | 72 (8) | NS |
| Caloric soft drinks (mL/day) | 29 (6) | 31 (4) | MS |
| Diet soft drinks (mL/day) | 28 (8) | 26 (7) | NS |
| Alcoholic drinks (mL/day) | 85 (10) | 100 (11) | 0.036 |
| Water (mL/day) | 1233 (55) | 1176 (54) | 0.004 |
| Other beverages (mL/day) | 16 (3) | 20 (4) | 0.159 |
| Variety score | 4 | 5 | 0.0001 |

p-values derived through Student's *t*-test between three and seven days of the experiment.

Total water intake was strongly correlated with beverage weight ($r = 0.953$) and water from beverages ($r = 0.952$). The correlation of total water intake with water from foods was very weak ($r = 0.29$, Table 8). Total water intake from all sources was correlated weakly with total energy intake ($r = 0.265$), and water intake from beverages is also correlated weakly with energy intake from beverages ($r = 0.230$). Milk, fruit and vegetable juice, alcoholic drinks, and caloric soft drinks had a moderate correlation with total energy from beverages ($r = 0.46, 0.43, 0.43, \text{ and } 0.24$, respectively). The variety score of beverages consumed in a day was positively correlated with total water intake ($r = 0.169$), water and energy intake from beverages ($r = 0.214 \text{ and } 0.316$, respectively).

Finally, in the present study the classification of total water intake is presented in Table 9. Seventy-five percent of males from study A and 40% from study B followed the scientific opinion of EFSA for adequate daily water intake (2.5 L/day; Criterion 1). The adherence of females (2.0 L/day; Criterion 1) was 83% in the sample of study A and 62% in study B. Ninety-six percent of the subjects from study A and 80% of subjects from study B fulfilled Criterion 2 (1 g of water per 1 kcal of energy intake).

Table 8. Partial correlations between water intake, energy intake, and beverage consumption adjusted for age, gender, body weight, and activity from seven-day diaries (n = 178).

| | Total Water Intake (g/Day) | Total Water from Beverages (g/Day) | Total Water from Food (g/Day) | Total Beverages Weight (g/Day) | Total Energy (kcal/Day) | Total Energy from Beverages (kcal/Day) | Total Energy from Food (kcal/Day) |
|---|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------------|
| Total water (from food and beverages) (g/day) | 1 | 0.952 ** | 0.291 ** | 0.953 ** | 0.265 ** | 0.213 * | 0.222 ** |
| Water from beverages (g/day) | 0.952 ** | 1 | 0.006 | 0.959 ** | 0.142 | 0.230 ** | 0.094 |
| Water from food (g/day) | 0.291 ** | 0.006 | 1 | 0.142 | 0.407 ** | 0.013 | 0.446 ** |
| Beverage weight (g/day) | 0.953 ** | 0.959 ** | 0.142 | 1 | 0.189 * | 0.291 ** | 0.140 |
| Total energy (kcal) | 0.265 ** | 0.142 | 0.407 ** | 0.189 * | 1 | 0.394 ** | 0.885 ** |
| Energy from beverages (kcal) | 0.213 * | 0.230 ** | 0.013 | 0.291 ** | 0.394 ** | 1 | 0.146 |
| Energy from food (kcal) | 0.222 ** | 0.094 | 0.446 ** | 0.140 | 0.885 ** | 0.146 | 1 |
| (1) Hot beverages (g/day) | 0.092 | 0.116 | -0.048 | 0.131 | -0.078 | -0.101 | -0.020 |
| (2) Milk (g/day) | 0.080 | 0.010 | 0.211 * | 0.100 | 0.189 ** | 0.460 ** | 0.089 |
| (3) Fruit and vegetable juice (g/day) | 0.273 ** | 0.286 ** | -0.030 | 0.314 ** | 0.277 ** | 0.428 ** | 0.145 |
| (4) Caloric soft drink (g/day) | 0.147 | 0.098 | 0.219 ** | 0.206 * | 0.239 ** | 0.376 ** | 0.167 * |
| (5) Diet soft drink (g/day) | 0.140 | 0.145 | -0.006 | 0.145 | -0.002 | -0.005 | 0.066 |
| (6) Alcoholic drinks (g/day) | 0.254 ** | 0.279 ** | -0.005 | 0.276 ** | 0.125 | 0.433 ** | 0.039 |
| (7) Water (g/day) | 0.898 ** | 0.909 ** | 0.115 | 0.919 ** | 0.110 | 0.085 | 0.094 |
| (8) Other beverages (g/day) | 0.251 ** | 0.245 ** | 0.077 | 0.265 ** | 0.161 | 0.264 ** | 0.074 |
| Variety score | 0.167 * | 0.214 * | -0.098 | 0.250 ** | 0.121 | 0.316 ** | 0.053 |

** Correlation is significant at the 0.01 level; * Correlation is significant at the 0.05 level.

Table 9. Combined classification for the total water intake (TWI) following established criteria.

| Classification of Total Water Intake | Study | Males | Females |
|--------------------------------------|-------|-------|---------|
| CRITERION 1 (%) | A | 75 | 83 |
| | B | 40 | 62 |
| CRITERION 2 (%) | A | 97 | 96 |
| | B | 79 | 81 |
| CRITERION 3 (1 and 2) (%) | A | 74 | 80 |
| | B | 40 | 60 |

(1) Criterion 1: TWI > 2.5 L males, > 2 L females (aged 14 to 75 years); (2) Criterion 2: Ratio of total water/total energy intakes > 1; (3) Criterion 3: Both criteria.

4. Discussion

The present study reports and comments on data for water intake from all sources (foods and beverages) using the WBQ, a semi-quantified food and fluid frequency questionnaire (study A) and a seven-day diary record (study B) in healthy Greek adults aged 18–75 years living in the metropolitan area of Athens.

The main finding of our study is that total water intake was 3254 (SE 43) g/day in study A and 2349 (SE 59) g/day in study B. This finding draws attention not only because it contributes data for water intake in Greece, but also because it reveals deviation in findings when using different research tools.

Total water intake in other countries ranges from 1488 mL/day in China to 3563 mL/day in the USA [4–7,9,10,21–24]. Deviation in water intake in different countries may reflect between country differences in dietary habits, lifestyle choices, and environmental conditions [25], but also between study differences in the choice of method used to evaluate water intake.

The research tools that are used in most studies are three- or seven-day diary records, or 24 h recall or food frequency questionnaires [24], but commonly these are designed to evaluate food intake and not water intake; studies in large population groups, such as the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study and the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) study, have been designed to assess macro and micronutrient intakes and not total water or beverages intake. Therefore, they may not fully capture water intake because the consumption of some beverages is underestimated by the individual or the interviewer [13]. For example, the food intake diaries or 24 h recalls record eating occasions around meals and snacks, but not all drinking occasions, while fluid-specific, records report two more drinking occasions per day not with meals or snacks. These are less likely to be included in a 24 h recall [26]. A growing number of studies having as their primary outcome the estimation of total water intake is now published [3,8,23,24,27]. Research tools that are designed specifically to record water intake exist [18,21,24]. It appears that these report a higher total fluid intake compared to tools that are not specifically designed to record water intake [21,24].

In data presented herein, this observation is confirmed. In study A the WBQ, which registers in detail all sources of fluid consumption, recorded a higher water intake by approximately 900 mL/day than in study B, although subjects completing the seven-day diaries were instructed to record all drinking occasions. The difference between study A and B may be attributed to a variety of factors: WBQ was administered to 1092 subjects while the seven-day diaries were administered to 178 subjects, although of the same distribution in terms of age, sex, season, and location; WBQ records water intake for beverages for the previous month, while seven-day diaries record water intake for one week; WBQ, designed specifically for recording fluid intake, embeds a food frequency questionnaire with 23 questions for beverage intake including all types of hot and cold beverages, alcoholic, and non-alcoholic beverages, that are usually consumed in Greece; questions in the WBQ were expressed as the number of glasses, while continuous data (mL per drinking occasion) were collected in seven-day diary records; the seven-day diary was part of an elaborate protocol including 24 h urine collection for all seven days. This systematic urine collection in study B may be intruding and may alter routine behavior, including drinking.

There is not yet a gold standard method to assess water intake. Contributing to the discussion on the appropriateness of research tools evaluating water intake, the exposure study of Mons, et al. [28] concluded that the best method to collect water intake data is a 3–4 days diary record or, if not feasible, two or more 24 h recalls are preferable to food frequency questionnaires. It must be noted that the WBQ was validated with three-day diary records [18]. Mons, et al. [28] also suggests that an extended period may result to less accurate reporting. In order to confirm this argument we retrospectively analyzed diary records from study B and compared the recordings of three and in seven days. We observed a decreased total water intake and water intake from beverages in seven days. Others [29–31] also supported that food frequency questionnaires report a higher water intake than the diary records.

International organizations define adequate water intake based on data collected in various population groups. In Europe, EFSA [2] defines adequate water intake from all sources at 2 L for females and 2.5 L per day for males. In the USA, based on daily dietary recruitment (DRI), Institute of Medicine (IOM) suggests adequate intake range 2.7–3.7 L per day in adults, with men to require 1 L more [32]. Adequate intake may be adjusted when water requirements are increased according to physical activity levels and environmental conditions [32–34]. It may be expected that new data collected using improved validated methodology specific for evaluating water intake in different population groups and in different countries may lead to resetting values for adequate water intake by different organizations.

The discrepancy of results obtained from different tools is clearly confusing, when it comes to observing compliance with EFSA adequate intakes. For example, 83% of females and 75% of males from study A, and 62% of females and 40% of males from study B, complied with the EFSA adequate water intake. In the study of Ferreira-Pego, et al. [24], averaging data from 13 countries, 40% of men and 60% of women complied with the EFSA adequate intakes for water intake from fluids. In the ANIBES study [23] performed in Spain, 21% of women and 12% of men complied with EFSA adequate intakes. In general, women exhibit a healthier pattern of eating and food choices than men [35]. Women seem to be more reflective about health issues and foods. Adults that adopt a healthier dietary pattern usually have a healthier fluid pattern (higher consumption of water and total fluids) [36].

Another important finding is that, despite differences in volumes when recording total water intake using the WBQ and seven-day diaries in study A and B, respectively, the contribution in water intake of foods and beverages, as well as of types of beverages, was similar in both studies. The importance of all sources, i.e., drinking water or beverages or moisture in solid foods in hydration [36] should be highlighted. This finding signifies that WBQ and seven-day diaries may evaluate the subjects' choices in a similar manner. In particular, the contribution of beverages to total water intake was 78% in WBQ study and seven-day diaries study of foods was 22%, respectively. This finding accords with the scientific opinion of EFSA [2]. Similar findings in the contribution of foods and beverages to water intake were observed in the UK [5] and Indonesian [4] populations.

Beverages that were consumed in larger volumes in both studies A and B were water, by almost 10-fold, followed by hot beverages and milk. This finding is in accordance with the study of Armstrong, et al. [37] in which water consumed in similar volumes, as well as the study of Perrier, et al. [38] with water being the major contributor to fluid intake. These findings were not observed in the UK population, with hot beverages being the most popular beverage. The variety in beverage choice has been considered a factor linked to water intake. An important finding from our study is that the variety score, using both tools, is positively correlated with total water intake ($p < 0.001$, $p = 0.005$ respectively) and water intake from beverages ($p < 0.001$, $p = 0.005$ respectively).

The results of this study may be exploited in view of a number of limitations. The WBQ that was used in study A estimates the usual food intake over a month, but details of intake are not measured, such as the size of the portion consumed. In addition, retrospective methods, such as 24 h recall and food frequency questionnaires, depend on memory and recall ability of the applicant [27]. Both methodologies require updated and extended information for food composition data, which is limited in Greece. It should be noted that subjects of study B that completed the seven-day diaries had to follow a demanding protocol that required the collection of samples from all urination on a 24 h basis for seven consecutive days. It appears that approaches such as three- or seven-day diary records that require a collection of a large amount of data from the subject results in reduced compliance and may underestimate the fluid intake [26]. New research developments that introduce electronic recording of dietary intake [28] attempt to maximize the compliance of the subject; however, these are not yet used extensively in water intake.

5. Conclusions

In conclusion, water intake using the WBQ recorded a higher water intake than the seven-day diaries in a sample of Greek adults, yet both methodologies found that the beverages that were consumed in larger volumes were water, hot beverages, and milk. This work implies caution when interpreting data obtained from different approaches and highlights the need for concerted efforts towards developing a robust, validated methodology for the evaluation of water intake in the general population.

Acknowledgments: The study was financially supported by a Grant from the European Hydration Institute to the Canarian Foundation Science and Technology Park of the University of Las Palmas de Gran Canaria. The funding sponsors had no role in the design of the study, the collection, analysis, or interpretation of the data, writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

Author Contributions: A.A., O.M., A.K. and M.K. analyzed the data, drafted and wrote the paper.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to water and maintenance of normal physical and cognitive functions (ID 1102, 1209, 1294, 1331), maintenance of normal thermoregulation (ID 1208) and “basic requirement of all living things” (ID 1207) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) NO 1924/2006. *EFSA J.* **2011**, *9*, 2075–2091.
2. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA J.* **2010**, *8*, 1459–1507.
3. Malisova, O.; Athanasatou, A.; Pepa, A.; Husemann, M.; Domnik, K.; Braun, H.; Mora-Rodriguez, R.; Ortega, J.F.; Fernandez-Elias, V.E.; Kapsokefalou, M. Water intake and hydration indices in healthy european adults: The european hydration research study (EHRS). *Nutrients* **2016**, *8*. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Bardosono, S.; Monrozier, R.; Permadhi, I.; Manikam, N.R.; Pohan, R.; Guelinckx, I. Total fluid intake assessed with a 7-day fluid record versus a 24-h dietary recall: A crossover study in indonesian adolescents and adults. *Eur. J. Nutr.* **2015**, *54*, 17–25. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Gibson, S.; Shirreffs, S.M. Beverage consumption habits “24/7” among british adults: Association with total water intake and energy intake. *Nutr. J.* **2013**, *12*, 1–13. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Manz, F.; Johnner, S.A.; Wentz, A.; Boeing, H.; Remer, T. Water balance throughout the adult life span in a german population. *Br. J. Nutr.* **2012**, *107*, 1673–1681. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. O’Connor, L.; Walton, J.; Flynn, A. Water intakes and dietary sources of a nationally representative sample of irish adults. *J. Hum. Nutr. Diet.* **2014**, *27*, 550–556. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
8. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.; Zampelas, A.; Kapsokefalou, M. Evaluation of seasonality on total water intake, water loss and water balance in the general population in greece. *J. Hum. Nutr. Diet.* **2013**, *26*, 90–96. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
9. Bellisle, F.; Thornton, S.N.; Hebel, P.; Denizeau, M.; Tahiri, M. A study of fluid intake from beverages in a sample of healthy french children, adolescents and adults. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2010**, *64*, 350–355. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
10. Drewnowski, A.; Rehm, C.D.; Constant, F. Water and beverage consumption among adults in the united states: Cross-sectional study using data from nhanes 2005–2010. *BMC Public Health* **2013**, *13*, 1068. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Westerterp, K.R.; Plasqui, G.; Goris, A.H. Water loss as a function of energy intake, physical activity and season. *Br. J. Nutr.* **2005**, *93*, 199–203. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Gandy, J. Water intake: Validity of population assessment and recommendations. *Eur. J. Nutr.* **2015**, *54*, 11–16. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Nielsen, S.J.; Popkin, B.M. Changes in beverage intake between 1977 and 2001. *Am. J. Prev. Med.* **2004**, *27*, 205–210. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Duffey, K.J.; Huybrechts, I.; Mouratidou, T.; Libuda, L.; Kersting, M.; De Vriendt, T.; Gottrand, F.; Widhalm, K.; Dallongeville, J.; Hallstrom, L.; et al. Beverage consumption among european adolescents in the helena study. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2012**, *66*, 244–252. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

15. Farajian, P.; Panagiotakos, D.B.; Risvas, G.; Micha, R.; Tsioufis, C.; Zampelas, A. Dietary and lifestyle patterns in relation to high blood pressure in children: The greco study. *J. Hypertens.* **2015**, *33*, 1174–1181. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Trichopoulou, A.; Gnardellis, C.; Lagiou, A.; Benetou, V.; Naska, A.; Trichopoulos, D. Physical activity and energy intake selectively predict the waist-to-hip ratio in men but not in women. *Am. J. Clin. Nutr.* **2001**, *74*, 574–578. [[PubMed](#)]
17. Pitsavos, C.; Panagiotakos, D.B.; Chrysohoou, C.; Stefanadis, C. Epidemiology of cardiovascular risk factors in greece: Aims, design and baseline characteristics of the attica study. *BMC Public Health* **2003**, *3*, 32. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Malisova, O.; Bountziouka, V.; Panagiotakos, D.B.; Zampelas, A.; Kapsokafalou, M. The water balance questionnaire: Design, reliability and validity of a questionnaire to evaluate water balance in the general population. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2012**, *63*, 138–144. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Craig, C.L.; Marshall, A.L.; Sjostrom, M.; Bauman, A.E.; Booth, M.L.; Ainsworth, B.E.; Pratt, M.; Ekelund, U.; Yngve, A.; Sallis, J.F.; et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2003**, *35*, 1381–1395. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Willet, W.C. Issues in analysis and presentation of dietary data. In *Nutritional Epidemiology*, 2nd ed.; Oxford University Press: New York, NY, USA, 1998; pp. 321–346.
21. Ma, G.; Zhang, Q.; Liu, A.; Zuo, J.; Zhang, W.; Zou, S.; Li, X.; Lu, L.; Pan, H.; Hu, X. Fluid intake of adults in four chinese cities. *Nutr. Rev.* **2012**, *70*, S105–S110. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Tani, Y.; Asakura, K.; Sasaki, S.; Hirota, N.; Notsu, A.; Todoriki, H.; Miura, A.; Fukui, M.; Date, C. The influence of season and air temperature on water intake by food groups in a sample of free-living japanese adults. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2015**, *69*, 907–913. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Nissensohn, M.; Sanchez-Villegas, A.; Ortega, R.M.; Aranceta-Bartrina, J.; Gil, A.; Gonzalez-Gross, M.; Varela-Moreiras, G.; Serra-Majem, L. Beverage consumption habits and association with total water and energy intakes in the spanish population: Findings of the anibes study. *Nutrients* **2016**, *8*. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Ferreira-Pego, C.; Guelinckx, I.; Moreno, L.A.; Kavouras, S.A.; Gandy, J.; Martinez, H.; Bardosono, S.; Abdollahi, M.; Nasser, E.; Jarosz, A.; et al. Total fluid intake and its determinants: Cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide. *Eur. J. Nutr.* **2015**, *54*, 35–43. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Vergne, S. Methodological aspects of fluid intake records and surveys. *Nutr. Today* **2012**, *47*, S7–S10. [[CrossRef](#)]
26. Sebastian, R.S.; Wilkinson Enns, C.; Goldman, J.D.; Moshfegh, A.J. Change in methodology for collection of drinking water intake in what we eat in america/national health and nutrition examination survey: Implications for analysis. *Public Health Nutr.* **2012**, *15*, 1190–1195. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Mora-Rodriguez, R.; Ortega, J.F.; Fernandez-Elias, V.E.; Kapsokafalou, M.; Malisova, O.; Athanasatou, A.; Husemann, M.; Domnik, K.; Braun, H. Influence of physical activity and ambient temperature on hydration: The european hydration research study (EHRS). *Nutrients* **2016**, *8*. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Mons, M.N.; van der Wielen, J.M.; Blokker, E.J.; Sinclair, M.I.; Hulshof, K.F.; Dangendorf, F.; Hunter, P.R.; Medema, G.J. Estimation of the consumption of cold tap water for microbiological risk assessment: An overview of studies and statistical analysis of data. *J. Water Health* **2007**, *5*, 151–170. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Robertson, B.; Forbes, A.; Sinclair, M.; Black, J.; Veitch, M.; Pilotto, L.; Kirk, M.; Fairley, C.K. How well does a telephone questionnaire measure drinking water intake? *Aust. N. Zeal. J. Public Health* **2000**, *24*, 619–622. [[CrossRef](#)]
30. Kaur, S.; Nieuwenhuijsen, M.J.; Ferrier, H.; Steer, P. Exposure of pregnant women to tap water related activities. *Occup. Environ. Med.* **2004**, *61*, 454–460. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Levallois, P.; Guevin, N.; Gingras, S.; Levesque, B.; Weber, J.P.; Letarte, R. New patterns of drinking-water consumption: Results of a pilot study. *Sci. Total Environ.* **1998**, *209*, 233–241. [[CrossRef](#)]
32. Medicine, I.O. *Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water: Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2005.
33. Greenleaf, J.E.; Bernauer, E.M.; Juhas, L.T.; Young, H.L.; Morse, J.T.; Staley, R.W. Effects of exercise on fluid exchange and body composition in man during 14-day bed rest. *J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.* **1977**, *43*, 126–132. [[PubMed](#)]

34. Gunga, H.C.; Mailliet, A.; Kirsch, K.; Rucker, L.; Gharib, C.; Vaernes, R. European isolation and confinement study. Water and salt turnover. *Adv. Space Biol. Med.* **1993**, *3*, 185–200. [[PubMed](#)]
35. Beards, A.; Bryman, A.; Keil, T.; Goode, J.; Haslam, C.; Lanchashire, E. Women, men and food: The significance of gender for nutritional attitudes and choices. *Brit. Food J.* **2002**, *104*, 470–491. [[CrossRef](#)]
36. Duffey, K.J.; Popkin, B.M. Adults with healthier dietary patterns have healthier beverage patterns. *J. Nutr.* **2006**, *136*, 2901–2907. [[PubMed](#)]
37. Armstrong, L.E.; Johnson, E.C.; Munoz, C.X.; Swokla, B.; Le Bellego, L.; Jimenez, L.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Hydration biomarkers and dietary fluid consumption of women. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2012**, *112*, 1056–1061. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
38. Perrier, E.; Vergne, S.; Klein, A.; Poupin, M.; Rondeau, P.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br. J. Nutr.* **2013**, *109*, 1678–1687. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]



© 2016 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Sodium and Potassium Intake from Food Diaries and 24-h Urine Collections from 7 Days in a Sample of Healthy Greek Adults

Adelais Athanasatou, Aikaterini Kandyliari, Olga Malisova, Alex Pepa and Maria Kapsokefalou*

Unit of Human Nutrition, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, Greece

Objective: The main objective of the present study was to evaluate sodium and potassium intake, employing 24 h and spot urine samples and food diaries for seven consecutive days.

Methods: For seven consecutive days subjects recorded their food and drink intakes, and recorded and collected all urinations. Food sodium and potassium intake were analyzed in 24- and 6-h intervals from wake-up time. Urine indices were analyzed in first morning, 24- and 6-h intervals samples over the day from wake-up time. The study took place in Agricultural University of Athens, Greece. In total, 163 healthy subjects (age 39 ± 12 years; 74 females) were enrolled in the study.

Results: Mean urine sodium excretion was $2,803.3 \pm 1,249.0$ mg/day (121.9 ± 54.3 mmol/day) and mean urine potassium excretion was $2,152.2 \pm 913.3$ mg/day (55.2 ± 23.4 mmol/day). The highest potassium concentration was measured in the afternoon, while the lowest sodium concentration was measured in the overnight 6-h interval. Food sodium intake was $1,983.2 \pm 814.1$ mg/day and food potassium was $2,264.5 \pm 653.3$ mg/day. The sources that contribute most in food sodium intake are dairy products 24%, breads 22%, and savory snacks 17%.

Conclusion: Strategies should encourage the Greek population to moderate sodium intake and promote potassium intake, thus adopting a healthier dietary and lifestyle pattern.

Keywords: sodium intake, potassium intake, 24-h urine excretion, food diaries, 6-h interval samples

INTRODUCTION

Strong and consistent evidence suggests that high-sodium and low-potassium dietary intakes are associated with increased blood pressure (1–4). Hypertension is a major risk factor for strokes, coronary, and cardiovascular diseases (5–7), resulting in 9.4 million deaths annually (8). Yet, excessive sodium consumption remains a major public health problem worldwide (9). In response to available evidence, advice on reduction of salt intake has been issued. The Dietary Approach to Stop Hypertension (DASH) diet recommends a lower intake of sodium, sugars and fats, and a higher intake of potassium, calcium, and magnesium (10). The World Health Organization (WHO) suggests that adults should consume less than 2,000 mg of sodium, or 5 g of salt, and at least 3,510 mg

OPEN ACCESS

Edited by:

Aida Turini,
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria
(CREA), Italy

Reviewed by:

Douglas Taren,
University of Arizona, United States
Arash Mirrahimi,
University of Toronto, Canada

*Correspondence:

Maria Kapsokefalou
kapsok@aua.gr

Specialty section:

This article was submitted to
Nutrition Methodology,
a section of the journal
Frontiers in Nutrition

Received: 31 October 2017

Accepted: 31 January 2018

Published: 21 February 2018

Citation:

Athanasatou A, Kandyliari A,
Malisova O, Pepa A and
Kapsokefalou M (2018) Sodium and
Potassium Intake from Food
Diaries and 24-h Urine Collections
from 7 Days in a Sample of
Healthy Greek Adults.
Front. Nutr. 5:13.
doi: 10.3389/fnut.2018.00013

of potassium per day (11). The Center for Disease Control and Prevention (CDC) indicates that 90% of children and 89% of adults consume more sodium than it is suggested (12).

The main source of sodium in our diet is salt. Salt is widely consumed as a common ingredient in most processed foods and as an additive during cooking and at the table (13, 14). Depending on the dietary habits of the population, the sources of salt intake vary. For example, in the US bakery products, meat/cold cuts, and pizza, while in Asian countries seasoning such as soy sauce, and miso, contribute more to the total salt consumption (15, 16). The main sources of potassium intake are fruits and vegetables (17), but a decreased consumption has been recorded (18).

Sodium and potassium intakes are evaluated from dietary assessment methodologies, particularly food-frequency questionnaires and food diaries. These have been employed in studies conducted in many countries (19) including Greece (20, 21); however, these methods may underestimate salt intake (19). Intake of sodium and potassium is measured more accurately in urine samples collected over 24 h (22). This approach has been used, for example, in the UK in order to evaluate the strategy toward sodium reduction (23), in the INTERSALT study in order to measure sodium intake in 29 North American and European populations (24) and in Northern Greece in order to evaluate sodium intake in the population (25). Some studies, to overcome the burden of 24-h urine collection, use spot urine samples, such as first morning samples, to extrapolate to the 24-h sodium and potassium urine excretion (24, 26–28). These procedures may mask fluctuations in sodium and potassium intake that occur during the day or in periods longer than a day. Observation on sodium and potassium intake from urine samples collected during the day and in periods longer than a day, such as in seven consecutive days, are necessary to further understand patterns on sodium and potassium intake, correlate with dietary habits and support improvement in methodologies employed in the evaluation of sodium and potassium intake.

The objectives of the present study were (a) to measure sodium and potassium in 24-h urine samples for seven consecutive days, (b) to measure sodium and potassium in spot urine samples (first morning, 6-h intervals) for three consecutive days, (c) to estimate sodium and potassium intake from foods using 7-day food diaries, and (d) to evaluate the contribution of foods groups to sodium intake in a sample of healthy Greek adults.

MATERIALS AND METHODS

In the framework of the European Hydration Research Study (EHRS) (29), we studied a subsample of 163 Greek subjects from the metropolitan area of Athens enrolled to the study during winter (12/2013, 1-2/2014) and summer (7-8/2013, 6-7/2014). Subjects were adults aged 20–60 years with approximately equal numbers in each decade of life. Exclusion criteria were disease (diabetes insipidus, renal disease, liver disease, gastrointestinal diseases or problems, cardiac or pulmonary diseases, disease that limits mobility including muscle-skeletal diseases, or orthopedic problems), pregnancy, lactation, hypertensive under severe salt restriction, taking drugs that are, or contain, diuretics, phenytoin, lithium, demeclocycline, or amphotericin, and following a

high-protein and/or hypocaloric diet. Subjects were rescheduled or omitted if they caught flu (cold) or had fever, vomiting, and/or diarrhea or menstruation during the data collection period. Urinary volumes <500 mL and creatinine excretion rate (CER) >3,500 mg/day or <350 mg/day suggest inaccurate urine collection (30). Nine subjects were excluded from the studied population for non-compliance to the protocol. Energy intake was not considered as an exclusion criterion for the study. The recruitment strategy included invitations (a) sent by email to the non-academic and academic personnel, (b) uploaded on social media and published in local newspapers, (c) uploaded on internet sites related to nutrition, (d) distributed in paper at various non-academic places, (e) sent by email to other academic and social work institutions in the greater area, and (f) distributed at any seminar that the research teams were giving. The response rate was approximately 10%. The recruitment strategy performed in a random sample of the population and the subjects that responded to the invitations were categorized according to their age and sex.

This study was carried out in accordance with the recommendations of the Research Ethics Committee of Agricultural University of Athens, Greece (197/27-02-2012). This study was approved by the Research Ethics Committee of Agricultural University of Athens, Greece. All subjects gave written informed consent in accordance with the Declaration of Helsinki (31). Details that might disclose the identity of the subjects under study were omitted.

Experimental Design

This observational study (evaluating sodium and potassium intake) was carried out for seven consecutive days. We decided to divide the 24-h period of the last 3 days of the study in 6-h intervals: morning (0–6 h from wake-up time); afternoon (6–12 h from wake-up time); evening (12–18 h from wake-up time); and overnight (18–24 h from wake-up time) in order to measure in details, the sodium and potassium intake and excretion throughout the day.

Subjects were instructed to collect and record the weight of each urination and the time of collection and to retain each sample in a numbered tube. Subjects stored the urine tubes in styrofoam box using ice packs until arrival to the refrigerator. A 24-h-reconstituted sample of 10 mL was prepared in the laboratory by pooling these urine samples in a volume proportional addition of each specimen for each day of the study. A 10-mL-reconstituted sample was also prepared for each 6-h interval, consisted of all samples that were collected during the 6-h period by volume proportional addition of each specimen for the last 3 days of the study. In addition, first morning urine (FMU) samples were collected separately. Moreover, subjects recorded the type and amount of food and/or fluid consumption, time and place, immediately after it happened, in order to avoid misreporting. Subjects were instructed by a dietician, *via* personal interview, before the initiation of the study to estimate the portion sizes and report it in their food diaries; pictures of portion sizes for foods groups usually consumed in Greece were included in food diaries. Subjects were also counseled to maintain their usual physical activity, eating, and drinking habits.

Analyses in urine were carried out on first morning samples, 24-h collection and 6-h interval samples. Urine sodium and

potassium were measured by ion selective electrode methods (Cobas Integra 400 plus). Indices for accuracy of the 24-h urine collection were urine volume, measured with an electronic digital scale (Soehnle Fiesta 65106) and urine creatinine, measured by the Jaffé enzymatic colorimetric method (Cobas Integra 400 plus). Sodium and potassium intakes from 7-day diaries were analyzed with Diet Analysis plus version 6.1 software (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co Inc., Salem, OR, USA); thus, the contribution of table salt to total sodium intake was not estimated.

Statistical Analysis

Continuous variables are expressed as mean \pm SD for variables following normal distribution and as median (P25, P75) for the skewed variables. Normal distribution of all continuous variables was tested with the parametric test Shapiro–Wilk or graphically assessed by histograms. Correlations between variables were evaluated using Pearson's or Spearman's correlation coefficient. Differences between genders *P* were derived through Student's *t*-test for normally distributed variables and Mann–Whitney *U* test for the skewed variables. Differences among 6-h intervals were derived through one-way ANOVA test for normally distributed variables. *Post hoc* comparisons among 6-h intervals were performed using Bonferroni's test. The multivariate associations between variables were assessed using linear regression models, adjusted for all biologically plausible confounders.

The measured 24-h urine indices were calculated as follows:

$$\begin{aligned} \text{24-h urinary sodium excretion (mg/day)} &= \text{concentration of} \\ &\text{24-h urinary sodium excretion (mmol/L)} \\ &\times \text{24-h urine volume (L/day)} \\ &\times \text{molecular weight of Na}^+ (23 \text{ mg/mmol}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{24-h urinary potassium excretion (mg/day)} &= \text{concentration of} \\ &\text{24-h urinary potassium excretion (mmol/L)} \\ &\times \text{24-h urine volume (L/day)} \\ &\times \text{molecular weight of K}^+ (39 \text{ mg/mmol}) \end{aligned}$$

Statistical analysis was performed by SPSS package, version 16.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). We deemed statistical significance at $\alpha = 0.05$.

RESULTS

The studied population consisted of 163 subjects (age 39 ± 12 years; 74 females). The mean BMI of males was $25.6 \pm 4.8 \text{ kg/m}^2$ and females $24.5 \pm 4.5 \text{ kg/m}^2$ ($p = 0.149$).

In **Table 1**, mean data from 7-day diaries (total energy, food sodium, and food potassium intake) and 24-h urine samples from seven consecutive days (volume, sodium, potassium, and creatinine) for males, females, and totally are presented. Males had higher energy and food sodium intake than females ($p < 0.05$ in both cases). Food sodium intake was positively correlated with energy intake ($r = 0.702$, $p < 0.001$) and food potassium intake ($r = 0.390$, $p < 0.001$). Food potassium was also correlated positively with energy intake ($r = 0.427$, $p < 0.001$). During the 7 days, 24-h urine sodium correlated with 24-h urine potassium ($r = 0.657$, $p < 0.001$). The 24-h urine sodium correlated with food sodium intake ($r = 0.334$, $p < 0.001$), and total energy intake ($r = 0.363$, $p < 0.01$). The 24-h urine potassium correlated with energy intake ($r = 0.242$, $p = 0.002$) and food potassium ($r = 0.297$, $p < 0.001$). No differences were observed in food potassium intake, urine volume, sodium, potassium, and creatinine urine concentration between males and females and between summer and winter periods.

In **Table 2**, urine indices (volume, sodium, potassium, and creatinine excretion) for 6-h intervals (morning, afternoon, evening, and overnight samples), FMU, and 24-h urine samples for three consecutive days, for males, females, and totally are presented. Urine sodium excretion in the overnight period was higher in males (75.0 ± 208.4 ; $2.8 \pm 6.8 \text{ mg/time interval}$) than in females (31.8 ± 86.8 ; $1.2 \pm 3.2 \text{ mg/time interval}$) ($p < 0.05$ in both cases). Differences were observed among 6-h intervals for all urine indices [volume $F(3, 636) = 126.983$ $p < 0.001$; sodium $F(3, 521) = 19.716$ $p < 0.001$; potassium $F(3, 521) = 42.570$ $p < 0.001$; creatinine $F(3, 521) = 14.914$ $p < 0.001$]. *Post hoc* tests using the Bonferroni's correlation revealed that urine potassium concentration in the afternoon interval was higher as compared with the other 6-h intervals. Males excreted higher amounts of sodium compared with women in the afternoon interval. Urine sodium in the morning interval reflects by 34% of urine sodium in the 24-h sample, while urine potassium in the evening interval reflects by 31% the 24-h sample.

In **Table 3**, data from the 3-day diaries (total energy, food sodium, and food potassium intake) for 6-h intervals (morning, afternoon, evening, and overnight samples), and 24 h

TABLE 1 | Data from 7-day diaries and 24-h urine collection samples of subjects for seven consecutive days.

| | Total (n = 163) | | Male (n = 89) | | Female (n = 74) | | P |
|--------------------------------|-----------------|---------|---------------|---------|-----------------|---------|-------|
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | |
| Energy intake (kcal/day) | 1,732 | 511 | 1,807 | 560 | 1,642 | 433 | 0.037 |
| Food sodium intake (mg/day) | 1,983 | 814 | 2,102 | 897 | 1,841 | 680 | 0.036 |
| Food potassium intake (mg/day) | 2,265 | 653 | 2,345 | 667 | 2,167 | 627 | 0.084 |
| Urine volume (L/day) | 1.25 | 0.50 | 1.23 | 0.48 | 1.28 | 0.53 | 0.557 |
| Urine Na (mg/day) | 2,803.3 | 1,249.0 | 2,872.7 | 1,366.4 | 2,721.3 | 1,098.1 | 0.454 |
| Urine K (mg/day) | 2,152.2 | 913.3 | 2,084.9 | 910.6 | 2,231.8 | 916.5 | 0.320 |
| Urine creatinine (mg/day) | 121.6 | 48.0 | 125.3 | 51.0 | 117.2 | 44.1 | 0.289 |

Results are presented as mean (SD). *P*-values derived through Student's *t*-test for differences between genders.

TABLE 2 | Volume, sodium, potassium, and creatinine excretion in four 6-h intervals starting at wake-up time, 24 h, and first morning urine (FMU) samples.

| | Morning (0–6 h) | | Afternoon (6–12 h) | | Evening (12–18 h) | | Overnight (18–24 h) | | 24 h | | FMU | |
|--|-----------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|---------------------|-------|---------|---------|-------|-------|
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| Total volume (L) | | | | | | | | | | | | |
| Total | 0.53 | 0.28 | 0.36 | 0.22 | 0.27 | 0.17 | 0.08 | 0.14 | 1.24 | 0.56 | 0.33 | 0.12 |
| Male | 0.52 | 0.27 | 0.36 | 0.23 | 0.27 | 0.18 | 0.08 | 0.13 | 1.21 | 0.54 | 0.33 | 0.13 |
| Female | 0.53 | 0.29 | 0.36 | 0.22 | 0.26 | 0.16 | 0.08 | 0.14 | 1.28 | 0.59 | 0.33 | 0.11 |
| Urine Na (mg/time interval) | | | | | | | | | | | | |
| Total | 1,018.8 | 690.1 | 821.7 | 704.4 | 551.5 | 439.7 | 55.9 | 166.8 | 2,902.9 | 1,344.0 | 693.4 | 507.3 |
| Male | 1,074.9 | 727.6 | 920.9 | 829.5 | 565.0 | 486.6 | 75.0* | 208.4 | 3,028.0 | 1,480.4 | 671.4 | 340.6 |
| Female | 949.0 | 638.8 | 701.1* | 493.0 | 534.0 | 373.4 | 31.8 | 86.8 | 2,759.1 | 1,162.3 | 719.1 | 652.2 |
| Urine K (mg/time interval) | | | | | | | | | | | | |
| Total | 727.2 | 520.2 | 713.5 | 524.5 | 389.2 | 319.1 | 38.1 | 120.5 | 2,215.2 | 1,064.1 | 443.4 | 250.6 |
| Male | 744.4 | 518.2 | 735.6 | 564.7 | 389.9 | 349.4 | 49.0 | 147.7 | 2,167.3 | 1,059.9 | 446.6 | 247.3 |
| Female | 705.8 | 525.6 | 686.7 | 473.8 | 388.2 | 277.7 | 24.3 | 72.2 | 2,270.9 | 1,074.2 | 439.5 | 256.8 |
| Urine creatinine (mg/time interval) | | | | | | | | | | | | |
| Total | 49.4 | 48.8 | 34.1 | 33.9 | 24.4 | 23.5 | 2.1 | 5.5 | 121.4 | 52.4 | 40.6 | 51.2 |
| Male | 49.1 | 41.6 | 34.0 | 33.2 | 24.2 | 25.6 | 2.8* | 6.8 | 123.3 | 57.4 | 35.1 | 17.0 |
| Female | 49.6 | 56.8 | 34.2 | 35.0 | 24.7 | 20.5 | 1.2 | 3.2 | 119.2 | 46.1 | 47.7 | 74.9 |

Results are presented as mean (SD). *P*-values derived through Student's *t*-test for differences between genders and one-way ANOVA among 6-h intervals. **p* < 0.05 indicates significant difference between males and females.

TABLE 3 | Energy, food sodium, and food potassium intake of subjects in three consecutive days in four 6-h intervals starting at wake-up time and over a 24-h period.

| | Morning (0–6 h) | | Afternoon (6–12 h) | | Evening (12–18 h) | | Overnight (18–24 h) | | 24 h | |
|---|-----------------|--------|--------------------|--------|-------------------|--------|---------------------|--------|----------|----------|
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| Energy intake (kcal/time interval) | | | | | | | | | | |
| Total | 652 | 356 | 692 | 314 | 511 | 292 | 181 | 186 | 1,686 | 610 |
| Male | 674 | 379 | 699 | 300 | 553 | 311 | 207 | 218 | 1,792* | 671 |
| Female | 627 | 327 | 684 | 332 | 459 | 260 | 126 | 72 | 1,561 | 507 |
| Food sodium intake (mg/time interval) | | | | | | | | | | |
| Total | 757 | 535.58 | 776.18 | 515.39 | 517.48 | 389.04 | 89.22 | 126.04 | 2,064.26 | 1,006.78 |
| Male | 783.1 | 577.5 | 766.3 | 569.9 | 558.0 | 425.0 | 108.1 | 142.9 | 2,124.80 | 1,172.05 |
| Female | 724.32 | 479.58 | 788.65 | 335.14 | 466.88 | 335.14 | 53.41 | 79.78 | 1,987.69 | 749.15 |
| Food potassium intake (mg/time interval) | | | | | | | | | | |
| Total | 877.47 | 492.41 | 913.52 | 460.67 | 581.39 | 355.58 | 139.25 | 147.02 | 2,366.91 | 793.10 |
| Male | 882.0 | 513.9 | 898.6 | 516.1 | 582.0 | 333.3 | 174.3 | 145.9 | 2,362.6 | 874.2 |
| Female | 871.73 | 467.52 | 932.35 | 382.13 | 580.60 | 384.84 | 100.26 | 146.41 | 2,372.33 | 683.20 |

Results are presented as mean (SD). *P*-values derived through Student's *t*-test for differences between genders and one-way ANOVA among 6-h intervals. **p* < 0.05 indicates significant difference between males and females.

for males, females, and totally are presented. Mean energy intake was $1,686 \pm 610$ kcal/day, food sodium intake was $2,064.26 \pm 1,006.78$ mg/day, and food potassium intake was $2,366.91 \pm 793.10$ mg/day. Food sodium intake correlated with age ($r = -0.339$, $p < 0.001$) and with food potassium intake ($r = 0.318$, $p < 0.001$). Sodium intake density (mg Na/1,000 kcal), using data from **Table 3**, allows comparisons of sodium intake without confounding related to total caloric intake. Food sodium density in 24-h periods for the total sample, males, and females was 1,430, 1,239, and 1,671 mg/1,000 kcal, respectively. Also, potassium intake density (mg K/1,000 kcal) was 1,872, 1,454, and 2,399 mg/1,000 kcal for the total sample, male, and females, respectively.

Sodium intake from 3-day food diaries correlated with sodium measured in 24 h ($r = 0.209$, $p < 0.05$) in morning ($r = 0.168$, $p < 0.05$), and in evening ($r = 0.212$, $p < 0.05$) urine. Furthermore, sodium intake in the evening interval correlated with sodium in evening urine sample ($r = 0.188$, $p < 0.05$). Potassium intake from 3-day diaries correlated with potassium measured in 24 h ($r = 0.266$, $p < 0.01$), in morning ($r = 0.192$, $p < 0.05$), in afternoon ($r = 0.263$, $p < 0.01$), and in evening ($r = 0.208$, $p < 0.05$) urine.

Differences were observed among 6-h intervals for energy intake [$F(3, 503) = 24.711$, $p < 0.001$], food sodium intake [$F(3, 486) = 24.044$, $p < 0.001$], and food potassium intake [$F(3, 471) = 31.512$, $p < 0.001$]. *Post hoc* tests using the Bonferroni's correlation revealed that energy intake in the evening and in the

overnight (511 ± 292 and 181 ± 186 kcal, respectively) interval was significantly lower ($p < 0.001$) than the in the morning and in the afternoon interval (652 ± 356 and 692 ± 314 kcal, respectively). No differences were observed in food sodium and potassium intake among males and females in 6-h intervals ($p > 0.005$ in all time intervals).

The intake of sodium and potassium in the morning (757.16 ± 535.58 and 877.47 ± 492.41 mg, respectively) and in the afternoon intervals (776.18 ± 515.39 and 913.52 ± 460.67 mg, respectively) was significantly higher ($p < 0.001$) than in the evening (517.48 ± 389.04 and 581.39 ± 355.58 mg, respectively) and in the overnight interval (89.22 ± 126.04 and 139.25 ± 147.02 mg, respectively).

Mean daily food sodium intake from 7-day diaries was $1,983.2 \pm 814.1$ mg/day and food potassium was $2,264.5 \pm 653.3$ mg/day. The sources of food sodium intakes that contributed higher than 3% of the total food sodium intakes are presented in Table 4. The main contributors to sodium intake were the dairy products (including cheese, yogurt, and milk), breads (including cereals, crackers, rusks, and toasted bread) and savory snacks. In descending order, the contributors to food sodium intake were poultry, pizza, cold cuts, pasta mixed dishes, sandwiches, meat mixed dishes, oils, soups, fish, eggs, and beverages. Significant differences were observed in food sodium intake from savory snacks ($p = 0.013$), pasta mixed dishes ($p = 0.031$), meat mixed dishes ($p = 0.006$), and fish ($p = 0.046$) between males and females.

DISCUSSION

Sodium and potassium intakes are evaluated herein from food diaries and 24-h urine collections over a 7-day period, while fluctuation in sodium and potassium intake in 6-h intervals is observed. This approach provides additional information to that from single 24-h urine samples, which is considered the "gold standard" method for assessing sodium and potassium intakes. This is the first time that important insights and extended

information on sodium and potassium intake are provided for free living population.

In the studied population, mean urine sodium excretion was $2,803.3 \pm 1,249.0$ mg/day (121.9 ± 54.3 mmol/day) and mean urine potassium excretion was $2,152.2 \pm 913.3$ mg/day (55.2 ± 23.4 mmol/day). These findings are in accordance with or deviate slightly from previous studies that use 24-h urine collection. In particular, in the INTERMAP study (32), conducted in the UK, urine sodium was 161 mmol/day in men and 127 mmol/day in women. In a subsample of the PURE study with 1,083 subjects from 11 countries (33), urine sodium was $4,116 \pm 1,978$ mg/day. In 148 Australian parents, urine sodium and potassium were 120 ± 45 and 68 ± 19 mmol/day for females; 152 ± 49 and 91 ± 40 mmol/day for males, respectively (34). Data for the Greek population are limited. An older study conducted in 50 boys aged 8–9 years in Greece reported a 24-h urinary sodium excretion of 112.0 mmol/day (35). In the recent study in Northern Greece urine sodium and potassium were 174.7 ± 72.2 and 65.1 ± 24.6 mmol/day, respectively (25).

Spot urine collections have been proposed (spot, timed, daytime, evening, overnight) as alternative to 24-h urine collection to address practical difficulties (36), associated with reduced response rate of participation or errors in adherence to the protocol (37). Partial correlations of spot urine collections are highly variable at the individual level; in our study analysis of sodium, potassium and creatinine in 6-h intervals confirmed fluctuations during the day. We found that the highest potassium concentration was measured in the afternoon, while the lowest sodium concentration was measured in the overnight 6-h interval. Metabolic studies indicate that, in healthy adults, most of the sodium consumed is excreted in the afternoon and in the evening with sodium excretion dipping to low levels from midnight to early morning (38, 39). To account for fluctuation during the day, Cohall et al. (40) proposed the use of an afternoon 12-h timed sample and not a spot afternoon sample for the estimation of 24-h sodium excretion. The Kawasaki method (26), the Tanaka method (27), and the INTERSALT method (24) propose

TABLE 4 | Sources of food sodium intake from 7-day diaries of males and females.

| | Food sodium intake (mg) per food group | | | P |
|--------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------|
| | Total (n = 163) | Male (n = 89) | Female (n = 74) | |
| Dairy | 365.40 (249.13, 551.76) | 392.49 (250.63, 614.02) | 326.81 (248.10, 475.76) | 0.162 |
| Breads | 336.09 (228.66, 474.85) | 353.89 (233.22, 553.76) | 304.72 (225.95, 444.95) | 0.199 |
| Savory snacks | 244.82 (120.17, 385.32) | 297.90 (148.45, 489.95) | 180.29 (105.16, 368.49) | 0.013 |
| Poultry | 240.82 (121.22, 377.84) | 247.26 (121.22, 508.90) | 218.78 (121.22, 363.67) | 0.277 |
| Pizza | 222.71 (93.95, 416.99) | 264.55 (93.95, 438.75) | 198.53 (87.96, 343.23) | 0.533 |
| Cold cuts | 135.35 (90.23, 223.32) | 135.35 (83.77, 233.60) | 135.35 (90.23, 216.56) | 0.742 |
| Pasta mixed dishes | 123.58 (54.98, 248.20) | 147.72 (59.70, 269.62) | 87.57 (45.46, 218.38) | 0.031 |
| Sandwiches | 123.00 (94.86, 234.93) | 123.00 (102.86, 236.35) | 123.00 (80.70, 202.29) | 0.663 |
| Meat mixed dishes | 47.23 (26.77, 88.74) | 67.37 (37.40, 100.38) | 44.57 (18.23, 70.87) | 0.006 |
| Oils | 45.53 (11.73, 94.29) | 45.36 (11.01, 94.64) | 47.14 (11.93, 90.80) | 0.996 |
| Soups | 41.65 (7.00, 161.41) | 105.49 (7.43, 182.62) | 16.6 (4.18, 128.80) | 0.270 |
| Fish | 29.49 (13.93, 64.86) | 39.34 (16.71, 75.86) | 25.07 (13.29, 47.36) | 0.046 |
| Eggs | 27.99 (13.41, 56.81) | 37.20 (16.79, 56.81) | 23.41 (9.99, 53.59) | 0.262 |
| Beverages | 21.69 (11.91, 35.19) | 22.76 (12.84, 39.05) | 19.85 (9.49, 30.38) | 0.160 |

Results are presented as P50 (P25, P75) for skewed variables. P-values derived through the Mann-Whitney U test, after controlling for the normality of the distribution.

equations to estimate the 24-h sodium excretion, using data from second urine or spot urine samples. These equations were developed in Asian populations and may not apply in Western or US populations (9); we may confirm that estimated sodium in 24-h urine, using data from second urine or spot urine samples deviate from measured values.

Food sodium intake, estimated from food diaries, was $1,983.2 \pm 814.1$ and food potassium was $2,264.5 \pm 653.3$ mg/day in our study. Previous studies recorded higher sodium intake; for example, $3,030$ ($2,204$, $4,286$) mg/day (41) in Canadian healthy adults, 4.7 ± 2.6 g/day in Chinese adults (42), $2,654 \pm 540$ mg/day in Iranian hypertensive adults (43), or $2,436$ and $1,796$ mg/day in Greek boys and girls, respectively (20). This could be explained by the fact that we did not estimate the salt added at the table employing specific methodology (44). Moreover, sodium intake may be underestimated when diary records are used; this could be due to inaccurate quantification of the amount of salt added at the table or during cooking and variation in the sodium content of processed food (9). New research developments that introduce electronic recording of dietary intake attempt to improve dietary assessment methods (45).

Food sodium intake measurements suggest that the adherence of this study population to WHO recommendations concerning sodium intake ($<2,000$ mg/day) was 58%. However, this percentage drops to 36% when sodium intake was calculated to $3,048.02 \pm 1,411.24$ mg/day multiplying 24-h urine measurements with 1.05 according to Vasara et al. (25). This percentage is still higher than that in Northern Greece, in which only 5% of the participants met WHO recommendations for sodium intake Vasara et al. (25) and in the USA (46). Moreover, only 7.4% of subjects met WHO recommendations for potassium intake. Various approaches have been proposed in order to reduce food sodium intake with simultaneous increase of food potassium intake, including the replacement of sodium chloride by potassium chloride in bread, processed fruit and vegetables, snacks and processed meat (47). Strategies for salt reduction and potassium integration in the diet should continue. Japan, UK, Finland, Portugal, Greece, USA, and Canada implemented strategies in order to raise consumers' awareness and limit sodium intake. They suggested labeling their products with sodium concentration, so that consumers can easily distinguish and choose products low in sodium. In addition, with the cooperation of food industry and food service providers they also reformulate their products and meals in order to reduce the sodium content. Campaigns have been organized in order fresh products to be preferred to processed ones, home cooked dishes to restaurant prepared meals and natural herbs to salt (6, 48, 49).

In our study, food sources that contributed most to food sodium intake were dairy products 24%, breads 22% and savory snacks 17%. It is proposed that approximately 75% of sodium intake comes from processed or restaurant foods, 10–12% is endogenous in foods and the remaining 10–15% comes from the discretionary use of salt added at the table or while cooking (13, 14). In UK cereals and cereal products including also bread, biscuits and crackers contributed approximately 38% of total sodium intake, while meat and meat products about 21%

(15). In the USA breads and rolls, cold cuts, pizza, poultry, soups and sandwiches contributed approximately 30% of daily sodium consumption (16). In a sample of 655 Chinese women, the food groups of soups (22%), rice, and noodles (14%) (50) were contributed in major to non-discretionary salt. In general, in Asian countries most of the sodium intake comes from salt added during cooking and from sauces and seasonings (15). It appears that there is a noticeable variation among different populations and this may be attributed to different dietary and cultural habits.

Sodium and potassium intakes were positively correlated with energy intake. This finding reveals the dietary patterns related to sodium intake and is in line with previous observations (51). Food sodium intake correlated with urine sodium in the evening 6-h interval urine collection.

Notable differences between males and females were observed. A higher food sodium and potassium intake was observed in males compared with females. This finding is in accordance with a study conducted in US population (52) and in Korean population (53). Moreover, a higher contribution of meat mixed dishes in sodium intake was observed in men compared with women. Also, men consumed higher amounts of savory snacks and pasta mixed dishes compared with women, resulting in a higher contribution of these food groups to sodium intake. Similar observations were recorded in Italy where the consumption of meat was significantly higher in men (917 g per week) compared with women (679 g per week) (54). However, it should be mentioned that no differences were observed in sodium intake density between males and females (1,186 and 1,273 mg/1,000 kcal, respectively, $p > 0.005$). This finding is in accordance with previous studies (12, 55) that no differences were observed between sexes.

We observed weak to moderate correlations between food sodium and potassium intake and sodium and potassium in urine in 24-h samples but not in all 6-h intervals measured. This does not fully agree with (56) who suggested that urine samples collected post prandially (2–4 h after the consumption) reflect dietary habits. This may be due to a variety of factors, such as the design of our study, where urine specimens were separated in 6-h intervals, misestimation of sodium and potassium intake from food diaries, non-estimation of salt added at table, or interactions between nutrients that affect excretion physiology. More studies with shorter time periods and more stringent protocol which will overcome the underestimation of intake and deal with the overlapping of urinary time periods, should explore the relation between intake and excretion of sodium and potassium in healthy adults. There are some limitations in the present study that should be noted. The 24-h urine collection and food recording for seven consecutive days has a high burden for the subjects; this may affect their dietary behavior during the experimental period (57). The estimation of sodium intake using food diaries included sodium intake in fresh, frozen, processed food, and in meals as calculated from Food Composition databases and it not include table salt. It must be also mentioned that, because of our recruitment methodology, the sample was not representative to the Greek population therefore data may be interpreted with caution. This study is not representing the whole population; however, the correlations between different measurements highlight

the availability of different indices to obtain information about sodium intake.

CONCLUSION

In conclusion, data for food sodium intake from 7-day diaries indicate that sodium intake is higher than WHO recommendations for 40% of the studied population. It should be noted that this percentage was calculated without the inclusion of table salt. This high-sodium consumption is also confirmed in data on sodium excretion from 24-h urine collection for seven consecutive days in Greece, averaging $2,803.3 \pm 1,249.0$ mg/day. Additionally, potassium intake still remains lower than recommendations. The main sources of sodium in our study were dairy products, breads, and savory snacks. Further research on a representative sample of the Greek healthy adult population should be performed in order to understand its dietary sodium and potassium pattern. Strategies should encourage the Greek population to moderate sodium intake and increase food potassium intake, thus adopting a healthier dietary and lifestyle pattern.

ETHICS STATEMENT

This study was carried out in accordance with the recommendations of the Research Ethics Committee of Agricultural University of Athens, Greece (197/27-02-2012). This study was approved by the Research Ethics Committee of Agricultural University of Athens,

Greece. All subjects gave written informed consent in accordance with the Declaration of Helsinki. Details that might disclose the identity of the subjects under study were omitted.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

AA, AK, and MK formulated the research questions. AA, AK, OM, AP, and MK designed the study. AA, AK, OM, and AP carried out the study. AA and KA analyzed the data. AA, AK, and MK wrote the paper. All authors were substantial contributors to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work. They all drafted the work revised it critically for important intellectual content. All of them gave their final approval of the version to be published. Finally, they all agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Professor Demosthenes Panagiotakos for his statistical advice, Dr Hans Braun and Dr Ricardo Mora-Rodriguez for valuable discussion on the experimental protocol and Ms Dimitra Lamprinaki for technical assistance. This work was supported by a research grant from the European Hydration Institute; and a student's research grant from the European Hydration Institute. The European Hydration Institute had no role in the design, analysis or writing of this article.

REFERENCES

1. INTERSALT. The INTERSALT study: an international co-operative study of electrolyte excretion and blood pressure: further results. *J Hum Hypertens* (1989) 3:279–407.
2. Cook NR, Obarzanek E, Cutler JA, Buring JE, Rexrode KM, Kumanyika SK, et al. Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease: the trials of hypertension prevention follow-up study. *Arch Intern Med* (2009) 169:32–40. doi:10.1001/archinternmed.2008.523
3. Aburto NJ, Ziolkovska A, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP, Meerpohl JJ. Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analysis. *BMJ* (2013) 346:f1326. doi:10.1136/bmj.f1326
4. Adrogué HJ, Madias NE. Sodium surfeit and potassium deficit: keys to the pathogenesis of hypertension. *J Am Soc Hypertens* (2014) 8:203–13. doi:10.1016/j.jash.2013.09.003
5. Lee DS, Massaro JM, Wang TJ, Kannel WB, Benjamin EJ, Kenchaiah S, et al. Antecedent blood pressure, body mass index, and the risk of incident heart failure in later life. *Hypertension* (2007) 50:869–76. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.095380
6. He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens* (2009) 23:363–84. doi:10.1038/jhh.2008.144
7. Yan S, Li J, Li S, Zhang B, Du S, Gordon-Larsen P, et al. The expanding burden of cardiometabolic risk in China: the China Health and Nutrition Survey. *Obes Rev* (2012) 13:810–21. doi:10.1111/j.1467-789X.2012.01016.x
8. WHO. *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks*. Geneva: World Health Organization (2009).
9. Brown IJ, Tzoulaki I, Candias V, Elliott P. Salt intake around the world: implications for public health. *Int J Epidemiol* (2009) 38:791–813. doi:10.1093/ije/dyp139
10. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *N Engl J Med* (1997) 336:1117–24. doi:10.1056/NEJM199704173361601
11. WHO. *Guideline: Sodium Intake for Adults and Children*. Geneva: World Health Organization (2012).
12. Jackson SL, King SM, Zhao L, Cogswell ME. Prevalence of excess sodium intake in the United States – NHANES, 2009–2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* (2016) 64:1393–7. doi:10.15585/mmwr.mm6452a1
13. James WP, Ralph A, Sanchez-Castillo CP. The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. *Lancet* (1987) 1:426–9. doi:10.1016/S0140-6736(87)90127-9
14. Mattes RD, Donnelly D. Relative contributions of dietary sodium sources. *J Am Coll Nutr* (1991) 10:383–93. doi:10.1080/07315724.1991.10718167
15. Elliott P, Brown I. *Sodium Intakes Around the World*. Geneva: World Health Organization (2007).
16. CDC. Vital signs: food categories contributing the most to sodium consumption – United States, 2007–2008. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* (2012) 61:92–8.
17. Amer M, Woodward M, Appel LJ. Effects of dietary sodium and the DASH diet on the occurrence of headaches: results from randomised multicentre DASH-sodium clinical trial. *BMJ Open* (2014) 4:e006671. doi:10.1136/bmjopen-2014-006671
18. WHO. *Salt Reduction Fact Sheet No 393 [Online]*. (2014). Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs393/en/>
19. Khaw KT, Bingham S, Welch A, Luben R, O'Brien E, Wareham N, et al. Blood pressure and urinary sodium in men and women: the Norfolk Cohort of the European Prospective Investigation into Cancer (EPIC-Norfolk). *Am J Clin Nutr* (2004) 80:1397–403. doi:10.1093/ajcn/80.5.1397
20. Hassapidou MN, Fotiadou E. Dietary intakes and food habits of adolescents in northern Greece. *Int J Food Sci Nutr* (2001) 52:109–16. doi:10.1080/0963748020027000-6
21. Magriplis E, Farajian P, Pounis GD, Risvas G, Panagiotakos DB, Zampelas A. High sodium intake of children through 'hidden' food sources and its association with the Mediterranean diet: the GRECO study. *J Hypertens* (2011) 29:1069–76. doi:10.1097/HJH.0b013e328345ef35

22. Lerchl K, Rakawa N, Dahlmann A, Rauh M, Goller U, Basner M, et al. Agreement between 24-hour salt ingestion and sodium excretion in a controlled environment. *Hypertension* (2015) 66:850–7. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05851
23. He FJ, Brinsden HC, Macgregor GA. Salt reduction in the United Kingdom: a successful experiment in public health. *J Hum Hypertens* (2014) 28:345–52. doi:10.1038/jhh.2013.105
24. Brown IJ, Dyer AR, Chan Q, Cogswell ME, Ueshima H, Stamler J, et al. Estimating 24-hour urinary sodium excretion from casual urinary sodium concentrations in Western populations: the INTERSALT study. *Am J Epidemiol* (2013) 177:1180–92. doi:10.1093/aje/kwt066
25. Vasara E, Marakis G, Breda J, Skepastianos P, Hassapidou M, Kafatos A, et al. Sodium and potassium intake in healthy adults in Thessaloniki greater metropolitan area – the Salt Intake in Northern Greece (SING) study. *Nutrients* (2017) 9:417. doi:10.3390/nu9040417
26. Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, Sasaki H. A simple method for estimating 24 h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults. *Clin Exp Pharmacol Physiol* (1993) 20:7–14. doi:10.1111/j.1440-1681.1993.tb01496.x
27. Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadowaki T, Ueshima H, Nakagawa H, et al. A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens* (2002) 16:97–103. doi:10.1038/sj.jhh.1001307
28. O'Donnell M, Mente A, Rangarajan S, McQueen MJ, Wang X, Liu L, et al. Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *N Engl J Med* (2014) 371:612–23. doi:10.1056/NEJMoa1311889
29. Malisova O, Athanasatou A, Pepa A, Husemann M, Domnik K, Braun H, et al. Water intake and hydration indices in healthy European adults: the European Hydration Research Study (EHRS). *Nutrients* (2016) 8:204. doi:10.3390/nu8040204
30. Ix JH, Wassel CL, Stevens LA, Beck GJ, Froissart M, Navis G, et al. Equations to estimate creatinine excretion rate: the CKD epidemiology collaboration. *Clin J Am Soc Nephrol* (2011) 6:184–91. doi:10.2215/CJN.05030610
31. WMA. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* (2013) 310:2191–4. doi:10.1001/jama.2013.281053
32. Stamler J, Elliott P, Dennis B, Dyer AR, Kesteloot H, Liu K, et al. INTERMAP: background, aims, design, methods, and descriptive statistics (nondietary). *J Hum Hypertens* (2003) 17:591–608. doi:10.1038/sj.jhh.1001603
33. Mente A, O'Donnell MJ, Dagenais G, Wielgosz A, Lear SA, McQueen MJ, et al. Validation and comparison of three formulae to estimate sodium and potassium excretion from a single morning fasting urine compared to 24-h measures in 11 countries. *J Hypertens* (2014) 32:1005–14; discussion 1015. doi:10.1097/HJH.0000000000000122
34. Service C, Grimes C, Riddell L, He F, Campbell K, Nowson C. Association between parent and child dietary sodium and potassium intakes as assessed by 24-h urinary excretion. *Nutrients* (2016) 8:191. doi:10.3390/nu8040191
35. Knuijman JT, Hautvast JG, Zwiauer KF, Widhalm K, Desmet M, De Backer G, et al. Blood pressure and excretion of sodium, potassium, calcium and magnesium in 8- and 9-year old boys from 19 European centres. *Eur J Clin Nutr* (1988) 42:847–55.
36. Holbrook JT, Patterson KY, Bodner JE, Douglas LW, Veillon C, Kelsay JL, et al. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr* (1984) 40:786–93. doi:10.1093/ajcn/40.4.786
37. McLean RM. Measuring population sodium intake: a review of methods. *Nutrients* (2014) 6:4651–62. doi:10.3390/nu6114651
38. Watson RL, Langford HG. Usefulness of overnight urines in population groups. Pilot studies of sodium, potassium, and calcium excretion. *Am J Clin Nutr* (1970) 23:290–304. doi:10.1093/ajcn/23.3.290
39. Dyer AR, Martin GJ, Burton WN, Levin M, Stamler J. Blood pressure and diurnal variation in sodium, potassium, and water excretion. *J Hum Hypertens* (1998) 12:363–71. doi:10.1038/sj.jhh.1000601
40. Cohall DH, Scantlebury-Manning T, Nakhleh C, Toure D, James S, Hall K. Predicting 24-hour urinary sodium excretion in Afro-Caribbean Barbadians by comparing urine sodium excretion over different durations versus spot collection. *West Indian Med J* (2013) 62:181–5. doi:10.7727/wimj.2012.240
41. Da Silva HE, Arendt BM, Nourekin SA, Therapondos G, Guindi M, Allard JP. A cross-sectional study assessing dietary intake and physical activity in Canadian patients with nonalcoholic fatty liver disease vs healthy controls. *J Acad Nutr Diet* (2014) 114:1181–94. doi:10.1016/j.jand.2014.01.009
42. Du S, Batis C, Wang H, Zhang B, Zhang J, Popkin BM. Understanding the patterns and trends of sodium intake, potassium intake, and sodium to potassium ratio and their effect on hypertension in China. *Am J Clin Nutr* (2014) 99:334–43. doi:10.3945/ajcn.113.059121
43. Kamran A, Azadbakht L, Sharifirad G, Mahaki B, Sharghi A. Sodium intake, dietary knowledge, and illness perceptions of controlled and uncontrolled rural hypertensive patients. *Int J Hypertens* (2014) 2014:245480. doi:10.1155/2014/245480
44. WHO. *A Review of Methods to Determine the Main Sources of Salt in the Diet*. Geneva: World Health Organization (2010).
45. Carter MC, Hancock N, Albar SA, Brown H, Greenwood DC, Hardie LJ, et al. Development of a new branded UK food composition database for an online dietary assessment tool. *Nutrients* (2016) 8:480. doi:10.3390/nu8080480
46. CDC. Sodium intake among adults – United States, 2005–2006. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* (2010) 59:746–9.
47. van Buren L, Dotsch-Klerk M, Seewi G, Newson RS. Dietary impact of adding potassium chloride to foods as a sodium reduction technique. *Nutrients* (2016) 8:235. doi:10.3390/nu8040235
48. WHO. *Strategies to Monitor and Evaluate Population Sodium Consumption and Sources of Sodium in the Diet: Report of a Joint Technical Meeting Convened by WHO and the Government of Canada*. Geneva: World Health Organization (2011).
49. EFET. *Useful Information: Say YES to HERBS and NO to SALT!* [Online]. Hellenic Food Authority (2014). Available from: http://www.efet.gr/images/efet_res/docs/nutrition/fylladioEN.pdf
50. Liu ZM, Ho SC, Tang N, Chan R, Chen YM, Woo J. Urinary sodium excretion and dietary sources of sodium intake in Chinese postmenopausal women with prehypertension. *PLoS One* (2014) 9:e104018. doi:10.1371/journal.pone.0104018
51. Henney J, Taylor C, Boon C. *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States*. Washington, DC, USA: Institute of Medicine/National Academies Press (2010).
52. Mercado CI, Cogswell ME, Valderrama AL, Wang CY, Loria CM, Moshfegh AJ, et al. Difference between 24-h diet recall and urine excretion for assessing population sodium and potassium intake in adults aged 18–39 y. *Am J Clin Nutr* (2015) 101:376–86. doi:10.3945/ajcn.113.081604
53. Kim HJ, Oh K. Methodological issues in estimating sodium intake in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Epidemiol Health* (2014) 36:e2014033. doi:10.4178/epih/e2014033
54. Farchi S, De Sario M, Lapucci E, Davoli M, Michelozzi P. Meat consumption reduction in Italian regions: health co-benefits and decreases in GHG emissions. *PLoS One* (2017) 12:e0182960. doi:10.1371/journal.pone.0182960
55. CDC. Trends in the prevalence of excess dietary sodium intake – United States, 2003–2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* (2013) 62:1021–5.
56. Fave G, Beckmann M, Lloyd AJ, Zhou S, Harold G, Lin W, et al. Development and validation of a standardized protocol to monitor human dietary exposure by metabolite fingerprinting of urine samples. *Metabolomics* (2011) 7:469–84. doi:10.1007/s11306-011-0289-0
57. Vuckovic N, Ritenbaugh C, Taren DL, Tobar M. A qualitative study of participants' experiences with dietary assessment. *J Am Diet Assoc* (2000) 100:1023–8. doi:10.1016/S0002-8223(00)00301-1

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2018 Athanasatou, Kandyliari, Malisova, Pepa and Kapsokefakou. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Article

Fluctuation of Water Intake and of Hydration Indices during the Day in a Sample of Healthy Greek Adults

Adelais Athanasatou, Aikaterini Kandyliari, Olga Malisova and Maria Kapsokefalou *

Unit of Human Nutrition, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, 75 Iera Odos Str., 11855 Athens, Greece; dathanasatou@gmail.com (A.A.); kkandyliari@aua.gr (A.K.); olgamalisova@yahoo.gr (O.M.)

* Correspondence: kapsok@aua.gr; Tel.: +30-210-529-4708

Received: 31 January 2019; Accepted: 2 April 2019; Published: 6 April 2019



Abstract: Mild dehydration may occur during specific periods of the day because of poor hydration habits and/or limited access to a variety of beverages or foods, for example, in work environments. Measurement of hydration indices in spot or in 24 h urine samples may mask mild dehydration in specific periods of the day. Healthy subjects ($n = 164$; 74 females; age 38 ± 12 years) living in Athens, Greece were enrolled in the study. Subjects recorded their solid food and drink intakes and recorded and collected all urinations for three consecutive days. Water intake was analyzed in 24 h and 6 h periods from wake-up time and scored for variety. Urine hydration indices (osmolality, volume, color, specific gravity) were analyzed in 24 h samples, in morning urine samples and in samples collected in 6 h periods from wake-up time. Fluctuations during the day were significant for the intake of drinking water, hot beverages, milk, fruit and vegetable juices, and alcoholic drinks and for urine osmolality, volume, color, and specific gravity. The urine volume of the first 6 h period after wake-up time (557 ± 231 mL/day) reflects by 76% the 24 h urine collection (1331 ± 144 mL/day). Water intake from all beverages, with the exception of alcoholic beverages, was greater in the first 6h period (morning period) and decreased throughout the day. Hydration indices changed accordingly. The 6 h timed urine sample collected reflects indices in samples collected over 24 h better than any spot urine sample.

Keywords: water intake; beverages consumption; hydration indices; spot urine samples; urine fluctuations

1. Introduction

Dehydration is the state of body water depletion [1]; a depletion of about 4–6% of body's fluids is considered mild dehydration [2]. Euhydration reduces the risk of urolithiasis, the incidence of constipation, exercise asthma, hypertonic dehydration in infants, and hyperglycemia in diabetic ketoacidosis. Moreover, it is associated with reduction in urinary tract infections, hypertension, fatal coronary heart disease [3]. Dehydration is associated with a higher risk of venous thromboembolism [4] and dysnatremia [5]. Mild dehydration is linked to disruptions in mood and cognitive performance, e.g., concentration and short memory, increased reaction time, anxiety, moodiness [6], sleepiness, fatigue, and increased confusion [7], thus affecting our productivity at work and quality of life in general.

Although the importance of prevention of mild dehydration is evident, data on water intake in association with hydration status are limited, particularly in free-living conditions. Studies reported that total fluid intake has a strong correlation with urine biomarkers (osmolality, color, specific gravity, volume) [8]. In most protocols employed in studies on hydration, indices are measured in spot urine

specimens or in pooled samples of urine collected over a 24 h period [9,10], thus masking potential fluctuations during the day.

A careful evaluation of hydration indices from specimens collected during the day will reveal whether these hypothesized fluctuations actually occur. Moreover, it will offer insights into whether a morning urine sample or a sample of another short period reflects best hydration. Linking information on water intake, variety in beverage intake, and hydration status will elucidate whether poor habits in hydration may lead during the day to time periods of mild dehydration.

We hypothesized that mild dehydration may occur in a transient manner, i.e., only in time intervals during the day because of poor drinking and eating habits or poor accessibility to a variety of fluids or foods, e.g., at work [11]. This information will uncover whether short time periods of mild dehydration may be observed and subsequently will lead to focused advice on hydration schemes.

The objectives of the study presented herein were to measure, in a sample of Greek adults, (a) water intake from all sources per 6 h periods and the variety score in beverage intake and (b) urine hydration indices in 6 h period urine samples collected over a 24 h period.

2. Materials and Methods

Subjects were adults aged 20–60 years with approximately equal numbers in each decade of life. Subjects ($n = 164$, age 38 ± 12 years; BMI 24.9 ± 4.7 kg/m²; 54.3% males) living in the metropolitan area of Athens were recruited in the framework of the European Hydration Research Study (EHRS) [12] during winter ($n = 85$) and summer ($n = 79$). Exclusion criteria were disease (diabetes insipidus, renal disease, liver disease, gastrointestinal diseases or problems, cardiac or pulmonary diseases, disease that limits mobility including muscle—skeletal diseases, or orthopedic problems), pregnancy, lactation, hypertensive under severe salt restriction, taking drugs that are, or contain, diuretics, phenytoin, lithium, demeclocycline, or amphotericin, and following a high-protein and/or hypocaloric diet. Subjects were rescheduled or omitted if they caught flu (cold) or had fever, vomiting, and/or diarrhea or menstruation during the data collection period. Urinary volumes < 500 mL and creatinine excretion rate (CER) > 3500 mg/day or < 350 mg/day suggest inaccurate urine collection [13]. Energy intake was not considered as an exclusion criterion for the study. The recruitment strategy included invitations (a) sent by email to the non-academic and academic personnel, (b) uploaded on social media and published in local newspapers, (c) uploaded on internet sites related to nutrition, (d) distributed in paper at various non-academic places, (e) sent by email to other academic and social work institutions in the greater area, and (f) distributed at any seminar that the research teams were giving. The response rate was approximately 10%. The recruitment strategy was performed in a random sample of the population, and the subjects that responded to the invitations were categorized according to their age and sex.

The scope of the present study is to administrate an observational study of water intake and hydration indices simultaneously, and not to indicate national representative data for water intake and hydration.

The study protocol was developed according to the ethical principles of the Declaration of Helsinki [14] and was approved by the Research Ethics Committee of Agricultural University of Athens (197/27-02-2012). Written informed consent was obtained from all subjects.

2.1. Water Intake

A three-day diary (3DD) was used for the detailed recording of the intake of solid foods and beverages for three consecutive days. Before the initiation of the study, a dietitian had two personal interviews with each subject. The first was on day 0, in order to instruct on how to record the category and amount of solid food and/or beverage consumption using appropriate food photographs and preforms. The second was on the last day of the study in order to examine adherence to protocols. Moreover, our dietitian gave a telephone call to each of the subjects during their study days and recorded a 24 h dietary recall which was compared with their recording for that day. Subjects recorded

their food and beverage intake, time, and place consumed immediately after it happened in order to avoid misreporting. Portion sizes, method of preparation (i.e., fried, baked), serving size, and package information were also recorded. Participants were instructed to maintain their usual physical activity and eating and drinking habits throughout the study; there was no restriction in the category and number of beverages consumed. Water from beverage intake was analyzed in 6 h periods from the wake-up time of each day: Morning (0–6 h from wake-up time); afternoon (6–12 h from wake-up time); evening (12–18 h from wake-up time); night (18–24 h from wake-up time). Water intake from solid food was analyzed with Diet Analysis plus version 6.1 (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co Inc, (Salem, OR, USA)).

2.2. Urine Hydration Indices

Urine hydration indices were assessed on a daily basis. Subjects were instructed (a) to collect their urine in a plastic container, (b) to weigh each urination using an electronic digital scale (Soehnle Fiesta 65106), (c) to record the weight of urination and the time of collection, and (d) to transfer approximately 10 mL of each urine sample in a numbered tube using single use pipettes. No preservatives were added in urine samples. Subjects stored the urine tubes in a Styrofoam box using ice packs until arrival to the refrigerator. A 24 h reconstituted sample of 10 mL was prepared in the laboratory by pooling these urine samples in a volume proportional addition of each specimen for each day of the study. All the 6 h reconstituted samples were prepared by pooling urine samples collected over the following time-periods: Morning (0–6 h from wake-up time); afternoon (6–12 h from wake-up time); evening (12–18 h from wake-up time); night (18–24 h from wake-up time). In addition, first morning urine (FMU) samples were collected, stored, and analyzed separately. Urine osmolality was measured in duplicate using a freezing-point osmometer (Cryoscopic Osmometer, Osmomat 030, Gonotec, (Berlin, Germany)). Urine color was determined via the eight-point urine color chart developed by Armstrong (1994). Urine specific gravity was measured with a pen refractometer (Master Refractometer, Atago, cat. No 2771, (Tokyo, Japan)).

2.3. Data Analysis

(A) Beverage consumption was grouped in the following categories: (1) Hot beverages (including tea and coffee); (2) milk (including regular, light, and chocolate milk); (3) fruit and vegetable juices (including nectar, fresh, and mix juices); (4) caloric soft drinks; (5) diet soft drinks; (6) alcoholic drinks; (7) drinking water (including tap and bottled); and (8) other beverages (e.g., non-alcoholic beer). Beverage intake was calculated as the sum of the numbers of beverage items from the eight categories. Total water intake was calculated as the sum of the moisture content in solid foods (Diet Analysis plus version 6.1 (ESHA Research, Wadsworth Publishing Co. Inc., Salem, OR, USA), Database for the traditional Greek recipes [15]) and of beverage intake.

(B) The variety score was calculated as the number of beverage categories, as described above, consumed with a minimum value of “0” and a maximum value of “8”.

(C) Subjects were categorized according to total water intake as low drinkers (≤ 2.0 L/day for females ($n = 33$); ≤ 2.5 L/day for males ($n = 59$)) or high drinkers (> 2.0 L/day for females ($n = 41$); > 2.5 L/day for males ($n = 31$)) using as limits the European Food Safety Authority (EFSA) Dietary Reference Values for adequate intake of water for males and females (2.5 L and 2.0 L, respectively) [2].

2.4. Statistical Analysis

Continuous variables are expressed as mean (standard deviation) for variables following normal distribution and as median (P25–P75) for the nonparametric variables. Normal distribution of all continuous variables was tested with the parametric test Shapiro–Wilk or Kormogorov–Smirnov test or graphically assessed by histograms or P–P plots depending on the number of variables. Correlations between normal variables were evaluated using Pearson’s correlation coefficient. Differences between low and high drinkers were performed with student’s *t*-test for normal distribution

variables. The Kruskal–Wallis rank–sum test was used to compare the nonparametric variables. Homogeneity was tested with Levene’s test. The multivariate associations between variables were assessed using linear regression models, adjusted for plausible confounders (season, BMI, sex, age, smoking). The potential of each 6h period to estimate the 24 h value was evaluated using the indices of urine osmolality and urine volume, due to their broad physiological ranges. The variation in urine hydration indices and beverage consumption was examined based on the effect of time using mixed linear models, adjusted for relevant biologically plausible confounders. We deemed statistical significance at $\alpha = 0.05$. Statistical analysis was performed by SPSS package, version 18 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

3. Results

The studied population consisted of 164 Greek subjects; 85 subjects (age 37 ± 13 years; 33 females) completed the protocol during the winter period (December, January, February) and 79 (age 39 ± 12 years; 41 females) during the summer period (June, July, August). The mean BMI of males was 25.5 ± 6.2 kg/m², and that of females 24.0 ± 5.1 kg/m² ($p = 0.164$). In all dietary and urinary variables, no differences were observed (one-way ANOVA) among the 3 days of the experiment ($p > 0.05$); mean values of the 3 days were used to all the analyses.

3.1. Fluctuations During the Day

Significant differences were observed in total water intake from all beverages and urine volume in 6 h periods throughout the day. A peak on the beverage curve was observed in the morning and in the evening 6 h period, while the lowest values were observed at the end of the day. Urine volume was positively correlated with total beverages consumption ($r = 0.387$, $p < 0.001$) and total water intake ($r = 0.392$, $p < 0.001$). Only during the night period was the excreted urine volume greater than the total volume of consumed beverages (Figure 1). This was expected, because the subjects were not consuming any beverages during their sleeping period, resulting only in urine excretions in the morning.

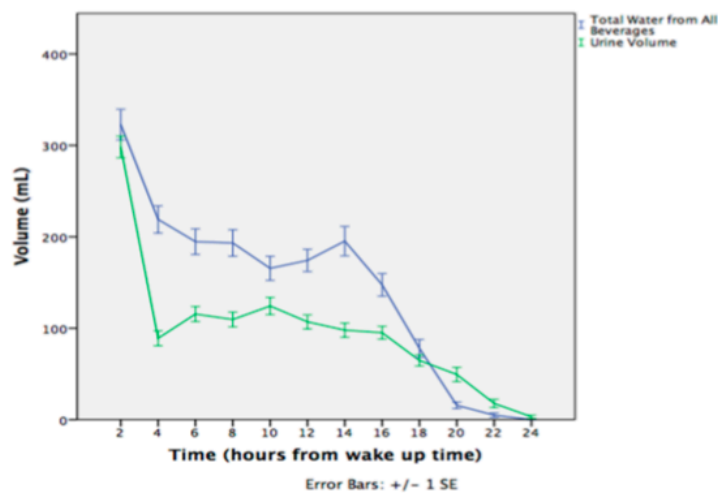


Figure 1. Volume of total water intake from all beverages and of urine excretion during the day.

A significant effect of time was present in the intake of water ($F = 32.582$; $p < 0.001$), hot beverages ($F = 90.876$; $p < 0.001$), milk ($F = 17.063$; $p = 0.003$), fruit and vegetable juices ($F = 3.785$; $p = 0.045$),

and alcoholic drinks ($F = 7.075$; $p = 0.002$) for the 6 h periods. Water was the most preferred beverage and consumed in larger volumes during the day compared to the other seven categories of beverages. A peak in the intake of hot beverages and milk was observed in the morning 6 h period (Figure 2). Moreover, a peak on the curve of alcoholic drinks was observed in the evening 6 h period (Figure 2). The intake of other categories of beverages was spread during the day with no significant differences. Water intake in the morning interval correlated with urine osmolality in the morning, afternoon, and evening interval ($r = -0.169$, $p = 0.049$, $r = -0.275$, $p < 0.001$; $r = -0.216$, $p = 0.014$ respectively) and Urine Specific Gravity (USG) in the afternoon interval ($r = -0.260$, $p = 0.003$), while water intake in the afternoon interval was correlated with urine osmolality in the afternoon and evening interval ($r = -0.171$, $p = 0.050$; $r = -0.216$, $p = 0.014$) and USG in the evening interval ($r = -0.231$, $p = 0.008$).

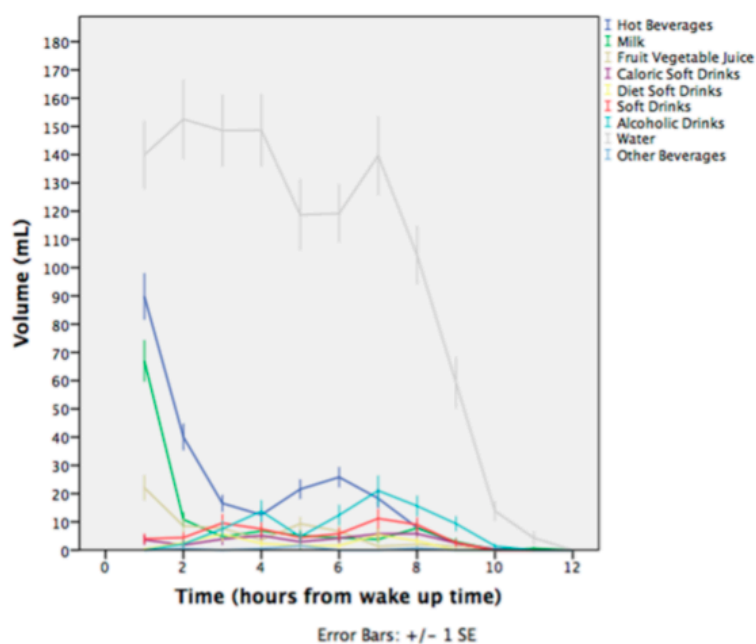


Figure 2. Volume of each category of beverage consumed during the day.

3.2. Water Intake from Beverages

The mean daily total water intake from beverages was 2266 mL; the range of total water intake was from 470 to 5230 mL/day. The contribution of beverages to total water intake was 1796 (768) mL, while the contribution of foods was 463 (350) mL to total water intake; no differences were observed in water intake from foods between the summer and winter period ($p > 0.005$). In Table 1 are presented the categories of beverages consumed along with their mean volumes (standard deviation) in 6 h periods and 24 h periods. The most popular beverage consumed was water (47%), followed by hot beverages (15%), alcoholic drinks (8%), caloric and diet soft drinks (7% each one), milk (6%), fruit and vegetable juices (6%), and other beverages (4%), with volumes from 10–40% of water intake.

Table 1. Category of beverages consumed in each 6 h period and over a 24 h period for the total sample, LOW drinkers (subjects with a total water intake lower than European Food Safety Authority (EFSA) dietary references), HIGH drinkers (subjects with a total water intake higher than EFSA dietary references), winter and summer period.

| Category of Beverage | Morning (A) | Afternoon (B) | Evening (C) | Night (D) | 24 h |
|---|----------------|------------------|----------------|---------------|----------------|
| Hot beverages (mL) | | | | | |
| Total | 211 (120) | 123 (78) | 115 (75) | 91 (49) | 376 (245) |
| LOW | 197 (101) | 112 (79) | 83 (78, 129) | 88 (42) | 360 (232) |
| HIGH | 225 (137) | 141 (74) | 83 (80, 117) | 94 (56) | 394 (260) |
| Winter | 200 (124) | 123 (85) | 83 (82, 142) | 95 (55) | 379 (269) |
| Summer | 223 (114) | 124 (64) | 80 (67, 110) | 86 (41) | 373 (215) |
| Milk (mL) | | | | | |
| Total | 133 (104) | 57 (57) | 70 (48) | - | 160 (123) |
| LOW | 127 (97) | 47 (52) | 80 (17, 92) | - | 146 (109) |
| HIGH | 140 (112) | 80 (12, 127) | 80 (35, 97) | - | 178 (138) |
| Winter | 117 (92) | 45 (11, 83) | 83 (16, 83) | - | 146 (108) |
| Summer | 151 (115) | 33 (4, 83) | 80 (12, 105) | - | 177 (138) |
| Fruit & Vegetable Juice (mL) | | | | | |
| Total | 134 (85) | 104 (78) | 75 (33, 103) | - | 147 (101) |
| LOW | 83 (67, 165) | 83 (77, 112) | 75 (46, 83) | - | 115 (75) * |
| HIGH | 110 (83, 220) | 83 (75, 98) | 75 (9, 162) | - | 176 (115) |
| Winter | 83 (67, 167) | 93 (79, 93) | - | - | 126 (79) |
| Summer | 137 (82, 217) | 83 (75, 113) | - | - | 165 (116) |
| Caloric Soft Drinks (mL) | | | | | |
| Total | 110 (50, 158) | 110 (83, 167) | 133 (83, 167) | - | 188 (120) |
| LOW | 110 (33, 167) | 110 (83, 167) | 117 (50, 187) | - | 167 (83, 250) |
| HIGH | 105 (58, 202) | 97 (77, 175) | 147 (96, 167) | - | 167 (83, 267) |
| Winter | 110 (108, 167) | 97 (65, 188) | 83 (37, 167) | - | 143 (83, 243) |
| Summer | 67 (33, 150) | 110 (83, 167) | 160 (100, 180) | - | 210 (110, 300) |
| Diet Soft Drinks (mL) | | | | | |
| Total | 167 (75, 230) | 110 (88, 153) | 110 (77, 167) | - | 165 (108, 257) |
| LOW | 138 (75, 167) | 167 (167, 167) * | 97 (76, 143) | - | 167 (100, 235) |
| HIGH | 227 (93, 371) | 105 (75, 110) | 110 (72, 250) | - | 110 (105, 407) |
| Winter | 167 (87, 200) | 133 (88, 167) | 110 (80, 142) | - | 165 (92, 235) |
| Summer | - | 110 (65, 110) | - | - | 167 (110, 540) |
| Alcoholic Drinks (mL) | | | | | |
| Total | 88 (42, 167) | 123 (103) | 154 (138) | 58 (25, 94) | 198 (237) |
| LOW | 83 (42, 156) | 83 (41, 130) | 88 (72, 167) | 75 (75, 75) | 145 (134) * |
| HIGH | 130 (26, 479) | 100 (70, 167) | 109 (81, 216) | - | 261 (311) |
| Winter | 63 (20, 104) | 75 (42, 113) | 83 (42, 167) | - | 120 (90) * |
| Summer | 145 (80, 271) | 110 (67, 193) | 122 (83, 220) | 58 (25, 94) | 266 (298) |
| Drinking Water (mL) | | | | | |
| Total | 465 (290) | 414 (247) | 345 (272) | 83 (83, 162) | 1168 (666) |
| LOW | 321 (224) ** | 326 (198) ** | 254 (179) ** | 83 (83, 133) | 831 (455) ** |
| HIGH | 627 (270) | 511 (261) | 444 (319) | 100(80,167) | 1574 (655) |
| Winter | 355 (227) ** | 337 (205) ** | 271 (198) ** | 83 (83, 83) | 902 (448) ** |
| Summer | 578 (305) | 499 (263) | 428 (317) | 133 (80, 167) | 1473 (742) |
| Other Beverages (mL) | | | | | |
| Total | 83 (83, 83) | 83 (83, 83) | 110 | - | 110 (83, 167) |
| LOW | 83 (83, 83) | 83 (83, 83) | 110 (110,110) | - | 138 (110, 138) |
| HIGH | 83 (83, 83) | - | - | - | 83 (83, 83) |
| Winter | 83 (83, 83) | 83 (83, 83) | - | - | 138 (110, 138) |
| Summer | 83 (83, 83) | - | - | - | 83 (83, 83) |

Table 1. Cont.

| Category of Beverage | Morning (A) | Afternoon (B) | Evening (C) | Night (D) | 24 h |
|-------------------------|--------------|---------------|--------------|-----------|---------------|
| Total Water Intake (mL) | | | | | |
| Total | 863 (425) | 750 (357) | 533 (333) | 22 (64) | 2266 (781) |
| LOW | 640 (271) ** | 602 (278) ** | 419 (240) ** | 19 (61) | 1564(333) ** |
| HIGH | 1147 (416) | 938 (359) | 679 (377) | 26 (67) | 2741 (622) |
| Winter | 718 (330) ** | 642 (325) ** | 462 (280) ** | 22 (72) | 1942 (527) ** |
| Summer | 1019 (461) | 865 (355) | 610 (367) | 23 (53) | 2611 (859) |
| Variety Score | | | | | |
| Total | 2.7 (1.1) | 2.3 (1.2) | 1.8 (1.1) | 0.7(0.7) | 3.6 (1.4) |
| LOW | 2.6 (1.0) * | 2.2 (1.0) | 1.8 (1.0) | 0.6 (0.6) | 3.5 (1.4) |
| HIGH | 2.9 (1.1) | 2.3 (1.2) | 2.0 (1.0) | 0.8 (0.7) | 3.7 (1.4) |
| Winter | 2.7 (1.0) | 3.7 (1.1) | 1.9 (1.1) | 0.7 (0.6) | 3.7 (1.1) |
| Summer | 2.6 (1.3) | 3.5 (1.6) | 1.8 (1.1) | 0.7 (0.7) | 3.5 (1.6) |

Results are presented as mean (SD) for normally distributed variables, and as median (P50) and 1st–3rd quartile (P25–P75) for the skewed variables; *p*-values derived through Student's *t*-test for normally distributed variables and through the Mann–Whitney *U*-test for the skewed variables; * Significant difference between low and high drinkers or between winter and summer ($p < 0.05$), ** Significant difference between low and high drinkers or between winter and summer ($p < 0.001$).

In a 24 h period, significant differences were reported in water ($p < 0.001$), fruit/vegetable juice, and alcohol ($p < 0.05$ for both) consumption between low and high drinkers. Furthermore, a higher total water intake ($p < 0.001$), derived from a higher intake of water ($p < 0.001$) and alcoholic drinks ($p < 0.05$), was observed in the summer compared to winter period of the study. Moreover, total beverage intake was positively correlated with total water intake ($r = 0.896$; $p < 0.001$) and the variety score ($r = 0.238$; $p < 0.001$). Total water intake from beverages was significantly different between subjects that consumed volumes higher than EFSA recommendations (HIGH) and those that consumed lower volumes (LOW) ($p < 0.001$). Differences were also observed in total water intake from beverages and drinking water intake between the summer and winter period ($p < 0.001$).

3.3. Urine Hydration Indices

Mean hydration indices (volume, osmolality, specific gravity, color) for 6 h periods, first morning, and 24 h urine samples are presented in Table 2. There was a strong correlation between USG and osmolality ($r = 0.635$), color and osmolality ($r = 0.716$), and USG and color ($r = 0.553$).

The effect of time was significant for all the following urinary hydration indices: Volume ($F = 117.191$; $p < 0.001$), osmolality ($F = 65.228$; $p < 0.001$), USG ($F = 5.096$; $p = 0.003$), and color ($F = 65.123$; $p < 0.001$). Urine osmolality measured on samples collected in the morning 6 h period and in the first morning urine samples were far more likely to accurately reflect 24 h urine osmolality, compared to evening, afternoon, and night collections. Urine osmolality values obtained from the first morning urine samples can explain the 51% of the 24 h value. In descending order of agreement with 24 h urine osmolality were the morning (48%), night (47%), evening (40%), and afternoon (37%) periods (data not shown in tables). The urine volume of the morning 6 h period samples reflects by 76% the urine excretion over a day (24 h collection) (data not shown in tables). The lowest urine volume was recorded during the night 6 h period.

Differences were also observed between LOW and HIGH drinkers in the morning, afternoon, evening, and night 6 h periods (Table 2). Hydration indices in first morning urine samples were not different between LOW and HIGH drinkers. A 24 h urine collection showed that LOW drinkers produced decreased urine volumes and had more concentrated samples, as reflected by a higher urine osmolality and a higher specific gravity ($p < 0.05$). The morning 6 h period can explain the 66% of 24 h urine osmolality and 72% of 24 h urine volume of LOW drinkers (data not shown in tables). Values from the afternoon interval can explain the 53% of 24 h osmolality and 54% of 24 h volume of HIGH drinkers (data not shown in tables).

Table 2. Urine hydration indices of subjects in each 6 h period, in first morning, and 24 h samples for the total sample, LOW drinkers (subjects with a total water intake lower than EFSA dietary references), HIGH drinkers (subjects with a total water intake higher than EFSA dietary references), winter and summer period.

| Hydration Indices | Morning | Afternoon | Evening | Night | First Morning Urine | 24 h |
|---|---------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|
| Volume (mL) | | | | | | |
| Total | 557 (231) | 378 (205) | 290 (158) | 177 (149) | 339 (123) | 1331 (44) |
| LOW | 524 (203) * | 353 (200) | 272 (146) | 174 (160) | 327 (109) | 1239 (474) * |
| HIGH | 601 (258) | 410 (209) | 312 (171) | 182 (138) | 354 (138) | 1454 (589) |
| Winter | 578 (212) | 413 (206) * | 294 (146) | 228 (163) * | 340 (115) | 1397 (472) |
| Summer | 531 (251) | 334 (197) | 284 (172) | 126 (112) | 338 (132) | 1253 (597) |
| Osmolality (mOsmol/kg H ₂ O) | | | | | | |
| Total | 620 (240) | 627 (258) | 580 (254) | 271 (157) | 691 (224) | 665 (223) |
| LOW | 645 (206) | 679 (257) * | 610 (220) | 310 (171) * | 719 (225) | 703 (209) * |
| HIGH | 588 (278) | 558 (243) | 540 (291) | 221 (123) | 655 (219) | 620 (233) |
| Winter | 624 (242) | 605 (243) | 575 (210) | 290 (189) | 681 (208) | 664 (209) |
| Summer | 616 (240) | 655 (274) | 586 (303) | 266 (137) | 701 (240) | 667 (237) |
| USG | | | | | | |
| Total | 1.017 (0.006) | 1.017 (0.006) | 1.019 (0.007) | 1.016 (0.007) | 1.018 (0.008) | 1.017 (0.006) |
| LOW | 1.018 (0.006) | 1.018 (0.006) * | 1.020 (0.006) * | 1.017 (0.007) | 1.019 (0.007) | 1.018 (0.006) * |
| HIGH | 1.017 (0.007) | 1.016 (0.006) | 1.017 (0.007) | 1.016 (0.008) | 1.017 (0.008) | 1.016 (0.006) |
| Winter | 1.017 (0.006) | 1.017 (0.006) | 1.019 (0.006) | 1.014 (0.007) ** | 1.019 (0.006) | 1.017 (0.006) |
| Summer | 1.017 (0.007) | 1.018 (0.007) | 1.019 (0.008) | 1.020 (0.007) | 1.017 (0.009) | 1.017 (0.006) |
| Color | | | | | | |
| Total | 3 (2) | 3 (1) | 3 (2) | 1 (2) | 3 (1) | 4 (2) |
| LOW | 3 (1) | 3 (1) | 3 (1) | 1 (1) | 3 (1) | 4 (2) |
| HIGH | 3 (2) | 3 (1) | 3 (1) | 2 (2) | 3 (2) | 3 (2) |
| Winter | 3 (1) | 3 (1) ** | 3 (1) * | 1 (1) | 3 (1) | 4 (2) |
| Summer | 3 (1) | 3 (1) | 3 (1) | 1 (1) | 3 (2) | 4 (2) |

Values presented as mean (SD); * Significant difference between low and high drinkers or between winter and summer ($p < 0.05$); ** Significant difference between low and high drinkers or between winter and summer ($p < 0.001$). USG: Urine Specific Gravity.

Moreover, differences were observed between the winter and summer period in urine volume in the afternoon ($p < 0.05$) and night ($p < 0.05$) 6 h period samples.

Using cutoffs of 24 h urine osmolality [9,16], 31% of males ($n = 28$) and 23% ($n = 17$) of females were classified as dehydrated, with osmolality values over 800 mOsmol/kg H₂O observed in most of their short time intervals. A detailed analysis of dehydrated subjects showed that 68% ($n = 19$) of males and 53% ($n = 9$) of females were not complying with EFSA adequate intake.

4. Discussion

This study contributes with new data and compares, for the first time, fluctuation in hydration indices and water intake. A series of hydration indices from 6 h interval periods, first morning, and 24 h urine samples collected over three consecutive days were measured in a sample of 164 healthy subjects and compared with water intake from three-day dietary records.

The most important finding in the present study is that fluctuations in water intake occurred during the day, resulting in respective fluctuations in hydration indices. Water intake revealed changes during the day with the highest intake reported in the morning time period and the lowest at the end of the day, both for low and high drinkers. This was also reflected in the urine 6 h period (morning, afternoon, evening, night) volume indices. The volume of morning samples was greater, and it decreased throughout the day.

The second important finding is that the sample collected during the morning 6 h interval sample may be preferable to the morning spot urine sample in hydration research when 24 h collection is not possible. Samples from 24 h urine collections are considered the “gold standard method” but have

increased burden and practical difficulties for subjects [17]. Therefore, spot urine collections have been proposed (spot, timed, daytime, evening, overnight), particularly morning spot urine samples [18], as alternatives with a reduced response rate of participation or errors in adherence to the protocol [19,20]. Subjects that consume more fluids on a daily basis void larger urine volumes [21].

In the study presented herein, hydration indices measured in samples collected from the morning 6 h interval reflect those measured in samples collected over 24 h better than those in morning urine samples. Urine osmolality of the morning 6 h period can explain 66% of the 24 h value of the LOW drinkers group; the afternoon 6 h period can explain 53% in HIGH drinkers. The urine volume of the morning 6 h period could explain 72% and 88% of the 24 h value for LOW and HIGH drinkers, respectively. A previous intervention study [22] with time scheduled water intake reported fluctuations during the day, with larger volumes in afternoon and evening periods. Moreover, the study of Bottin et al. [23] found that 24 h urine concentration can be approximated from a mid- to late-afternoon spot urine sample. It is well documented that first-morning urinations, although often used in population sampling and health-care settings, tend to overestimate 24 h urine concentration [16,22]. First morning urine samples could not detect differences in hydration indices between groups, although differences were observed in 24 h collection. This is maybe due to the fact that the rapid intake of a large volume of water dilutes the plasma and the urine even if dehydration exists [24]. Between LOW and HIGH drinkers, regarding BMI, there was homogeneity ($p = 0.74$), but there was not regarding age ($p = 0.26$), (data not shown here).

The third important finding is that 31% of males and 23% of females were classified as dehydrated over the day. This was estimated using cutoffs of the 24 h urine osmolality measurements [9,16], with dehydration observed in most of their short time intervals. In the European Hydration Research Study (EHRS), approximately 20% of subjects from three European countries (Spain, Germany, Greece) were dehydrated [12]. Nevertheless, it is believed that chronic dehydration does not occur in healthy, free-living individuals, with ad libitum access to food and beverages [25].

The fourth important finding is that in the studied population, 55% of females and 34% of males followed the recommendations for daily water intake from The European Food Safety Authority (EFSA). EFSA suggests that the adequate intake of water from drinking water, beverages, and solid and fluid foods is 2.5 and 2.0 L/day for males and females [26], although depending on physical activity levels, environmental conditions or health status, higher water intake may be necessary. Recommendations that promote water intake have been issued worldwide by several organizations [27–29]. Inter-individual differences among subjects may result in different water intake requirements because of the dynamic complexity inherent in the human water regulatory network [30].

In studies conducted around the world, the percentages for adherence to EFSA recommendations vary. In particular, total water intake measured from 3-day food diaries in a sample of the Spanish population was below the recommendation of EFSA both in men and in women [11]. Data from the “National Diet and Nutrition Survey” in the UK, using dietary weighted records, revealed that 33% of men and 23% of women had inadequate total water intake [31]. On the other hand, the study of Ferreira-Pego et al. [32] showed that 40% of men and 60% of women from 13 countries complied with the EFSA adequate intakes for water intake from fluids. It should be mentioned, though, that offering a wider variety of beverages could increase the daily water intake. However, in our study, subjects had no restrictions on their eating and drinking choices and in the amount and volumes they consumed. This is also confirmed by the fact that pure water and beverages containing water affected the hydration indices in similar way [3].

Additionally, another finding is that the mean total water intake was 2266 (781) mL/day. Previous studies reported total water intake 2270 g/day [31] in UK, 1488 mL/day in China [33], 2.47 L/day in Germany, 1.90 L/day in Spain, and 1.50 L/day in Japan [32]. Water was the most popular beverage of our subjects (47% of total water intake). This finding is in accordance with the study of Armstrong, Johnson, Munoz, Swokla, Le Bellego, Jimenez, Casa, and Maresh [9], in which water was consumed in similar volumes, as well as the study of Perrier, Vergne, Klein, Poupin, Rondeau, Le Bellego, Armstrong,

Lang, Stookey, and Tack [10], with water being the major contributor to fluid intake. The study of Bougatsas, et al. [34] showed that drinking patterns, including increased water and milk consumption, were associated with improved hydration, as indicated by lower 24 h urine osmolality. British people consume about 3.3 categories of beverages [31], while the Greek sample of our study 3.6 categories of beverages. In future work, it is of interest to identify dietary patterns that are related with hydration patterns and/or urine and blood indices.

There are some limitations in the present study that should be noted. The 24 h urine collection and food recording has a high burden for the subjects; this may affect their dietary behavior during the experimental period [35]. Moreover, water intake and urine volume were self-reported values and may be subject to participants under- or overreporting. To avoid misreporting, subjects were instructed to record drinks and food ingested immediately after it happened, but some underreporting was conceivable. It must be also mentioned that, because of our recruitment methodology, the sample was not representative to the Greek population; therefore, data may be interpreted with caution. This study is not representing the whole population; however, the correlations between different measurements highlight the availability of different indices to obtain information about hydration.

5. Conclusions

In conclusion, fluctuations during the day in water intake and in hydration indices occur. Water intake from all beverages, with the exception of alcoholic beverages, was greater in the first 6 h period (morning period) and decreased throughout the day. Hydration indices changed accordingly. A morning and/or afternoon 6 h period urine sample, and not a spot urine sample (e.g., first morning urine sample) may be an alternative to the 24 h urine collection. This new proposed 6 h timed urine collection protocol could monitor levels of hydration in a daily basis easily, inexpensively, and with reduced burden for participants. Future research in different populations with other cultures and different dietary habits is required in order to proceed towards practical applications of current work.

Author Contributions: A.A., A.K., O.M., and M.K. formulated the research questions, designed the study, carried out the study, analyzed the data, and wrote the paper.

Funding: This work was supported by a research grant from the European Hydration Institute and a student's research grant from the European Hydration Institute.

Acknowledgments: We would like to thank Demosthenes Panagiotakos for his statistical advices and Hans Braun and Ricardo Mora-Rodriguez for valuable discussion on the experimental protocol.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

References

1. EFSA. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to water and maintenance of normal physical and cognitive functions (ID 1102, 1209, 1294, 1331), maintenance of normal thermoregulation (ID 1208) and "basic requirement of all living things" (ID 1207) pursuant to article 13(1) of regulation (EC) no 1924/2006. *EFSA J.* **2011**, *9*, 2075–2091.
2. WHO. *A Manual for Physicians and Other Senior Health Workers—Fact Sheet 107*; WHO: Geneva, Switzerland, 2012.
3. Popkin, B.M.; D'Anci, K.E.; Rosenberg, I.H. Water, hydration, and health. *Nutr. Rev.* **2010**, *68*, 439–458. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Liu, K.; Pei, L.; Gao, Y.; Zhao, L.; Fang, H.; Bunda, B.; Fisher, L.; Wang, Y.; Li, S.; Li, Y.; et al. Dehydration status predicts short-term and long-term outcomes in patients with cerebral venous thrombosis. *Neurocrit. Care* **2019**, *30*, 478–483. [[CrossRef](#)]
5. Krabak, B.J.; Lipman, G.S.; Waite, B.L.; Rundell, S.D. Exercise-associated hyponatremia, hypernatremia, and hydration status in multistage ultramarathons. *Wilderness Environ. Med.* **2017**, *28*, 291–298. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

6. Riebl, S.K.; Davy, B.M. The hydration equation: Update on water balance and cognitive performance. *ACSMs Health Fit. J.* **2013**, *17*, 21–28.
7. Pross, N.; Demazieres, A.; Girard, N.; Barnouin, R.; Santoro, F.; Chevillotte, E.; Klein, A.; Le Bellego, L. Influence of progressive fluid restriction on mood and physiological markers of dehydration in women. *Br. J. Nutr.* **2013**, *109*, 313–321. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
8. Perrier, E.; Rondeau, P.; Poupin, M.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I.; Vergne, S.; Klein, A. Relation between urinary hydration biomarkers and total fluid intake in healthy adults. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2013**, *67*, 939–943. [[CrossRef](#)]
9. Armstrong, L.E.; Johnson, E.C.; Munoz, C.X.; Swokla, B.; Le Bellego, L.; Jimenez, L.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Hydration biomarkers and dietary fluid consumption of women. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2012**, *112*, 1056–1061. [[CrossRef](#)]
10. Perrier, E.; Vergne, S.; Klein, A.; Poupin, M.; Rondeau, P.; Le Bellego, L.; Armstrong, L.E.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br. J. Nutr.* **2013**, *109*, 1678–1687. [[CrossRef](#)]
11. Lemaire, J.B.; Wallace, J.E.; Dinsmore, K.; Lewin, A.M.; Ghali, W.A.; Roberts, D. Physician nutrition and cognition during work hours: Effect of a nutrition based intervention. *BMC Health Serv. Res.* **2010**, *10*, 241. [[CrossRef](#)]
12. Malisova, O.; Athanasatou, A.; Pepa, A.; Husemann, M.; Domnik, K.; Braun, H.; Mora-Rodriguez, R.; Ortega, J.F.; Fernandez-Elias, V.E.; Kapsokefalou, M. Water intake and hydration indices in healthy European adults: The European hydration research study (EHRS). *Nutrients* **2016**, *8*, 204. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Ix, J.H.; Wassel, C.L.; Stevens, L.A.; Beck, G.J.; Froissart, M.; Navis, G.; Rodby, R.; Torres, V.E.; Zhang, Y.L.; Greene, T.; et al. Equations to estimate creatinine excretion rate: The CKD epidemiology collaboration. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* **2011**, *6*, 184–191. [[CrossRef](#)]
14. World Medical Association. World medical association declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* **2013**, *310*, 2191–2194. [[CrossRef](#)]
15. Trichopoulou, A. Available online: <http://www.hhf-greece.gr/tables/Dishes.aspx?l=el> (accessed on 5 May 18).
16. Armstrong, L.E.; Pumerantz, A.C.; Fiala, K.A.; Roti, M.W.; Kavouras, S.A.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Human hydration indices: Acute and longitudinal reference values. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **2010**, *20*, 145–153. [[CrossRef](#)]
17. Holbrook, J.T.; Patterson, K.Y.; Bodner, J.E.; Douglas, L.W.; Veillon, C.; Kelsay, J.L.; Mertz, W.; Smith, J.C., Jr. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **1984**, *40*, 786–793. [[CrossRef](#)]
18. Baron, S.; Courbebaisse, M.; Lepicard, E.M.; Friedlander, G. Assessment of hydration status in a large population. *Br. J. Nutr.* **2015**, *113*, 147–158. [[CrossRef](#)]
19. McLean, R.M. Measuring population sodium intake: A review of methods. *Nutrients* **2014**, *6*, 4651–4662. [[CrossRef](#)]
20. Cogswell, M.E.; Maalouf, J.; Elliott, P.; Loria, C.M.; Patel, S.; Bowman, B.A. Use of urine biomarkers to assess sodium intake: Challenges and opportunities. *Annu. Rev. Nutr.* **2015**, *35*, 349–387. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
21. Johnson, E.C.; Munoz, C.X.; Le Bellego, L.; Klein, A.; Casa, D.J.; Maresh, C.M.; Armstrong, L.E. Markers of the hydration process during fluid volume modification in women with habitual high or low daily fluid intakes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2015**, *115*, 1067–1074. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Perrier, E.; Demazieres, A.; Girard, N.; Pross, N.; Osbild, D.; Metzger, D.; Guelinckx, I.; Klein, A. Circadian variation and responsiveness of hydration biomarkers to changes in daily water intake. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2013**, *113*, 2143–2151. [[CrossRef](#)]
23. Bottin, J.H.; Lemetais, G.; Poupin, M.; Jimenez, L.; Perrier, E.T. Equivalence of afternoon spot and 24-h urinary hydration biomarkers in free-living healthy adults. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2016**, *70*, 904–907. [[CrossRef](#)]
24. Jequier, E.; Constant, F. Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2010**, *64*, 115–123. [[CrossRef](#)]
25. Stookey, J.D.; Hamer, J.; Killilea, D.W. Change in hydration indices associated with an increase in total water intake of more than 0.5 l/day, sustained over 4 weeks, in healthy young men with initial total water intake below 2 l/day. *Physiol. Rep.* **2017**, *5*, e13356. [[CrossRef](#)]
26. EFSA. Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA J.* **2010**, *8*, 1459–1507.

27. Zhang, N.; Du, S.; Tang, Z.; Zheng, M.; Yan, R.; Zhu, Y.; Ma, G. Hydration, fluid intake, and related urine biomarkers among male college students in Cangzhou, China: A cross-sectional study-applications for assessing fluid intake and adequate water intake. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2017**, *14*, 513. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Medicine, I.O. *Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water: Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2005.
29. Wolfram, G. New reference values for nutrient intake in Germany, Austria and Switzerland (dach-reference values). *Forum. Nutr.* **2003**, *56*, 95–97.
30. Armstrong, L.E.; Johnson, E.C. Water intake, water balance, and the elusive daily water requirement. *Nutrients* **2018**, *10*, 1928. [[CrossRef](#)]
31. Gibson, S.; Shirreffs, S.M. Beverage consumption habits “24/7” among British adults: Association with total water intake and energy intake. *Nutr. J.* **2013**, *12*, 9. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. Ferreira-Pego, C.; Guelinckx, L.; Moreno, L.A.; Kavouras, S.A.; Gandy, J.; Martinez, H.; Bardosono, S.; Abdollahi, M.; Nasser, E.; Jarosz, A.; et al. Total fluid intake and its determinants: Cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide. *Eur. J. Nutr.* **2015**, *54* (Suppl. 2), 35–43. [[CrossRef](#)]
33. Ma, G.; Zhang, Q.; Liu, A.; Zuo, J.; Zhang, W.; Zou, S.; Li, X.; Lu, L.; Pan, H.; Hu, X. Fluid intake of adults in four chinese cities. *Nutr. Rev.* **2012**, *70* (Suppl. 2), S105–S110. [[CrossRef](#)]
34. Bougatsas, D.; Amaoutis, G.; Panagiotakos, D.B.; Seal, A.D.; Johnson, E.C.; Bottin, J.H.; Tsipouridi, S.; Kavouras, S.A. Fluid consumption pattern and hydration among 8–14 years-old children. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2018**, *72*, 420–427. [[CrossRef](#)]
35. Vuckovic, N.; Ritenbaugh, C.; Taren, D.L.; Tobar, M. A qualitative study of participants’ experiences with dietary assessment. *J. Am. Diet. Assoc.* **2000**, *100*, 1023–1028. [[CrossRef](#)]



© 2019 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Παράρτημα II



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
Ιερά Οδός 75, Τ.Κ. 11855 Αθήνα
Τηλ./ FAX: (210) 5294708, e-mail: kapsok@aua.gr

Αθήνα, 25/05/2014

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Η ερευνητική ομάδα της Μονάδας Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου, σας προσκαλεί να λάβετε μέρος στην «Μελέτη της Ενυδάτωσης» που διεξάγεται από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών καθώς και από άλλα τρία Ευρωπαϊκά Πανεπιστήμια από 26 Ιουνίου έως 10 Ιουλίου 2014. Στόχος της μελέτης είναι η μέτρηση της ενυδάτωσης στους ενήλικους. Ορθή ενυδάτωση σημαίνει καλή σωματική και πνευματική λειτουργία, είναι επομένως σημαντικό να μετρήσουμε εάν είμαστε ορθά ενυδατωμένοι και να καταλάβουμε με ποιές επιλογές τροφίμων, ροφημάτων, αναψυκτικών, χυμών και νερού μπορούμε να αποφύγουμε την αφυδάτωση.

Τι θα πρέπει να κάνετε:

- να καταγράφετε τι τρώτε και τι πίνετε για 7 ημέρες (αυτά τα δεδομένα θα αναλυθούν από διαιτολόγους ερευνητές της Μονάδας Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου)
- να συλλέγετε ούρα για 7 ημέρες (τα οποία θα αναλυθούν από χημικούς ερευνητές στο εργαστήριο της Μονάδας Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου)
- να δώσετε δύο δείγματα αίματος (πρωινή ώρα, στους γιατρούς ερευνητές της Μονάδας Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου)

Τι θα κερδίσετε:

- Δυο πλήρεις σωματομετρήσεις (μέτρηση βάρους, ύψους, λιπομέτρηση, μέτρηση άλιπης μάζας, μέτρηση ολικού νερού σώματος)
- Μια διατροφική ανάλυση με συμβουλές διατροφής
- Ένα σεμινάριο διατροφής στις 25 Ιουνίου για τη διατροφή των ενηλίκων από τους ερευνητές της Μονάδας Διατροφής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου
- Ένα σεμινάριο διατροφής στις 25 Ιουνίου για τη διατροφή των παιδιών από τους ερευνητές της Μονάδας Διατροφής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου

Τι θα προσφέρετε:

Θα συνεισφέρετε στην ολοκλήρωση μελέτης του Γεωπονικού Πανεπιστημίου υποστηρίζοντας την έρευνα και τους ερευνητές στα ελληνικά πανεπιστήμια

Για περισσότερες πληροφορίες επικοινωνήστε στο τηλέφωνο 6943869255

Η συμμετοχή σας είναι πολύτιμη

Αντώνης Ζαμπέλας
Καθηγητής Διατροφής Ανθρώπου
Πρόεδρος Τμήματος

Μαρία Καψοκεφάλου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Διατροφής Ανθρώπου
Επιστημονική Υπεύθυνη Μελέτης



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα, Τηλ: 2105294968

Αγαπητέ/ή,

Η Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών διεξάγει την έρευνα με τίτλο: «Μελέτη της Ενυδάτωσης».

Στα πλαίσια αυτής της έρευνας σας δοθεί να συμπληρώσετε:

- ένα ημερολόγιο όπου θα καταγράφετε τα τρόφιμα και τα υγρά που καταναλώνετε
- ένα ερωτηματολόγιο το οποίο εκτιμά την πρόσληψη των υγρών μέσω της κατανάλωσης τροφίμων και ποτών και την αποβολή υγρών από το σώμα.

Επίσης θα σας ζητηθεί να λάβετε μέρος σε ουρολογικές και αιματολογικές εξετάσεις:

- συλλογή ούρων εικοσιτετραώρου 7 ημερών (θα εξεταστούν οι δείκτες: οσμωτικότητα ούρων, συγκέντρωση καλίου και νατρίου, χρώμα, όγκος, ειδικό βάρος, κρεατινίνη)
- Αιματοληψία από ιατρό την πρώτη και όγδοη ημέρα της συμμετοχής σας (θα εξεταστούν οι δείκτες: αιματοκρίτης, αιμοσφαιρίνη, γλυκόζη, νάτριο, κάλιο, οσμωτικότητα πλάσματος)

Τέλος μέτρηση ύψους και βάρους σώματος.

Θα θέλαμε να σας ενημερώσουμε ότι όλα τα στοιχεία των συμμετεχόντων θα παραμείνουν απόρρητα, τα βιολογικά δείγματα θα φέρουν επάνω κωδικό αριθμό και όχι όνομα, καθώς και οποιαδήποτε στιγμή μπορείτε να αποχωρήσετε από την έρευνα. Σκοπός της έρευνας είναι η προαγωγή της επιστημονικής γνώσης στο χώρο της Υγείας της Διατροφής και Ενυδάτωσης ειδικότερα. Σας ευχαριστούμε εκ των προτέρων για τη συνεργασία και σας προτρέπουμε να επικοινωνήσετε για οποιοδήποτε θέμα στα παραπάνω τηλέφωνα.

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος

Καφοκεφάλου Μαρία
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Δήλωση Συμμετοχής

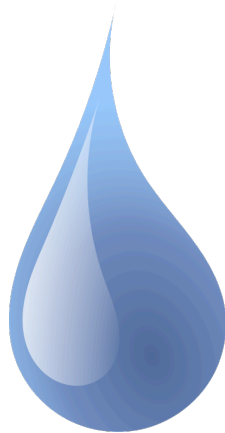
Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η.....
δηλώνω ότι θέλω να συμμετέχω στην έρευνα «Μελέτη της Ενυδάτωσης».

Ημερομηνία:/...../.....

Υπογραφή

«Μελέτη της Ενυδάτωσης»

**Ημερολόγιο Καταγραφής Τροφίμων και Υγρών
Σημειωματάριο Συλλογής ούρων**



**Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του
Ανθρώπου
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**

Κωδικός Συμμετέχοντα:

Ημερολόγιο Τροφίμων και Υγρών

Οδηγίες

Για την καταγραφή της κάθε ημέρας χρησιμοποιήστε νέο φύλλο (εμπρός και πίσω)

Για κάθε ημέρα παρακαλώ σημειώστε:

1. ΤΗΝ ΩΡΑ κατά την οποία καταναλώσατε το τρόφιμο ή το υγρό.
2. ΤΟ ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΤΟ ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ: οτιδήποτε έχετε φάει ή πειί κατά την διάρκεια όλης της ημέρας, αναφέροντας τον τύπο ή/και την μάρκα του προϊόντος.
 - Για κάθε προϊόν χρησιμοποιήστε μία ξεχωριστή γραμμή (μην ξεχνάτε το νερό)
3. ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ΜΕΡΙΔΑ: την ποσότητα του τροφίμου ή του υγρού (π.χ. φέτα, κουταλί, ποτήρι, κούπα) που καταναλώσατε. Κάποια τρόφιμα υπάρχουν σε συγκεκριμένα μεγέθη ή/και το βάρος τους αναγράφεται στην συσκευασία π.χ. ένα κεσεδάκι γιαούρτι, μια μπάρα δημητριακών, μισό κουτάκι μπύρα.
4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑΤΟΣ: η μέθοδος που χρησιμοποιήσατε για να μαγειρέψετε κάτι –π.χ. βραστό, ψητό, τηγανητό.
5. ΣΥΝΤΑΓΗ: δώστε κωδικό στην συνταγή που χρησιμοποιήσατε (για τρόφιμα που παρασκευάστηκαν από εσάς) και αναλύστε την στα συστατικά της στον τελευταίο πίνακα του κάθε φύλλου.

Παράδειγμα:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7.30 | Kellogg's κορνφλέικς | 3 κουτ. σούπας | | |
| " | Γάλα 2% λιπαρά, Δέλτα | 1 ποτήρι | | |
| " | Φρυγανιές σίκαλης, Elite | 2 φέτες | | |
| " | Μαργαρίνη, Βιτάμ | 2 κουτ. γλυκού | | |
| " | Νερό βρύσης | ½ ποτήρι | | |
| 13.00 | Ρυζόγαλο, σπιτικό | 1 μερίδα | | #1 |
| 15.00 | Μπιφτέκια | 2 μερίδες | ψητά | |
| " | Πατάτες | 1 μερίδα | φούρνου | |
| " | Σαλάτα σπανάκι | 1 μερίδα | ωμά | |
| " | Τόνος σε νερό | 90 g | | |
| " | Νερό βρύσης | 1 ποτήρι | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|----------------------|--|
| #1 | Για τέσσερις μερίδες | 3/4 της κούπας ρύζι, 2 κούπες πλήρες γάλα, 1/3 της κούπας λευκή ζάχαρη, 1/4 κουταλάκι του γλυκού αλάτι, 1 κουταλιά της σούπας μαργαρίνη, 1 βανίλια |
| #2 | | |

Φυσική δραστηριότητα

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 1 έως 4 σκεφτείτε τις σωματικές δραστηριότητες που κάνετε στην εργασία σας, στο νοικοκυριό, στην γυμναστική σας και στον ελεύθερο χρόνο σας.

1. Σκεφτείτε πόσο χρόνο περάσατε καθισμένοι. Ο χρόνος αυτός μπορεί να περιλαμβάνει το χρόνο που περνάτε καθισμένοι στο σπίτι, στο γραφείο, όταν επισκέπτεστε φίλους, όταν διαβάζετε, μελετάτε ή βλέπετε τηλεόραση.

2. Σκεφτείτε το χρόνο που περπατήσατε. Να συμπεριλάβετε το περπάτημα στο χώρο της εργασίας σας, στις μετακινήσεις σας και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση.

3. Η μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σας κάνει να αναπνέετε πιο εντονότερα από το κανονικό και μπορεί να περιλαμβάνει την μεταφορά ελαφρών βαρών, ποδηλασία αναψυχής με χαμηλή ταχύτητα, χαλαρή κολύμβηση ή τένις σε ζευγάρια.

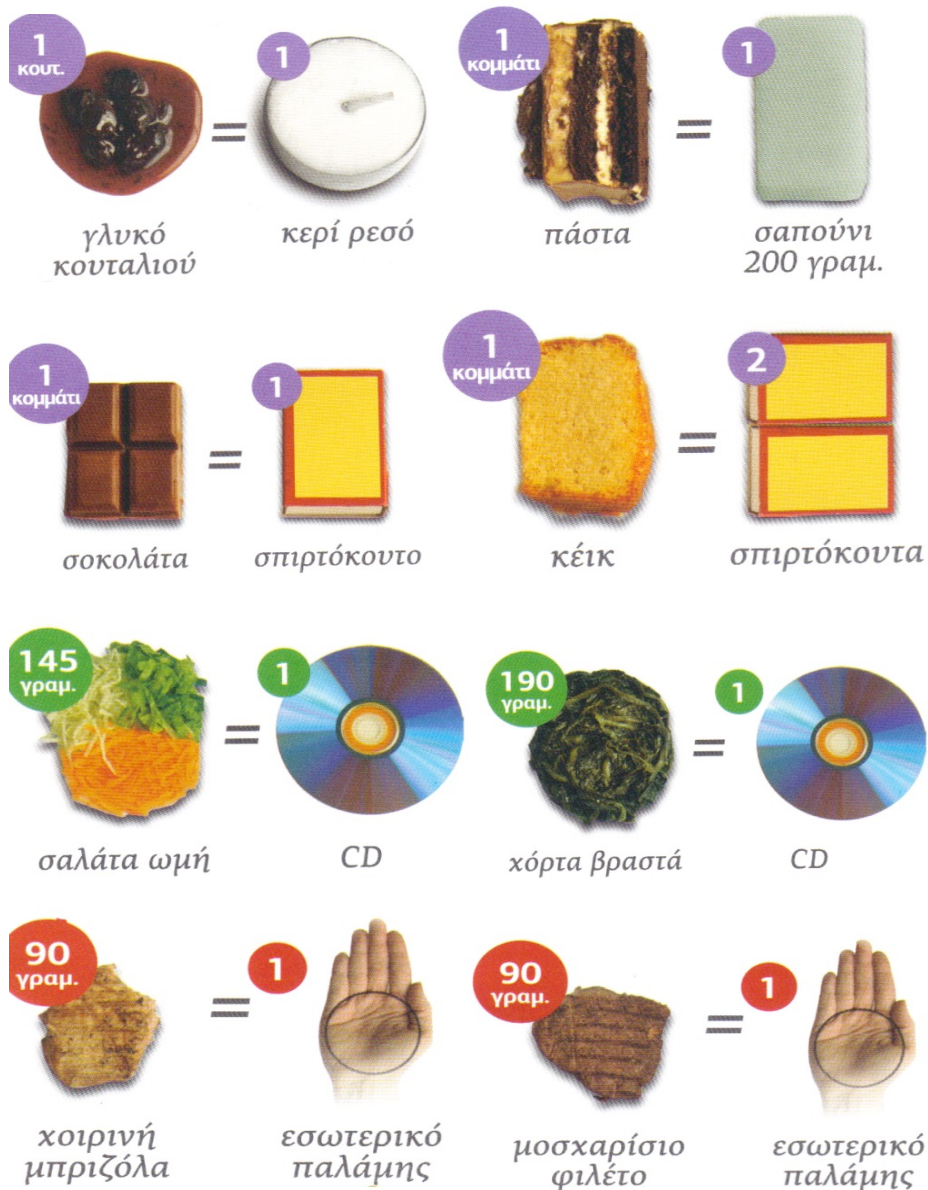
4. Μια έντονη σωματική δραστηριότητα σας κάνει να αναπνέετε σημαντικά δυσκολότερα από ότι συνήθως και μπορεί να περιλαμβάνει μεταφορά μεγάλων βαρών, σκάψιμο, αεροβική άσκηση ή γρήγορη ποδηλασία.

| |
|--|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα;12..... ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα;40..... λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνετε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα;120..... λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνετε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα;0..... λεπτά |

Πόσο είναι μια μερίδα;



Φωτογράφιση: Χάρης Εργατίδης
Πηγή: Ιωάννα Κατσαρόλη (2011), «Μερίδες: το μέγεθος ...μετράει»,
σειρά medNutrition experts, Λευκωσία, Εκδόσεις medNutrition publications
www.megethosmeridas.gr

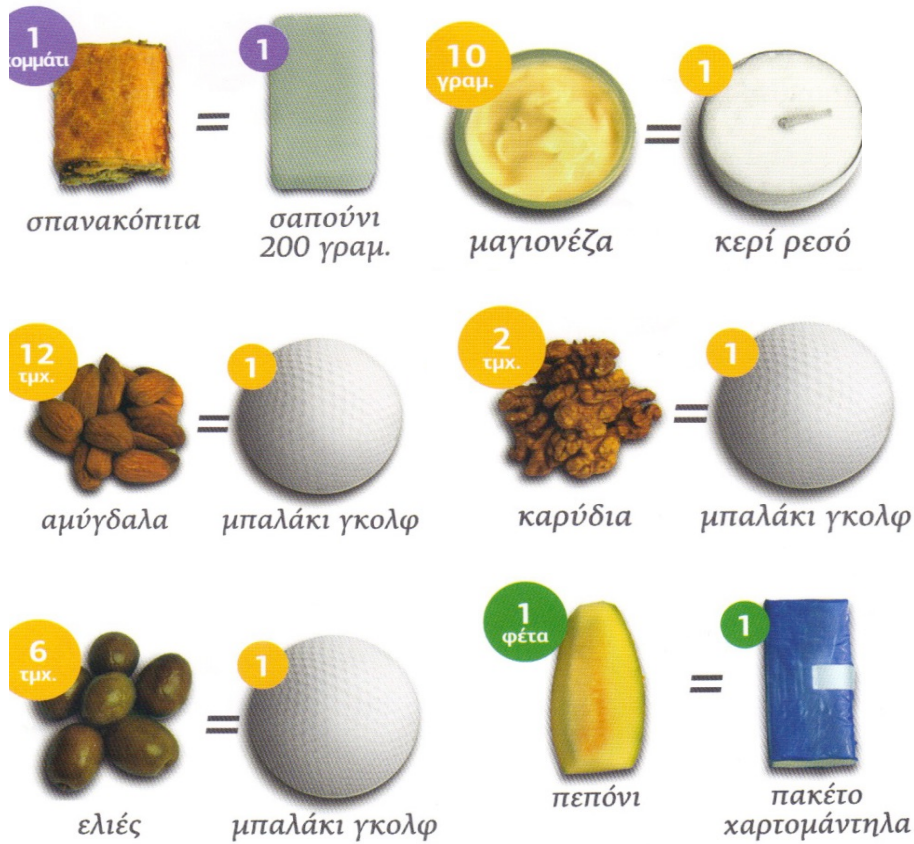


Φωτογράφιση: Χάρης Εργατίδης
 Πηγή: Ιωάννα Κατσαρόλη (2011), «Μερίδες: το μέγεθος ...μετράει»,
 σειρά medNutrition experts, Λευκωσία, Εκδόσεις medNutrition publications
www.megethosmeridas.gr



Φωτογράφιση: Χάρης Εργατίδης

Πηγή: Ιωάννα Κατσαρόλη (2011), «Μερίδες: το μέγεθος ...μετράει», σειρά medNutrition experts, Λευκωσία, Εκδόσεις medNutrition publications
www.megethosmeridas.gr



Και θυμηθείτε ότι

Το κοντό ποτήρι του χυμού είναι 125ml

Το ποτήρι του κρασιού είναι 125 ml

Η κούπα που πίνουμε το γάλα είναι 240ml

Ένα ποτήρι νερού είναι 240 ml

Το ποτήρι της μύρας είναι 330 ml

Το ποτήρι ενός φραπέ είναι 330 ml

Φωτογράφιση: Χάρης Εργατίδης
 Πηγή: Ιωάννα Κατσαρόλη (2011), «Μερίδες: το μέγεθος ...μετράει»,
 σειρά medNutrition experts, Λευκωσία, Εκδόσεις medNutrition publications
www.megethosmeridas.gr

Ημέρα: 1

Ώρα που ξυπνήσατε

Ημερομηνία:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| |
|--|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |

Ωρα που κοιμηθήκατε

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| |
|--|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |

Ώρα που κοιμηθήκατε

Ημέρα: 3

Ώρα που ξυπνήσατε

Ημερομηνία:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| |
|--|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |

Ωρα που κοιμηθήκατε

Ημέρα: 4

Ώρα που ξυπνήσατε

Ημερομηνία:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|--|-------|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; | ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; | λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; | λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; | λεπτά |

Ωρα που κοιμηθήκατε

Ημέρα: 5

Ώρα που ξυπνήσατε

Ημερομηνία:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|------------------|---|-----------------------------------|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|--|-------|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; | ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; | λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; | λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; | λεπτά |

Ωρα που κοιμηθήκατε

Ημέρα: 6

Ώρα που ξυπνήσατε

Ημερομηνία:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|--------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| |
|--|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |

Ωρα που κοιμηθήκατε

Ημέρα: 7

Ωρα που ξυπνήσατε

Ημερομηνία:

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 5 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| 1 ΩΡΑ | 2 ΤΡΟΦΙΜΟ Ή ΥΓΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ (αν υπάρχει και μάρκα του προϊόντος) | 3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ/ ΜΕΡΙΔΑ | 4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΓΕΙΡΕ ΜΑΤΟΣ | 8 ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗ Σ |
|----------|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Συνταγές

| ΝΟΥΜΕΡΟ | ΜΕΡΙΔΕΣ | ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ |
|---------|---------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| |
|--|
| 1. Πόσο χρόνο σε ώρες περάσατε καθισμένοι και ξύπνιοι σήμερα; ώρες |
| 2. Πόσο χρόνο σε λεπτά περπατήσατε σήμερα; λεπτά |
| 3. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |
| 4. Πόσο χρόνο σε λεπτά κάνατε έντονης έντασης σωματική δραστηριότητα σήμερα; λεπτά |

Ωρα που κοιμηθήκατε

Σημειωματάριο Συλλογής ούρων

Για κάθε ημέρα, παρακαλούμε συλλέξτε την κάθε ούρηση σας στον ουροσυλέκτη, ζυγίστε στην ζυγαριά, σημειώστε την ένδειξη της ζυγαριάς παρακάτω (ούρα και ουροσυλλέκτης μαζί), φορέστε τα γάντια, πάρτε ένα δείγμα με την πιπέτα, ανοίξτε το σωληνάκι με τον αντίχειρα και γεμίστε το αντίστοιχο προαριθμημένο σωληνάκι πάνω από την μέση για την κάθε ούρηση, απορρίψτε το υπόλοιπο περιεχόμενο του ουροσυλέκτη στην τουαλέτα και ξεπλύνετε με νερό τον ουροσυλέκτη σε κάθε ούρηση. Φυλλάξτε το σωληνάκι μέσα στο κουτί με την παγοκύστη, στο αντίστοιχο σακουλάκι για την κάθε ημέρα.

Ημέρα 1, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 2, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 3, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 4, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 5, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 6, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 7, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ημέρα 8, Ημερομηνία:.....

| ΩΡΑ | ΒΑΡΟΣ (ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ) | ΝΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |



ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΥΝΗΘΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΥΓΡΩΝ

Α. Δημογραφικά – Κοινωνικοοικονομικά

| | |
|--|-------------------------|
| Φύλο: 1. <input type="checkbox"/> Άνδρας 0. <input type="checkbox"/> Γυναίκα | Έτος γέννησης: |
| Διεύθυνση (προαιρετικά): | Τηλέφωνο (προαιρετικά): |
| Ύψος (cm): | Βάρος (Kg): |
| Επάγγελμα: 1. <input type="checkbox"/> Άνεργος 2. <input type="checkbox"/> Ελεύθ. Επαγγελματίας 3. <input type="checkbox"/> Ίδιωτ. Υπάλληλος 4. <input type="checkbox"/> Δημ. Υπάλληλος 5. <input type="checkbox"/> Συνταξιούχος | 6. Άλλο |
| Οικογενειακή κατάσταση: 1. <input type="checkbox"/> Άγαμος/η 2. <input type="checkbox"/> Έγγαμος/η 3. <input type="checkbox"/> Διαζύγιο 4. <input type="checkbox"/> Χήρος/α | Αριθμός παιδιών |

Β. Χαρακτηριστικά τρόπο ζωής - υγείας

| | |
|---|---|
| Λαμβάνετε κάποιο φάρμακο όπως: 1. <input type="checkbox"/> Καθαρτικά 2. <input type="checkbox"/> Διουρητικά 3. <input type="checkbox"/> Άλλο | |
| Λαμβάνετε κάποιο συμπλήρωμα διατροφής <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι | Εάν ναι σημειώστε ποιο |
| Σας έχει διαγνωστεί κάτι από τα: Διαβήτης 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι | Εάν είστε γυναίκα βρίσκεστε σε κατάσταση εγκυμοσύνης: 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Ουρολιθωξή 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι | Σας παρακολουθεί αυτό το διάστημα κάποιος διατολόγος: 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Νεφρική δυσλειτουργία 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι | |
| Πάσχετε από: 1. <input type="checkbox"/> Κρυστάματα 2. <input type="checkbox"/> Δυσκοιλιότητα 3. <input type="checkbox"/> Διάρροια 4. <input type="checkbox"/> Έλλειψη συγκέντρωσης 5. <input type="checkbox"/> Έλλειψη ενεργητικότητας | |

Γ. Σωματική Δραστηριότητα

Οι παρακάτω ερωτήσεις αφορούν στο χρόνο που έχετε αφιερώσει για κάποια σωματική δραστηριότητα τις τελευταίες 7 ημέρες. Περιλαμβάνουν ερωτήσεις σχετικά με δραστηριότητες που κάνετε κατά την εργασία σας, στις μετακινήσεις σας, στις δουλειές του σπιτιού, του κήπου και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση.

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 1 και 2 **σκεφτείτε όλες τις έντονες** σωματικές δραστηριότητες που κάνετε κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**. Μια έντονη σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούν έντονη σωματική προσπάθεια και σας κάνουν να αναπνέετε σημαντικά δυσκολότερα από ότι συνήθως. Σκεφτείτε μόνο τις **έντονες** σωματικές δραστηριότητες που κάνετε και είχαν διάρκεια **μεγαλύτερη από 10 λεπτά κάθε φορά**.

1. Κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**, πόσες ημέρες κάνετε κάποια **έντονη** σωματική δραστηριότητα, όπως σκάνιμο, έντονη άσκηση με βάρη, τρέξιμο σε διάδρομο με κλίση, γρήγορο τρέξιμο, aerobics, γρήγορη ποδηλασία, γρήγορη ποδηλασία, γρήγορη άσκηση, γρήγορη κολύμβηση, τένις μονό, αγώνες σε γήπεδο (ποδόσφαιρο, basketball, volleyball, handball): ημέρες την εβδομάδα

2. Τις ημέρες αυτές που κάνετε κάποια **έντονη** σωματική δραστηριότητα **πόση ώρα** αφιερώνετε συνήθως: λεπτά ανά φορά Δεν γνωρίζω/ δεν είμαι βέβαιος

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 3 και 4 σκεφτείτε όλες τις **μέτριες έντασης** σωματικές δραστηριότητες που κάνετε κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**. Μια μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούν μέτρια σωματική προσπάθεια και σας κάνουν να αναπνέετε κάπως δυσκολότερα από ότι συνήθως. Σκεφτείτε μόνο τις **μέτριες έντασης** σωματικές δραστηριότητες που είναι κάποτε και είχαν διάρκεια **μεγαλύτερη από 10 λεπτά κάθε φορά**.

3. Κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**, πόσες ημέρες κάνετε κάποια **μέτριας έντασης** σωματική δραστηριότητα, όπως το να σηκώσετε και να μεταφέρετε ελαφρά μικρά βάρη (μικρότερα από 10 Kg), συνολική καθαριότητα του σπιτιού, ήπιες ρυθμικές ασκήσεις σώματος, ποδηλασία αναψυχής με χαμηλή ταχύτητα, χαλαρή κολύμβηση. (Παρακαλώ **μην** συμπεριλάβετε το περπάτημα): ημέρες την εβδομάδα

4. Τις ημέρες αυτές που κάνετε κάποια **μέτριας έντασης** σωματική δραστηριότητα **πόση ώρα** αφιερώνετε συνήθως: λεπτά ανά φορά Δεν γνωρίζω/ δεν είμαι βέβαιος

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 5 και 6 σκεφτείτε το χρόνο που **περπατήσατε** κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**. Να συμπεριλάβετε το περπάτημα στο χώρο της εργασίας σας, στις μετακινήσεις σας και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση.

5. Κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**, πόσες ημέρες **περπατήσατε** για περισσότερο από 10 λεπτά: ημέρες την εβδομάδα

6. Τις ημέρες αυτές που περπατήσατε για περισσότερο από 10 λεπτά **πόση ώρα** περπατάτε περπατώντας: λεπτά ανά ημέρα Δεν γνωρίζω/ δεν είμαι βέβαιος

7. Πόσο χρόνο περάσατε **καθισμένοι** σε μια συνηθισμένη μέρα κατά τη διάρκεια των **τελευταίων 7 ημερών**; Ο χρόνος αυτός μπορεί να περιλαμβάνει το χρόνο που περνάτε καθισμένοι στο σπίτι, στο γραφείο, όταν επισκέπτεστε φίλους, όταν διαβάσετε, μελετάτε ή βλέπετε τηλεόραση, (αλλά δεν περιλαμβάνει τον ύπνο): ώρες ανά ημέρα Δεν γνωρίζω/ δεν είμαι βέβαιος

Οι προηγούμενες 7 ημέρες είναι αντιπροσωπευτικές για την συνήθη σωματική σας δραστηριότητα: 1. Ναι 0. Όχι

| Δ. Σημειώστε ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ καταναλώσατε τα παρακάτω τρόφιμα τον τελευταίο μήνα: Προσοχή, θα πρέπει να απαντήσετε έχοντας ως μερίδα αναφοράς την ποσότητα που αναγράφεται στις παρενθέσεις. (Συντμήσεις: φ = φορές, γρ. = γραμμάρια, τμχ. = τεμάχιο, φλ. = φλιτζάνι τσαγιού = 240 ml) | | | | | | |
|---|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|
| | Ποτέ/ Σπάνια | 1-3 φ/ μήνα | 1-2 φ/ εβδομ. | 3-6 φ/ εβδομ. | 1 φ/ ημέρα | ≥ 2 φ/ ημέρα |
| Ψωμί άσπρο (1 φέτα 30γρ ή φέτα τοστ) | | | | | | |
| Φρυγανιά άσπρη (2 τμχ) | | | | | | |
| Ψωμί ολικής αλέσεως (1 φέτα 30γρ ή φέτα τοστ) | | | | | | |
| Φρυγανιά ολικής αλέσεως (2 τμχ) | | | | | | |
| Κουλούρι Θεσ/κης, πίτα (σουβλάκι), ψωμάκια μπέργκερ (1 τμχ) | | | | | | |
| Κριτσίνια ή κράκερ(2 λεπτά), παξιμάδια(1 μέτριο), κουλούρια(2 μέτρια) | | | | | | |
| Δημητριακά πρωινού (½ φλ), μπάρες δημητριακών (1 τμχ) | | | | | | |
| Μοσχάρι (μπριζόλα, κομμάτι) (150 γρ) | | | | | | |
| Μπιφτέκι (2 τμχ), κεφτεδάκια (4 τμχ), κιμάς (1 κουτάλα) | | | | | | |
| Κοτόπουλο/γαλοπούλα (όλα τα είδη) (150 γρ) | | | | | | |
| Χοιρινό (μπριζόλα, κομμάτι, σουβλάκι) (150 γρ) | | | | | | |
| Αρνί, κατσίκι, κυνήγι, παϊδάκια (150 γρ) | | | | | | |
| Αλλαντικά (1 φέτα) | | | | | | |
| Λουκάνικα (1 μέτριο), μπέικον (2 φέτες) | | | | | | |
| Αλλαντικά/ κρεατοσκευάσματα άπαχα ή light | | | | | | |
| Ψάρια (150 γρ) | | | | | | |
| Θαλασσινά (χταπόδι, καλαμάρι, γαρίδες) (150 γρ) | | | | | | |
| Φακές, φασόλια, ρεβίθια (1 φλ.) (1 πιάτο = 2 φλ) | | | | | | |
| Φασόλια γίγαντες (1 πιάτο) | | | | | | |
| Ψαρόσουπα (1 πιάτο=250ml) | | | | | | |
| Κρεατόσουπα, κοτόσουπα (1 πιάτο=250ml) | | | | | | |
| Χορτόσουπα, μανιταρόσουπα, (1 πιάτο=250ml) | | | | | | |
| Σούπα ζυμαρικών (πχ. τραχανάς, φιδές) (1 πιάτο=250ml) | | | | | | |
| Σπανακόρυζο/λαχανόρυζο (1 πιάτο), γεμιστά (2 μέτρια) | | | | | | |
| Παστίτσιο, μουσακάς, παπουτσάκια (1 μερίδα = 150 γρ) | | | | | | |
| Αρακάς, φασολάκια, μπάμιες, αγκινάρες (1 πιάτο) | | | | | | |
| Ρύζι, μακαρόνια, κριθαράκι, χυλοπίτες, άλλα ζυμαρικά (1 φλ) | | | | | | |
| Πατάτες βραστές, φούρνου, πουρές (1 μέτρια/ ½ φλ) | | | | | | |
| Πατάτες τηγανιτές (½ μερίδα εστιατορίου) | | | | | | |
| Τομάτα, αγγούρι, καρότο, πιπεριά (1 φλ. ωμά) | | | | | | |
| Μαρούλι, λάχανο, σπανάκι, ρόκα (1 φλ. ωμά) | | | | | | |
| Μπρόκολο, κουνουπίδι, κολοκυθάκια, (½ φλ. βραστά) | | | | | | |
| Χόρτα, πράσο, σέλινο (½ φλ. βραστά) | | | | | | |
| Καρπούζι (½φέτα λεπτή), πεπόνι (1 φέτα λεπτή) | | | | | | |
| Μήλο, αχλάδι (1 μέτριο), πορτοκάλι (1 μέτριο), μανταρίνια (2 μέτρια) | | | | | | |
| Σταφύλι, κεράσια (15 ράγες), φράουλες (1 φλ) | | | | | | |
| Ανανάς, αβοκάντο (2 φέτες), μπανάνα (1 μέτρια) | | | | | | |
| Ροδάκινα(1 μέτριο), βερικοκά(3-4μέτρια), νεκταρίνια(1 μέτριο) | | | | | | |
| Αποξηραμένα φρούτα (¼ φλ.) | | | | | | |
| Ξηροί καρποί, σπόροι (1 φλιτζανάκι καφέ) | | | | | | |
| Γιαούρτι πλήρες ή χαμηλό σε λιπαρά (1 κεσεδάκι) | | | | | | |
| Ανθότυρο, μανούρι, τυρί σε κρέμα (30 γρ) | | | | | | |
| Τυρί φέτα, τυρί κίτρινο (30 γρ) | | | | | | |
| Τυρί άπαχο ή χαμηλό σε λιπαρά (light, κότατζ) (30 γρ) | | | | | | |
| Αυγό (βραστό, τηγανιτό, ομελέτα) (1 τμχ) | | | | | | |
| Πίτες (π.χ. τυρόπιτα, σπανακόπιτα) (1 κομμάτι) | | | | | | |
| Γλυκά ταψιού, πάστες, τάρτα (1 τμχ) | | | | | | |
| Γλυκά κουταλιού (1 μερίδα) | | | | | | |
| Κομπόστα (1 τμχ) | | | | | | |
| Ζελέ (1 τμχ) | | | | | | |
| Παγωτό, μίλκ σέικ, κρέμα, ρυζόγαλο (1 τμχ) | | | | | | |
| Κρουασάν (1), γκοφρέτες (1 μέτρια), κέικ (1 φέτα), μπισκότα (3-4) | | | | | | |
| Σοκολάτα (όλα τα είδη) (1 μέτρια = 60 γρ) | | | | | | |
| Πατατάκια, γαριδάκια, ποπ κορν (1 σακουλάκι =70 γρ) | | | | | | |
| Μέλι, μαρμελάδα, (π.χ. σε ψωμί, καφέ) (1 κουτ. γλυκού) | | | | | | |
| Ελιές (10 μικρές/ 5 μεγάλες) | | | | | | |
| Λάδι (οποιοδήποτε) (1 κουτ.) | | | | | | |
| Σως (πχ.μαγιονέζα, κέτσαπ, μουστάρδα) (1 κουτ.) | | | | | | |
| Ζάχαρη (1 κουτ. γλυκού) | | | | | | |
| Οι σούπες σας (χορτόσουπες, όσπρια) είναι συνήθως: 1. <input type="checkbox"/> Αραιές 2. <input type="checkbox"/> Πηχτές | | | | | | |

| Ε. Πρόσληψη υγρών | |
|--|--|
| Σημειώστε πόσο νερό καταναλώνετε την ημέρα τον τελευταίο μήνα | |
| Α. Χρησιμοποιείτε ποτήρι για να καταναλώσετε το νερό 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι | |
| Αν ναι σημειώστε πόσα ποτήρια νερό καταναλώνετε την ημέρα: 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> αν περισσότερα ποσα..... | |
| Β. Χρησιμοποιείτε μπουκάλι για να καταναλώσετε το νερό 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι | |
| Αν ναι σημειώστε πόσα μικρά μπουκαλάκια νερού των 500ml πίνετε την ημέρα : ½ <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1½ <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2½ <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 3½ <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 4½ <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> αν περισσότερα ποσα..... (υπολογίστε ότι το μεσαίο μπουκάλι νερού είναι 750ml και το μεγάλο μπουκάλι νερού είναι 1500ml) | |

| Σημειώστε πόσο συχνά καταναλώσατε τα παρακάτω ποτά τον τελευταίο μήνα: Προσοχή, θα πρέπει να απαντήσετε έχοντας ως μερίδα αναφοράς την ποσότητα που αναγράφεται στις παρενθέσεις | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|
| | Ποτέ/ Σπανία | 1-2 φ/ εβδομ. | 3-6 φ/ εβδομ. | 1-2 φ/ ημέρα | 3-4φ/ ημέρα | >5φ/ ημέρα |
| Χυμός φρούτων 100% (1 ποτήρι ή ¼ μικρό κουτάκι χυμού) | | | | | | |
| Συσκευασμένος χυμός φρούτων νέκταρ (1 ποτήρι ή ¼ μικρό κουτάκι χυμού) | | | | | | |
| Αναψυκτικά (τύπου κόλα, πορτοκαλάδα, κτλ) (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Light αναψυκτικά (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Ανθρακούχο νερό, σόδα (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Γάλα (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Σοκολατούχο γάλα (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Σοκολάτα ρόφημα (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Τσάι (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Άλλα αφεγήματα (π.χ. χαμομήλι, μέντα) (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Καφές ελληνικός, εσπρέσσο (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Καφές ντεκαφεϊνέ (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Καφές καπουτσίνο, γαλλικός, φρέντο, φραπέ (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Καφές τύπου φραπουτσίνο (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Μίλκ σέικ (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Ισοτονικό ποτό, ενεργειακό ποτό (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Κρασί (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Μπύρα (1 ποτήρι) | | | | | | |
| Αλκοολούχα ποτά με μεγάλη περιεκτικότητα αλκοόλ (πχ. ουίσκι βότκα, τσίπουρο, ούζο) (1 ποτήρι) | | | | | | |

| ΣΤ. Αποβολή υγρών από το σώμα | |
|---|--|
| Η ποσότητα αποβολής ιδρώτα από το σώμα σας σε συνθήκες άσκησης από το 1(ελάχιστα) ως το 10 (πάρα πολύ) αντιστοιχεί: | 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> |
| Η ποσότητα αποβολής ιδρώτα από το σώμα σας σε κανονικές συνθήκες από το 1(ελάχιστα) ως το 10 (πάρα πολύ) αντιστοιχεί: | 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> |
| Η αποβολή ούρων από το σώμα σας γίνεται σε συχνότητα: | 1φ/ημέρα <input type="checkbox"/> 2-4φ/ημέρα <input type="checkbox"/> 5-7φ/ημέρα <input type="checkbox"/> 8-10φ/ημέρα <input type="checkbox"/> περισσότερο <input type="checkbox"/> |
| Η αποβολή κοπράνων από το σώμα σας γίνεται σε συχνότητα: | 1φ/ημέρα <input type="checkbox"/> 5-6φ/εβδομάδα <input type="checkbox"/> 3-4φ/ εβδομάδα <input type="checkbox"/> 1-2φ/ εβδομάδα <input type="checkbox"/> 1φ/10ημέρες <input type="checkbox"/> |

| Ζ. Αξιολόγηση τάσεων | |
|--|---|
| Όταν βρίσκεστε εκτός σπιτιού έχετε μαζί σας νερό: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Όταν είστε σπίτι συνήθως καταναλώνετε νερό απευθείας από μπουκάλι: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Καταναλώνετε εμφιαλωμένο νερό: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Όταν γυμνάζεστε καταναλώνετε νερό: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Αν ναι πόσο νερό καταναλώνετε: | |
| Όταν γυμνάζεστε καταναλώνετε ισοτονικό ή ενεργειακό ποτό | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Αν ναι πόσο ισοτονικό /ενεργειακό ποτό καταναλώνετε: | |
| Πίνετε υγρά χωρίς να διψάσετε: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Πίνετε νερό για ευχαρίστηση: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Όταν διψάτε προτιμάτε να καταναλώσετε άλλα υγρά αντί για νερό: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Τα υγρά σας προκαλούν το αίσθημα του κορεσμού: | 1. <input type="checkbox"/> Ναι 0. <input type="checkbox"/> Όχι |
| Γνωρίζετε πόσα υγρά πρέπει να καταναλώνει ένας άντρας ανά ημέρα: | Αν Ναι σημειώστε πόσο..... |
| Γνωρίζετε πόσα υγρά πρέπει να καταναλώνει μια γυναίκα ανά ημέρα: | Αν Ναι σημειώστε πόσο..... |
| Εσείς πόσο νερό πίνετε την ημέρα συνολικά : | |
| Σας ευχαριστούμε για την συμμετοχή σας | |