

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ:

«Η Επίδραση της Αυξημένης Πρόσληψης Πρωτεϊνών στην Ισορροπία Υγρών και
στις Μεθόδους Αξιολόγησης των Επιπέδων Υδάτωσης»

Καρφοπούλου Ελένη

Τριμελής επιτροπή

Κάβουρας Σταύρος

Συντώσης Λάμπρος

Παναγιωτάκος Δημοσθένης

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Σταύρο Κάβουρα για την καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της εργασίας αυτής, τον Κώστα Μπάρδη για την καθοδήγησή του και τη συνεργασία μας κατά την διεξαγωγή του πειράματος, τον Κώστα Αναστασίου και τον Αντώνη Βλασσόπουλο για τη βοήθειά τους στην ανάλυση των δεδομένων. Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους εθελοντές Κώστα, Θανάση, Αντώνη, Γιάννη, Μάνο και Οδυσσέα για την πολύτιμη συμβολή τους στην μελέτη.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
----------------	---

1. Εισαγωγή

Κατανομή των υγρών στον οργανισμό	5
Υδατική ισορροπία	6
Ρύθμιση της υδατικής ισορροπίας	6
Αφυδάτωση και γνωστική λειτουργία (cognitive function)	7
Αφυδάτωση και φυσική δραστηριότητα	8
Επίδραση της ήπιας αφυδάτωσης στην υγεία	9
Μέθοδοι αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης ...	11
Πρωτεϊνική πρόσληψη και υδάτωση	13

2. Πειραματικό Μέρος

Σκοπός της μελέτης	17
Δείγμα	17
Μεθοδολογία	17
Μετρήσεις/εξοπλισμός	19

3. Αποτελέσματα

20

4. Συζήτηση

26

5. Βιβλιογραφία

29

Παράρτημα Α.

32

Παράρτημα Β.

33

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αφυδάτωση μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αθλητική απόδοση, τις γνωστικές λειτουργίες και την υγεία γενικότερα, συμβάλλοντας στην εξέλιξη διαφόρων χρόνιων νόσων. Η αυξημένη πρόσληψη διαιτητικής πρωτεΐνης σχετίζεται γραμμικά με την παραγωγή και την απέκκριση ουρίας στα ούρα μέσω των νεφρών. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει την επίδραση της διαιτητικής πρωτεΐνης στην ισορροπία υγρών, αξιολογώντας δείκτες υδάτωσης σε τρία διαφορετικά επίπεδα πρόσληψης πρωτεΐνης: χαμηλό, ενδιάμεσο και υψηλό. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 6 νεαροί υγιείς άνδρες. Οι εθελοντές ακολούθησαν για 3 ημέρες δίαιτα ενδιάμεση σε πρωτεΐνη (1.32 ± 0.60 g/kg ΣΒ), για 3 ημέρες δίαιτα χαμηλή σε πρωτεΐνη (0.84 ± 0.10 g/kg ΣΒ) και για 1 ημέρα δίαιτα υψηλή σε πρωτεΐνη (2.39 ± 0.25 g/kg ΣΒ), η οποία επιτεύχθηκε με πρόσληψη συμπληρώματος πρωτεΐνης. Η πρόσληψη υγρών ήταν ελεύθερη καθ'όλη τη διάρκεια του πειραματικού πρωτοκόλλου. Για την αξιολόγηση της κατάστασης υδάτωσης μετρήθηκαν το σωματικό βάρος, το ειδικό βάρος των ούρων (USG), το χρώμα των ούρων, οι συγκεντρώσεις νατρίου και καλίου ούρων και οι συγκεντρώσεις νατρίου και καλίου ορού. Οι τιμές του USG και των συγκεντρώσεων ηλεκτρολυτών δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών επιπέδων πρόσληψης πρωτεΐνης. Οι τιμές του χρώματος ούρων διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ χαμηλής και υψηλής πρωτεϊνικής πρόσληψης (5.8 ± 1.2 vs. 4.3 ± 1.4 , $p=0.02$). Οι τιμές του σωματικού βάρους διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ της ενδιάμεσης πρόσληψης πρωτεΐνης και των άλλων δύο μετρήσεων, αλλά παρέμειναν σταθερές κατά τη μετάβαση από τη δίαιτα χαμηλής πρωτεΐνης στη δίαιτα υψηλής πρωτεΐνης. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά, η αυξημένη διαιτητική πρόσληψη πρωτεϊνών, όταν η πρόσληψη υγρών είναι ελεύθερη, δεν φαίνεται να ασκεί αρνητική επίδραση στην κατάσταση υδάτωσης.

1. Εισαγωγή

Κατανομή των υγρών στον οργανισμό

Το νερό είναι το πιο άφθονο συστατικό του ανθρώπινου σώματος, καθώς συνιστά κατά μέσο όρο το 60% του σωματικού βάρους, με εύρος από 45 έως 75% [7]. Το νερό χρησιμεύει ως διαλύτης για τις βιοχημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στον οργανισμό, αποτελεί το μέσο μεταφοράς των διαφόρων ουσιών και διατηρεί τον απαραίτητο όγκο αίματος. Το ολικό νερό του σώματος (TBW, total body water) κατανέμεται στο ενδοκυττάριο υγρό (ICF, intracellular fluid) και το εξωκυττάριο υγρό (ECF, extracellular fluid), το οποίο αποτελείται από το μεσοκυττάριο υγρό και το πλάσμα. Στο ενδοκυττάριο υγρό περιέχεται το 65% του TBW, ενώ στο εξωκυττάριο υγρό το 35% του TBW [8].

Η μεταβλητότητα της ποσότητας του ολικού νερού σώματος μεταξύ των ατόμων οφείλεται κυρίως στις διαφορές στη σύσταση σώματος. Στους ενήλικες, η ελεύθερη λίπους μάζα του σώματος αποτελείται κατά 70-75% από νερό, ενώ ο λιπώδης ιστός περιέχει 10-40% νερό [9]. Συνεπώς, οι γυναίκες σε σχέση με τους άντρες, και τα ηλικιωμένα άτομα σε σχέση με τα νεαρά, έχουν χαμηλότερο ολικό νερό σώματος, κυρίως επειδή έχουν υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους. Οι αθλητές έχουν σχετικά υψηλό TBW, καθώς έχουν περισσότερη ελεύθερη λίπους μάζα, λιγότερο σωματικό λίπος και αυξημένα επίπεδα μυϊκού γλυκογόνου, τα οποία αυξάνουν το υδατικό περιεχόμενο του ελεύθερου λίπους ιστού λόγω της ωσμωτικής πίεσης που ασκούν τα μόρια του γλυκογόνου μέσα στο μυϊκό κύτταρο [10].

Μεταξύ του εξωκυτταρίου και ενδοκυτταρίου υγρού επιτυγχάνεται δυναμική ισορροπία, η οποία ρυθμίζεται από την ωσμωτική κλίση. Το νερό διαπερνάει τις μεμβράνες και κινείται από περιοχές με χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών προς περιοχές με υψηλή συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών, λόγω της ώσμωσης, η οποία τείνει να εξισορροπήσει τις συγκεντρώσεις εκατέρωθεν μιας ημιπερατής μεμβράνης. Οι κυτταρικές μεμβράνες είναι διαπερατές από το νερό, αλλά μόνο επιλεκτικά διαπερατές για τις διαλυμένες ουσίες. Έτσι, το νερό κατανέμεται εκατέρωθεν των μεμβρανών για να εξισορροπήσει τις συγκεντρώσεις του ενδοκυτταρίου και εξωκυτταρίου υγρού.

Η ανταλλαγή νερού μεταξύ του πλάσματος (ενδοαγγειακό υγρό) και του μεσοκυτταρίου υγρού λαμβάνει χώρα στα τριχοειδή αγγεία. Οι δυνάμεις που καθορίζουν εάν θα προκύψει διήθηση, δηλαδή μετακίνηση νερού από τον ενδοαγγειακό χώρο προς τον μεσοκυττάριο, ή απορρόφηση, δηλαδή μετακίνηση νερού από τον μεσοκυττάριο χώρο στον ενδοαγγειακό, είναι η υδροστατική πίεση και η κολλοειδωσμωτική πίεση. Κολλοειδωσμωτική πίεση ονομάζεται η ωσμωτική πίεση που οφείλεται στη συγκέντρωση πρωτεϊνών του ορού. Γενικά, διήθηση

προκύπτει στο αρτηριακό άκρο του τριχοειδούς και απορρόφηση στο φλεβικό άκρο του τριχοειδούς. Η ανταλλαγή υγρών στα τριχοειδή περιγράφεται από την εξίσωση του Starling: $J_v = K_f ([P_c - P_i] - \sigma[\pi_c - \pi_i])$, όπου J_v είναι η καθαρή μετακίνηση υγρών μεταξύ των διαμερισμάτων. Θετική τιμή J_v σημαίνει διήθηση και αρνητική τιμή J_v σημαίνει απορρόφηση. P_c συμβολίζεται η υδροστατική πίεση στο εσωτερικό του τριχοειδούς, P_i η υδροστατική πίεση του μεσοκυττάριου χώρου, π_c η κολλοειδωσμοτική πίεση στο εσωτερικό του τριχοειδούς και π_i η κολλοειδωσμοτική πίεση του μεσοκυττάριου χώρου. Ο συντελεστής K_f αναφέρεται στη διαπερατότητα του αγγείου ως προς το νερό, ενώ ο συντελεστής σ στη διαπερατότητα του αγγείου ως προς τις πρωτεΐνες.

Υδατική ισορροπία

Η υδατική ισορροπία εξαρτάται από τη διαφορά της πρόσληψης νερού, από ποτά και τρόφιμα, καθώς και της μεταβολικής παραγωγής νερού, από την απώλεια νερού. Απώλεια νερού από το σώμα προκύπτει από τους πνεύμονες, το δέρμα, τους νεφρούς και το γαστρεντερικό σωλήνα.

Ρύθμιση της υδατικής ισορροπίας

Η υδατική ισορροπία ρυθμίζεται σε επίπεδο $\pm 0,2\%$ του σωματικού βάρους, για περίοδο 24 ωρών, σε υγιείς ενήλικες σε ηρεμία [11]. Υπεύθυνοι για τη ρύθμιση του όγκου του εξωκυττάριου υγρού είναι οι νεφροί [12]. Η μέγιστη συγκέντρωση ούρων που μπορούν να επιτύχουν οι νεφροί είναι περίπου 1.200 mOsmol/kg νερού. Συνεπώς, η ελάχιστη ποσότητα νερού που θα αποβληθεί ως ούρα εξαρτάται από την ποσότητα των τελικών προϊόντων (π.χ. κρεατινίνη, ουρία) που πρέπει να αποβληθούν από το σώμα. Σε μια τυπική δυτικού τύπου δίαιτα, περίπου 650 mOsmol την ημέρα ηλεκτρολυτών και άλλων διαλυμένων ουσιών πρέπει να αποβληθούν για να διατηρηθεί η ηλεκτρολυτική ισορροπία. Για να γίνει αυτό, ο ελάχιστος όγκος ούρων, μέγιστης συγκέντρωσης, που πρέπει να αποβληθεί είναι περίπου 500 mL [17]. Αυτός ο όγκος ούρων είναι γνωστός ως αναπόφευκτη απώλεια ύδατος. Η απώλεια αυτού του ελάχιστου όγκου ούρων (μπορεί να είναι και χαμηλότερος εάν δεν προσλαμβάνεται τροφή) συμβάλλει στην ανάπτυξη αφυδάτωσης όταν ένα άτομο δεν έχει πρόσβαση σε νερό [27].

Κατά μέσο όρο, η ημερήσια αποβολή ούρων είναι περίπου 1 με 2L, αλλά μπορεί να φτάσει και τα 20L, όταν καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες υγρών [16]. Στα ηλικιωμένα άτομα, η συμπτωτική ικανότητα των νεφρών εξασθενεί, με αποτέλεσμα χαμηλότερη μέγιστη συγκέντρωση και άρα υψηλότερο ελάχιστο όγκο ούρων την ημέρα [13].

Η ωσμωτικότητα του πλάσματος αποτελεί δείκτη των επιπέδων υδάτωσης του οργανισμού. Ελέγχεται από ομοιοστατικούς μηχανισμούς και είναι το κύριο σήμα που χρησιμοποιεί ο οργανισμός για τη ρύθμιση της υδατικής ισορροπίας, μέσω του υποθαλάμου και της έκκρισης της αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH, anti-diuretic hormone) από την οπίσθια υπόφυση, με αποτέλεσμα μεταβολές στην αποβολή ούρων και την κατανάλωση υγρών [12, 15]. Η ωσμωτικότητα του πλάσματος ρυθμίζεται στα 280-290 mOsmol/kg (πιο υψηλή στους ηλικιωμένους). Εάν προκύψει απώλεια υγρών που ξεπερνάει την απώλεια διαλυμένων ουσιών, τότε η ωσμωτικότητα του πλάσματος και του μεσοκυττάριου υγρού αυξάνεται. Η αυξημένη ωσμωτικότητα του εξωκυττάριου υγρού στον υποθάλαμο προκαλεί απώλεια ενδοκυττάριου υγρού από τους νευρώνες-ωσμωϋποδοχείς, η οποία πυροδοτεί την απελευθέρωση ADH από την οπίσθια υπόφυση. Η ADH δρα στους νεφρούς αυξάνοντας την επαναρρόφιση νερού στα νεφρικά σωληνάκια, και συγκεκριμένα στους αθροιστικούς πόρους, μέσω αύξησης των μεταφορέων νερού (υδατοπορινών), με αποτέλεσμα τη μείωση της αποβολής νερού στα ούρα.

Όταν οι απώλειες νερού είναι ανάλογες με τις απώλειες διαλυμένων ουσιών, όπως σε περίπτωση διάρροιας ή εμετού, η ωσμωτικότητα του πλάσματος δεν μεταβάλλεται και το σήμα για αύξηση της έκκρισης ADH δίνεται μέσω τασεοαισθητήρων του καρδιαγγειακού συστήματος. Το τασεοαισθητηριακό αντανakλαστικό της ADH έχει σχετικά υψηλό «ουδό» διέγερσης, οπότε συνήθως σημαντικότερο ρόλο παίζει το ωσμωαισθητηριακό αντανakλαστικό που περιγράφηκε παραπάνω [27]. Η μείωση του όγκου του πλάσματος ενεργοποιεί επίσης το σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης, με αποτέλεσμα την αυξημένη κατακράτηση νατρίου από τους νεφρούς, η οποία θα οδηγήσει σε αύξηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος και άρα αύξηση της έκκρισης ADH [14]. Ο μηχανισμός αυτός φαίνεται να είναι λιγότερο ευαίσθητος στους ηλικιωμένους [13].

Αφυδάτωση και γνωστική λειτουργία (cognitive function)

Οι Ritz και Berrut σε ανασκόπησή τους [1] εξέτασαν 7 μελέτες με αντικείμενο την επίδραση της αφυδάτωσης στη γνωστική λειτουργία. Στις μελέτες αυτές η αφυδάτωση επιτεύχθηκε με περιορισμό της κατανάλωσης υγρών, έκθεση σε θερμό περιβάλλον, άσκηση ή συνδυασμούς των παραπάνω. Οι εθελοντές ήταν κυρίως υγιείς νεαροί άνδρες. Σε επίπεδα αφυδάτωσης $\geq 2\%$ του αρχικού σωματικού βάρους παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στην ετοιμότητα και το χρόνο αντίδρασης, την ικανότητα συγκέντρωσης και προσοχής, τη βραχυχρόνια μνήμη (η μακροχρόνια μνήμη δεν επηρεάστηκε), την αριθμητική ικανότητα και την ικανότητα συντονισμού. Επίσης οι εθελοντές ανέφεραν πονοκεφάλους και αίσθημα

κούρασης. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στα αποτελέσματα στην γνωστική λειτουργία μεταξύ των μεθόδων αφυδάτωσης που χρησιμοποιήθηκαν.

Αφυδάτωση και φυσική δραστηριότητα

Τα αποτελέσματα της αφυδάτωσης στην επίδοση σε άσκηση αντοχής εξετάστηκαν σε ανασκόπηση των Cheuvront et al. [2]. Η ανασκόπηση περιλαμβάνει 13 μελέτες άσκησης αντοχής, σύμφωνα με τις οποίες η αφυδάτωση φαίνεται να επηρεάζει το καρδιαγγειακό και το κεντρικό νευρικό σύστημα, καθώς και θερμορυθμιστικές και μεταβολικές λειτουργίες. Σε αφυδάτωση $\geq 2\%$ του σωματικού βάρους, η επιρροή στις λειτουργίες αυτές υποβαθμίζει την επίδοση σε άσκηση αντοχής. Η πτώση στην επίδοση είναι εντονότερη όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μελετών [3] που εξέτασαν την επίδραση της αφυδάτωσης στην αερόβια άσκηση, η μέγιστη αερόβια ικανότητα (L/min) μειώθηκε όταν η απώλεια νερού έφτασε το 3% του σωματικού βάρους σε ήπια θερμοκρασία περιβάλλοντος και το 2% σε θερμό περιβάλλον, ενώ η ικανότητα παραγωγής έργου (ποσότητα άσκησης που ολοκληρώθηκε υπό συγκεκριμένες συνθήκες) μειώθηκε σε όλα τα επίπεδα αφυδάτωσης που μελετήθηκαν, με εντονότερη μείωση σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

Τέλος, μελέτες [3] έδειξαν ότι η αφυδάτωση μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την επίδοση σε αναερόβια άσκηση, αλλά δεν φαίνεται να επηρεάζει τη μυϊκή δύναμη.

Συνοπτικά, φαίνεται ότι η αφυδάτωση επηρεάζει αρνητικά την επίδοση στην άσκηση, με κατώφλι την απώλεια περίπου 2% του σωματικού βάρους και με πιο έντονα αποτελέσματα σε θερμό περιβάλλον.

Η μείωση της αθλητικής απόδοσης οφείλεται στην επίδραση της αφυδάτωσης στο καρδιαγγειακό σύστημα και στον ομοιοστατικό μηχανισμό της θερμορύθμισης. Όσον αφορά το καρδιαγγειακό σύστημα, η μείωση του όγκου του πλάσματος προκαλεί μείωση του όγκου παλμού με αποτέλεσμα την αύξηση του καρδιακού ρυθμού, προκειμένου να διατηρηθεί η καρδιακή παροχή [4]. Η αύξηση του καρδιακού ρυθμού είναι ανάλογη της απώλειας ύδατος. Όσον αφορά τη θερμορύθμιση, η απώλεια νερού προκαλεί μείωση της εφίδρωσης, σε προσπάθεια εξοικονόμησης νερού, με αποτέλεσμα αδυναμία ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος. Η αφυδάτωση αυξάνει τη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος κατά την άσκηση, σε ήπιες και υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, λόγω μείωσης της αποβολής θερμότητας προς το περιβάλλον μέσω εξάτμισης του ιδρώτα [5].

Οι αρνητικές επιδράσεις της υπο-υδάτωσης οδήγησαν στην ιδέα ότι η υπερ-υδάτωση μπορεί να έχει θετική επίδραση στην αθλητική επίδοση. Οι μελέτες που εξέτασαν την υπόθεση

αυτή όμως, έδωσαν αντικρουόμενα αποτελέσματα και συνεπώς δεν μπορεί να υποστηριχθεί με βεβαιότητα κάποια θετική επίδραση της υπερ-υδάτωσης, σε σχέση με τα φυσιολογικά επίπεδα υδάτωσης, στη θερμορύθμιση και την αθλητική επίδοση [5].

Επίδραση της ήπιας αφυδάτωσης στην υγεία

Η ήπια αφυδάτωση μπορεί να συμβάλλει στην εξέλιξη διαφόρων χρόνιων νόσων [25]. Η διατήρηση καλής κατάστασης υδάτωσης φαίνεται να έχει θετική επίδραση στη νεφρολιθίαση, τη δυσκοιλιότητα, το άσθμα λόγω άσκησης, την υπέρτονη αφυδάτωση στα βρέφη, την υπεργλυκαιμία στη διαβητική κετοξέωση, τις λοιμώξεις της ουροποιητικής οδού, την υπέρταση και τη στεφανιαία νόσο. Πιο συγκεκριμένα για τη νεφρολιθίαση, η επαρκής πρόσληψη υγρών είναι ένα από τα σημαντικότερα προληπτικά μέτρα ενάντια στην επανεμφάνιση λίθων. Όσον αφορά τη δυσκοιλιότητα, η αύξηση στην πρόσληψη υγρών έχει θετική επίδραση σε άτομα που είναι αφυδατωμένα, ενώ δεν επηρεάζει άτομα που βρίσκονται ήδη σε καλά επίπεδα υδάτωσης. Φαίνεται δηλαδή ότι ο περιορισμός των υγρών ή οι απώλειες υγρών μπορούν να επιτείνουν τα συμπτώματα της δυσκοιλιότητας. Συνεπώς, η διατήρηση καλής κατάστασης υδάτωσης είναι σημαντική για την πρόληψη της δυσκοιλιότητας [26].

Στην προοπτική μελέτη “The Adventist Health Study” εξετάσθηκε, μεταξύ άλλων, η συσχέτιση της υδάτωσης, και συγκεκριμένα της πρόσληψης νερού σε ποτήρια/ημέρα και της πρόσληψης άλλων υγρών εκτός από νερό, με την εμφάνιση θανατηφόρων επεισοδίων στεφανιαίας νόσου [30]. Η υψηλή πρόσληψη νερού συσχετίστηκε με μειωμένο κίνδυνο θανατηφόρου επεισοδίου στεφανιαίας νόσου. Αντίθετα, παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση στεφανιαίας νόσου και κατανάλωσης άλλων ροφημάτων. Οι ερευνητές αποδίδουν τα αποτελέσματα αυτά στην επίδραση της αφυδάτωσης στο ιξώδες του αίματος και του πλάσματος, τον αιματοκρίτη και τη συγκέντρωση φιμπρινογόνου, ανεξάρτητους παράγοντες κινδύνου της στεφανιαίας νόσου. Υψηλές τιμές των αιματορεολογικών αυτών παραμέτρων μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα της χρόνιας υπο-υδάτωσης, αλλά και λόγω οξέων μεταβολών της κατάστασης υδάτωσης (κιρκάδιοι ρυθμοί, άσκηση, διουρητικά φάρμακα). Οι ερευνητές σημειώνουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα, σε διαφορετικούς πληθυσμούς (τα αποτελέσματα αυτά αφορούν τον πληθυσμό των Χιλιαστών της California) και με πειραματικό σχεδιασμό, ώστε να εξακριβωθεί εάν η συσχέτιση της χαμηλής πρόσληψης νερού με τη στεφανιαία νόσο είναι αιτιολογική.

Πολλές μελέτες ασχολήθηκαν με τη σχέση πρόσληψης υγρών και καρκίνου, ιδιαίτερα των καρκίνων της ουροδόχου κύστης και του παχέος εντέρου, τα αποτελέσματά τους όμως ήταν αντιφατικά και προς το παρόν δεν προκύπτει σαφές συμπέρασμα [31]. Θεωρητικά, χαμηλή

πρόσληψη υγρών έχει ως αποτέλεσμα υψηλή συγκέντρωση καρκινογόνων ουσιών στα ούρα και αυξημένο χρόνο επαφής του επιθηλίου της ουροποιητικής οδού με τις ουσίες αυτές, λόγω λιγότερο συχνής διούρησης. Με παρόμοια λογική, η επαρκής πρόσληψη υγρών δεν επιτρέπει την παράταση του χρόνου διέλευσης του περιεχομένου του παχέος εντέρου και άρα την παρατεταμένη επαφή του βλεννογόνου με καρκινογόνες ουσίες. Η επίδραση των διαφόρων ειδών ροφημάτων και ποικίλων συγγυτικών παραγόντων στους παραπάνω μηχανισμούς δεν έχει ακόμη εξακριβωθεί.

[32] Πολλοί νεφρολόγοι συνιστούν υψηλή πρόσληψη υγρών για την πρόληψη των λοιμώξεων της ουροποιητικής οδού, βασιζόμενοι κυρίως σε εμπειρικά δεδομένα και την προσωπική τους εμπειρία. Η απομάκρυνση των βακτηρίων από την ουροποιητική οδό εξαρτάται μερικώς από την ροή των ούρων και τη συχνότητα της διούρησης. Φαίνεται λοιπόν λογικό να επηρεάζει η πρόσληψη υγρών τον κίνδυνο για λοιμώξεις της ουροποιητικής οδού. Τα πειραματικά και κλινικά δεδομένα στο θέμα αυτό όμως είναι προς το παρόν αντιφατικά. Οι περισσότερες μελέτες αξιολογούν την πρόσληψη υγρών με ερωτηματολόγια, τα οποία, σε σχέση με την καταγραφή σε ημερολόγιο, φαίνεται να υποεκτιμούν την ποσότητα υγρών που καταναλώνεται ημερησίως [33]. Επίσης, σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει και η συχνότητα της διούρησης, ανεξάρτητα από την πρόσληψη υγρών, ιδιαίτερα στις γυναίκες. Χρειάζονται ελεγχόμενες κλινικές δοκιμές για να απαντήσουν με βεβαιότητα στο ερώτημα εάν η ήπια αφυδάτωση έχει επιβλαβή επίδραση και η αυξημένη πρόσληψη υγρών προστατευτική επίδραση στην προσπάθεια πρόληψης των λοιμώξεων της ουροποιητικής οδού.

Οι Math et al. [34] εξέτασαν τη σχέση χολολιθίασης και πρόσληψης νερού. Παρατήρησαν χαμηλή πρόσληψη νερού σε ασθενείς με χολολιθίαση, χωρίς όμως να συγκρίνουν με κάποια ομάδα ελέγχου. Στη συνέχεια εξέτασαν την άμεση επίδραση της πόσης νερού στη χοληδόχο κύστη. Η χοληδόχος κύστη άδειαζε τη χολή στον κοινό χοληφόρο πόρο 10-20 λεπτά μετά την πόση 500 mL νερού, σε 5 ασθενείς χωρίς χολόλιθους και 30 λεπτά μετά σε 1 ασθενή με χολόλιθους. Η στάση της χολής στη χοληδόχο κύστη κατά τη διάρκεια της νηστείας είναι ένας από τους παράγοντες που προωθούν το σχηματισμό χολόλιθων. Η πόση νερού προκαλεί σύσπαση της χοληδόχου κύστεως και έκκριση χολής στο λεπτό έντερο. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι υψηλή πρόσληψη νερού και σε τακτά χρονικά διαστήματα προωθεί το άδειασμα της χολής από την χοληδόχο κύστη και άρα εμποδίζει τη συμπύκνωση της χολής και το σχηματισμό λίθων. Τα δεδομένα της μελέτης αυτής όμως δεν είναι αρκετά για να υποστηριχτεί με βεβαιότητα ο προστατευτικός ρόλος της πρόσληψης νερού έναντι της χολολιθίασης, καθώς μελετήθηκε μικρό δείγμα ασθενών (μόνο 1 ασθενής με λίθους), δεν υπήρχε ομάδα ελέγχου και δεν εξετάστηκαν πιθανοί συγγυτικοί παράγοντες.

Μέθοδοι αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης

Αραιωτικού τύπου τεχνικές (dilution techniques) [18]: Με τις τεχνικές αυτές μπορεί να υπολογιστεί ο όγκος του TBW, καθώς και των ECF και ICF. Μια ουσία δείκτης χορηγείται στο άτομο, από το στόμα ή ενδοφλεβίως, και στη συνέχεια μετράται η συγκέντρωσή της. Γνωρίζοντας την ποσότητα της ουσίας που χορηγήθηκε μπορεί να υπολογιστεί ο όγκος υγρού στον οποίο έχει διαλυθεί η ουσία. Θα πρέπει να μεσολαβήσουν περίπου 3 με 4 ώρες μεταξύ χορήγησης και δειγματοληψίας, ώστε να εξασφαλιστεί η κατανομή του δείκτη σε όλα τα διαμερίσματα υγρών. Οι αραιωτικού τύπου τεχνικές θεωρούνται μέθοδος αναφοράς για την μέτρηση του όγκου των διαμερισμάτων υγρών του οργανισμού. Για τη μέτρηση του TBW χρησιμοποιούνται σταθερά (μη ραδιενεργά) ισότοπα του υδρογόνου ή του οξυγόνου. Για τη μέτρηση του ECV χρησιμοποιούνται ισότοπα νατρίου ή χλωρίου και πιο πρόσφατα βρωμιούχα άλατα. Το ICF υπολογίζεται ως η διαφορά του ECF από το TBW.

Για να μετρηθεί ο όγκος του αίματος, μικρή ποσότητα ραδιενεργού δείκτη ενσωματώνεται σε ερυθροκύτταρα (^{51}Cr) ή κάποιο άλλο συστατικό του πλάσματος (π.χ. αλβουμίνη, ^{125}I), σε αρχικό δείγμα αίματος, το οποίο στη συνέχεια χορηγείται ενδοφλεβίως. Μετά το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να επέλθει ισορροπία, η ραδιενέργεια μετράται σε νέο δείγμα αίματος και υπολογίζεται ο όγκος του αίματος.

Βιοηλεκτρική εμπέδηση (BIA, bioelectrical impedance analysis) [18]: Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της σύστασης σώματος, συμπεριλαμβανομένου του νερού (TBW). Στηρίζεται στην ιδιότητα των ιστών του σώματος και του νερού να αντιστέκονται στη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Η αξιοπιστία της μεθόδου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, η θερμοκρασία του δέρματος, η θέση του σώματος, η πρόσφατη πρόσληψη υγρών, η άσκηση και άλλοι.

Αλλαγές του σωματικού βάρους [6]: Οι αλλαγές στο σωματικό βάρος χρησιμοποιούνται ευρέως για την αξιολόγηση της κατάστασης υδάτωσης, ιδιαίτερα όταν εξετάζονται οξείες μεταβολές σε μικρό χρονικό διάστημα, οι οποίες προκύπτουν συνήθως με έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, με ή χωρίς άσκηση. Για μεταβολές που αφορούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, παράγοντες όπως η κατανάλωση τροφίμων και ποτών ή η κινητικότητα του εντέρου μπορεί να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της μεθόδου, ενώ απαραίτητη είναι και η γνώση του αρχικού βάρους.

Αιματολογικοί δείκτες: Οι αλλαγές του αιματοκρίτη και της συγκέντρωσης αιμοσφαιρίνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των αλλαγών του όγκου του πλάσματος. Η αιμοσφαιρίνη δεν εξέρχεται από τα αγγεία, συνεπώς αλλαγές στη συγκέντρωσή της αντανακλούν αλλαγές του όγκου του πλάσματος. Η σχέση του αιματοκρίτη με τον όγκο του

πλάσματος δεν είναι γραμμική, καθώς αλλαγές της ωσμωτικότητας του πλάσματος μεταβάλλουν τον όγκο των ερυθρών αιμοσφαιρίων και άρα τον αιματοκρίτη. Απαραίτητη προϋπόθεση της μεθόδου είναι η αξιόπιστη μέτρηση των αρχικών τιμών αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης [6, 18].

Η ωσμωτικότητα του πλάσματος (plasma osmolality) χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση της κατάστασης υδάτωσης, καθώς αυξάνεται κατά την αφυδάτωση και αποτελεί σήμα για τη ρύθμιση της υδατικής ισορροπίας του οργανισμού μέσω ομοιοστατικών μηχανισμών. Για παράδειγμα, αύξηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος κατά 1% πυροδοτεί αύξηση στην έκκριση ADH (μείωση αποβολής νερού) και ξεκινάει το αίσθημα της δίψας (αύξηση πρόσληψης νερού). Η μέτρηση πρέπει να πραγματοποιηθεί αμέσως μόλις το δείγμα αίματος συλλεχθεί και φυγοκεντρηθεί, γιατί αυξημένος χρόνος παραμονής του δείγματος επιτρέπει μεταβολές της ωσμωτικότητας [18].

Το άζωτο ουρίας αίματος (BUN, blood urea nitrogen) [3] είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται κυρίως για την αξιολόγηση της νεφρικής λειτουργίας, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δείκτης αφυδάτωσης σε κλινικό περιβάλλον. Υψηλή τιμή BUN (φυσιολογικό εύρος τιμών 8-25 mg/dL) και κατά τα άλλα φυσιολογική νεφρική λειτουργία αποτελεί ένδειξη υπο-ογκαιμίας (μείωση του όγκου του αίματος). Για να αξιολογηθεί η κατάσταση υδάτωσης μέσω του BUN θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι βιοχημικοί δείκτες, καθώς η τιμή του συσχετίζεται άμεσα με τη διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης και τη νεφρική λειτουργία.

Δείκτες ούρων: Όταν η νεφρική λειτουργία είναι φυσιολογική, αποβάλλονται λίγα και πυκνά ούρα κατά την αφυδάτωση, με σκοπό την εξοικονόμηση νερού, ενώ άφθονα και αραιά ούρα αποβάλλονται όταν παρατηρείται προσωρινή περίσσεια νερού. Η αφυδάτωση προκαλεί αύξηση στην ωσμωτικότητα του πλάσματος και αύξηση της έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης από την οπίσθια υπόφυση. Η ADH δρα στους νεφρούς με αποτέλεσμα μείωση του όγκου των ούρων και αύξηση της ωσμωτικότητας των ούρων (urine osmolality) και του ειδικού βάρους των ούρων (USG, urine specific gravity). Συνεπώς, η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος των ούρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες υδάτωσης, σχετικά εύκολα υπολογίσιμοι [6]. Η ωσμωτικότητα των ούρων αποτελεί μέτρο της συνολικής συγκέντρωσης των ούρων σε διαλυμένες ουσίες/σωματίδια. Το USG αναφέρεται στην πυκνότητα (μάζα προς όγκο) ενός δείγματος σε σχέση με το καθαρό νερό. Κάθε υγρό πυκνότερο από το νερό έχει ειδικό βάρος μεγαλύτερο από 1,000. Σε υγιείς ενήλικες το USG κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 1,013 και 1,029. Σε αφυδάτωση παρουσιάζονται τιμές μεγαλύτερες του 1,030, ενώ τιμές από 1,001 έως 1,012 υποδηλώνουν περίσσεια νερού. Ο όγκος των ούρων 24ώρου, σε σύγκριση με φυσιολογικά άτομα της ίδιας ηλικιακής ομάδας, ίδιου φύλου και παρόμοιου σωματικού βάρους, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της υδάτωσης [18].

Οι Armstrong et al. [19] μελέτησαν τη χρησιμότητα του χρώματος των ούρων ως δείκτη υδάτωσης, προτείνοντας μια χρωματική κλίμακα 8 επιπέδων. Σύμφωνα με τα συμπεράσματά τους, το χρώμα των ούρων συσχετιζόταν ισχυρά με την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος των ούρων και άρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της κατάστασης υδάτωσης σε περιπτώσεις που δεν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια.

Σε περιπτώσεις κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων νερού ή υποτονικών υγρών σε σύντομο χρονικό διάστημα (π.χ. 1,5L/ώρα), προκαλείται ταχεία αραίωση του αίματος και οι νεφροί παράγουν αραιά ούρα, ακόμη και σε κατάσταση αφυδάτωσης, οπότε οι δείκτες ούρων απεικονίζουν την πρόσληψη υγρών και όχι την κατάσταση υδάτωσης [18].

Οι Popowski et al. [28] μελέτησαν τη συμπεριφορά της ωσμωτικότητας του πλάσματος, της ωσμωτικότητας των ούρων και του ειδικού βάρους των ούρων κατά τη διάρκεια προοδευτικής οξείας αφυδάτωσης και της ακόλουθης επανενυδάτωσης. Σύμφωνα με τα ευρήματά τους, η ωσμωτικότητα του πλάσματος είναι περισσότερο ευαίσθητη σε οξείες αλλαγές της κατάστασης υδάτωσης από τους δείκτες ούρων, τόσο κατά την αφυδάτωση όσο και κατά την επανενυδάτωση, ενώ η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος των ούρων ανταποκρίνονται στις οξείες αλλαγές της κατάστασης υδάτωσης με χρονική καθυστέρηση πίσω από την ωσμωτικότητα του πλάσματος. Αντιθέτως, όταν η αφυδάτωση δεν είναι οξεία (υπο-υδάτωση), οι δείκτες ούρων είναι περισσότερο ευαίσθητοι από τους αιματολογικούς δείκτες, καθώς ο όγκος αίματος «προστατεύεται» μέχρι η απώλεια νερού να φτάσει το 3% του σωματικού βάρους, σύμφωνα με μελέτη των Francesconi et al. [29].

Αρτηριακή πίεση και καρδιακός παλμός [6]: Η αφυδάτωση αυξάνει τον καρδιακό παλμό, σε ηρεμία ή κατά τη διάρκεια άσκησης υπομέγιστης έντασης, και επιτείνει την ορθοστατική υπόταση. Οι αλλαγές στην πίεση του αίματος και τον καρδιακό παλμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν επικουρικά σε άλλες μεθόδους για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης.

Αντιλαμβανόμενο αίσθημα δίψας [18]: Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει τεχνολογικός εξοπλισμός και μία προσέγγιση της κατάστασης υδάτωσης είναι αρκετή, το αίσθημα της δίψας μπορεί να χρησιμεύσει ως δείκτης υδάτωσης.

Πρωτεϊνική πρόσληψη και υδάτωση

Η ουρία, τελικό προϊόν του μεταβολισμού των αμινοξέων, χρειάζεται νερό για να αποβληθεί από τους νεφρούς. Αυξημένη πρόσληψη διαιτητικής πρωτεΐνης σχετίζεται γραμμικά με την παραγωγή και την απέκκριση ουρίας [21]. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα εάν και κατά πόσο η ποσότητα πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται από τη διαίτα επηρεάζει τον όγκο των ούρων που αποβάλλονται ή/και την πρόσληψη νερού.

Το θέμα αυτό διαπραγματεύτηκε μελέτη των Luft et al. το 1983 [20]. Οι ερευνητές, για να ελέγξουν την υπόθεση ότι η πρόσληψη νερού και ο όγκος των ούρων σχετίζονται με την διαιτητική πρόσληψη νατρίου ή πρωτεΐνης, μελέτησαν φυσιολογικούς άνδρες σε τρία επίπεδα πρόσληψης νατρίου και δύο επίπεδα πρόσληψης πρωτεΐνης. Οι εθελοντές ήταν υγιείς άνδρες, ηλικίας 19-32 ετών. Η φυσική δραστηριότητα των εθελοντών ποίκιλε από καθιστική έως πολύ αθλητική. Τους ζητήθηκε να διατηρήσουν τα επίπεδα της φυσικής τους δραστηριότητας σταθερά κατά τη διάρκεια της μελέτης. Οι εθελοντές ακολουθούσαν το συνηθισμένο καθημερινό τους πρόγραμμα, με τη διαφορά ότι όλα τα γεύματά τους καταναλώνονταν στο κέντρο διεξαγωγής της μελέτης. 24 άνδρες έλαβαν 10, 200 και 400 mEq νατρίου (230, 4.600 και 9.200 mg Na) ανά ημέρα, με τη μορφή χλωριούχου νατρίου, για διάστημα 7 ημερών, ενώ η θερμιδική και πρωτεϊνική πρόσληψη διατηρήθηκαν σταθερές. Συγκεκριμένα, η διαίτα τους παρείχε 80 mEq καλίου (3.120 mg K), 80 g πρωτεΐνης, 80 g λίπους και 370 g υδατανθράκων ημερησίως (συνολικά 2.520 kcal). Στη συνέχεια, 8 άνδρες επανέλαβαν το πρωτόκολλο, λαμβάνοντας 80 ή 180 g πρωτεΐνης ανά ημέρα, για 7 ημέρες, ενώ η πρόσληψη νατρίου και ενέργειας παρέμειναν σταθερές. Συγκεκριμένα η διαίτα περιείχε 150 mEq νατρίου (3.450 mg Na). Η διαίτα των 180 g πρωτεΐνης περιείχε 90 mEq καλίου (3.510 mg K). Οι εθελοντές συνέλεξαν καθημερινά ούρα 24ώρου. Η πρόσληψη υγρών καταγραφόταν επίσης. Αν και η απέκκριση νατρίου και αζώτου ουρίας άλλαξε αναλόγως με τη διαίτα, η πρόσληψη νερού και ο όγκος των ούρων δεν επηρεάστηκαν από τα διαφορετικά επίπεδα διαιτητικής πρόσληψης νατρίου και πρωτεΐνης. Συγκεκριμένα, για τα επίπεδα πρωτεΐνης 80 και 180 g/ημέρα, η *ad libitum* κατανάλωση νερού ήταν 2,8 και 2,7 L/ημέρα και ο όγκος των ούρων 2,1 και 2,0 L/ημέρα αντίστοιχα. Οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Το άζωτο ουρίας ούρων και η ωσμωτικότητα των ούρων ήταν υψηλότερα για τα 180 σε σχέση με τα 80 g πρωτεΐνης ($p = 0,001$ και $0,004$ αντίστοιχα). Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η κατανάλωση νερού και ο όγκος των ούρων δεν εξαρτώνται από την διαιτητική πρόσληψη νατρίου και πρωτεΐνης, για φυσιολογικούς άνδρες σε περιβάλλον *ad libitum* κατανάλωσης νερού.

Όπως αναφέρεται στη συζήτηση του άρθρου, η συνήθης πρόσληψη νερού των εθελοντών παρήγε επαρκή όγκο ούρων για την αποβολή του συγκεκριμένου εύρους διαλυτού φορτίου, οπότε δεν χρειάστηκε να αυξηθεί η πρόσληψη νερού. Η κατάσταση αυτή έρχεται σε αντίθεση με το αποτέλεσμα που έχουν δίαιτες ενισχυμένες σε νάτριο ή πρωτεΐνη σε ολιγουρικά ζώα, όπως τα σκυλιά και οι αρουραίοι. Οι συγγραφείς αναφέρονται σε μελέτη που πραγματοποίησαν οι Golob et al. το 1977 [24]. Στο πείραμα αυτό, οι ερευνητές παρακολουθούσαν τη συμπεριφορά σκυλιών ως προς την κατανάλωση νερού, καθώς μετέβαλλαν την σύσταση και την ποσότητα της τροφής τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, κατανάλωση 1 g πρωτεΐνης κρέατος επιπλέον συσχετιζόταν με πρόσληψη $3,7 \pm 0,1$ g νερού

επιπλέον. Η επιπλέον πρωτεΐνη όμως, καθώς ήταν σε μορφή κρέατος, συνοδευόταν από επιπλέον νάτριο και κάλιο. Έτσι, όπως αναφέρουν οι ίδιοι οι ερευνητές, δεν μπορεί να διαχωριστεί η επίδραση της πρωτεΐνης από την επίδραση των ηλεκτρολυτών στην πρόσληψη νερού. Οι ερευνητές επιχείρησαν στη συνέχεια να προσθέσουν συμπλήρωμα πρωτεΐνης στην τροφή των σκυλιών, αλλά τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά γιατί και πάλι η πρωτεΐνη συνοδευόταν από ηλεκτρολύτες, ενώ υπήρχε και δυσκολία αποδοχής της τροφής από τα σκυλιά.

Οι Bossingham et al., σε μελέτη τους το 2005 [23], εξέτασαν την επίδραση της ηλικίας στην κατάσταση υδάτωσης σε υγιείς ενήλικες. Στη μελέτη συμμετείχαν ως εθελοντές 46 άνδρες και γυναίκες, ηλικίας 23-81 ετών. Οι εθελοντές ακολούθησαν 3 διαφορετικές δίαιτες, για 18 ημέρες την κάθε μία, οι οποίες περιείχαν 0,50 (ανεπαρκής), 0,75 (οριακή) και 1,00 (επαρκής) g πρωτεΐνης/kg σωματικού βάρους/ημέρα. Οι μη πρωτεϊνικές θερμίδες προέρχονταν κατά 65% από υδατάνθρακες και κατά 35% από λίπος, και για τις τρεις δίαιτες. Μεταξύ των διαιτών, οι εθελοντές κατανάλωναν τη συνηθισμένη τους δίαιτα για μία εβδομάδα τουλάχιστον, με σκοπό την απομάκρυνση των επιδράσεων της προηγούμενης διαίτας. Την πρώτη ημέρα κάθε νέας περιόδου κατανάλωναν δίαιτα 0,2 g πρωτεΐνης/kg/ημέρα, με σκοπό την προαγωγή της προσαρμογής στην επακόλουθη δίαιτα. Οι εθελοντές ήταν ελεύθεροι να καταναλώνουν νερό *ad libitum*, ενώ δεν τους επιτρεπόταν η κατανάλωση αλκοόλ, καφεΐνης και επιπρόσθετου αλατιού. Τους δόθηκε πολυ-συμπλήρωμα βιταμινών και μετάλλων και τους ζητήθηκε να διακόψουν κάθε άλλο συμπλήρωμα διατροφής. Τέλος, ζητήθηκε από τους εθελοντές να διατηρήσουν τη συνήθη φυσική τους δραστηριότητα. Μεταξύ άλλων μετρήσεων, αξιολογήθηκαν η ωσμωτικότητα του πλάσματος, το USG και η ημερήσια πρόσληψη νερού, την οποία κατέγραφαν οι εθελοντές. Από τα αποτελέσματα της μελέτης οι ερευνητές συμπέραναν ότι η ηλικία δεν επηρεάζει την κατάσταση υδάτωσης. Όσον αφορά τη διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης, συμπέραναν ότι διαφορετικές προσλήψεις πρωτεΐνης, σε επίπεδα γύρω από την επαρκή πρόσληψη, σύμφωνα με τα DRI's, δεν επηρέασαν την πρόσληψη, την αποβολή ή την ισορροπία του νερού. Συγκεκριμένα, η ωσμωτικότητα του πλάσματος, το USG και η *ad libitum* πρόσληψη νερού δεν διέφεραν μεταξύ των τριών παρεμβάσεων. Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν το συμπέρασμα ότι οι υγιείς ενήλικες με φυσιολογική νεφρική λειτουργία, ανεξαρτήτως ηλικίας, προσαρμόζονται επιτυχώς στις μεταβολές της παραγωγής ουρίας. Οι ερευνητές σημειώνουν ότι τα συμπεράσματα αυτά δεν θα πρέπει να γενικευθούν για δίαιτες υψηλές σε πρωτεΐνη ή για καταστάσεις ανεπάρκειας πρωτεΐνης χωρίς περαιτέρω έρευνα.

Οι Martin et al., σε μελέτη τους το 2006 [22], εξέτασαν την επίδραση της διαιτητικής πρόσληψης πρωτεΐνης σε δείκτες υδάτωσης. Όπως αναφέρουν, δημοφιλείς δίαιτες απώλειας βάρους προτείνουν υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης, αλλά η ασφάλεια των διαιτών αυτών όσον αφορά την επίδραση που μπορεί να έχουν στους νεφρούς και την ισορροπία υγρών δεν έχει

ελεγχθεί. Οι ερευνητές υπέθεσαν ότι αλλαγές στους δείκτες υδάτωσης μετά από αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης θα υπεδείκνυν αφυδάτωση. Στη μελέτη συμμετείχαν ως εθελοντές 5 υγιείς νεαροί άνδρες. Ο σχεδιασμός της μελέτης ήταν τέτοιος ώστε τα ίδια άτομα να λειτουργήσουν ως ομάδα παρέμβασης και ως ομάδα ελέγχου (crossover design). Οι εθελοντές κατανάλωσαν ισοθερμιδικές δίαιτες 3,6 (υψηλή σε πρωτεΐνη), 1,8 (ενδιάμεση) και 0,8 (χαμηλή) g πρωτεΐνης/kg σωματικού βάρους/ημέρα, για 4 εβδομάδες την κάθε μία. Η σύσταση σε μακροθρεπτικά συστατικά των τριών διαιτών ήταν 40%, 30%, 30% (υψηλή πρωτεΐνη), 55%, 15%, 30% (ενδιάμεση) και 60%, 10%, 30% (χαμηλή), υδατάνθρακες, πρωτεΐνη, λίπος αντίστοιχα. Η μελέτη διήρκεσε 12 εβδομάδες. Μετρήθηκαν: το άζωτο ουρίας αίματος (BUN) στις 4 εβδομάδες παρέμβασης, η ωσμωτικότητα του πλάσματος, επίσης στις 4 εβδομάδες, το ειδικό βάρος των ούρων (USG) και το σωματικό βάρος δύο φορές την εβδομάδα. Επίσης οι εθελοντές κατέγραφαν την πρόσληψη νερού ημερησίως. Το σωματικό βάρος των εθελοντών παρέμεινε σταθερό κατά τη διάρκεια των τριών παρεμβάσεων. Η πρόσληψη υγρών και η ισορροπία υγρών δεν επηρεάστηκαν. Το BUN ήταν υψηλότερο για την υψηλή πρωτεΐνη σε σχέση με την ενδιάμεση και σε σχέση με τη χαμηλή πρωτεΐνη. Η ωσμωτικότητα του πλάσματος ήταν υψηλότερη για την υψηλή πρωτεΐνη σε σχέση με την ενδιάμεση και σε σχέση με τη χαμηλή πρωτεΐνη, παραμένοντας εντός των φυσιολογικών ορίων. Το USG ήταν υψηλότερο για τη δίαιτα υψηλής πρωτεΐνης σε σχέση με τη δίαιτα ενδιάμεσης πρωτεΐνης, αλλά παρέμεινε εντός των φυσιολογικών ορίων. Η επίδραση της αυξημένης διαιτητικής πρόσληψης πρωτεΐνης στην κατάσταση υδάτωσης ήταν ελάχιστη. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης δεν συσχετίζεται με αρνητικές επιδράσεις στην κατάσταση υδάτωσης σε υγιείς άνδρες. Οι ίδιοι αναφέρουν όμως ότι το μικρό μέγεθος και η ομοιογένεια του δείγματος απαιτούν προσεκτική ερμηνεία των ευρημάτων.

2. Πειραματικό Μέρος

Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει την επίδραση της διαιτητικής πρόσληψης πρωτεΐνης στην κατάσταση υδάτωσης, συγκρίνοντας δείκτες υδάτωσης σε τρία επίπεδα πρόσληψης πρωτεΐνης: χαμηλή, ενδιάμεση και υψηλή πρόσληψη. Η ερευνητική υπόθεση είναι ότι η αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης οδηγεί σε αφυδάτωση, λόγω της αυξημένης ποσότητας ουρίας που θα πρέπει να αποβληθεί από τους νεφρούς.

Δείγμα

Στην μελέτη συμμετείχαν ως εθελοντές 6 υγιείς άνδρες. Τα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση):

Ηλικία (έτη)	22.8 ± 3.4
Βάρος (kg)	78.7 ± 9.0
Ύψος (m)	1.79 ± 0.02
$\Delta M \Sigma$ (kg/m ²)	24.6 ± 3.2

Μεθοδολογία

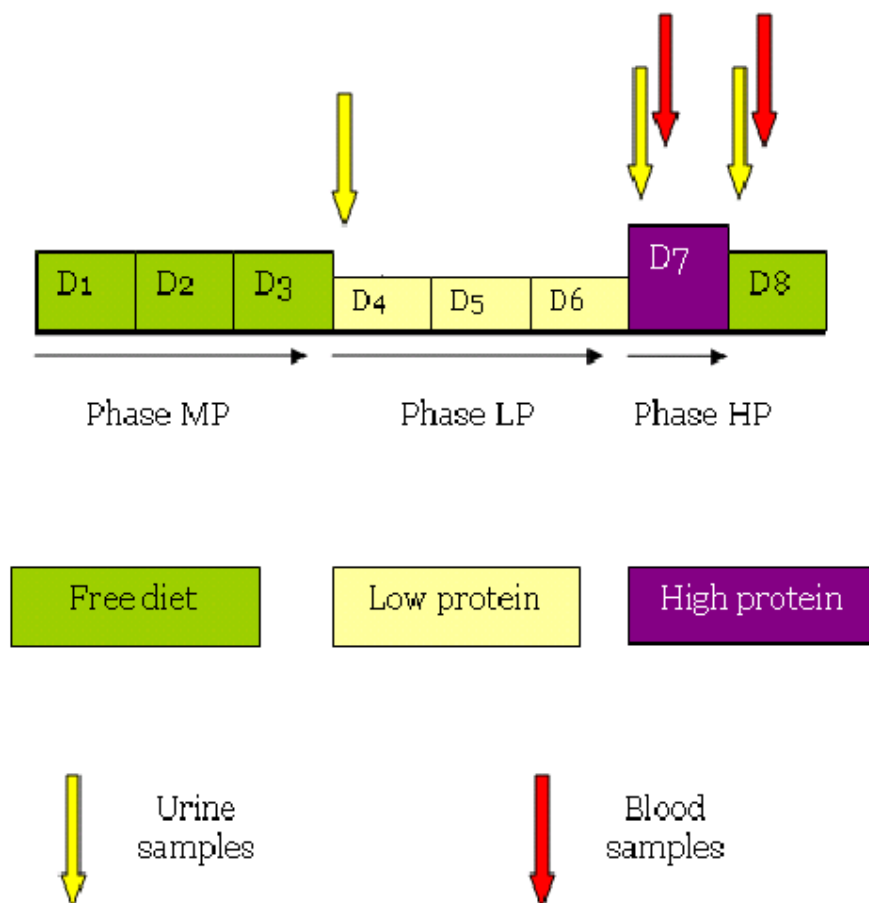
Το πειραματικό πρωτόκολλο περιελάμβανε 8 συνεχόμενες ημέρες, χωρισμένες σε 3 φάσεις. Τις ημέρες 1, 2 και 3 οι εθελοντές κατανάλωναν ελεύθερη διαίτα, καταγράφοντας όμως την πρόσληψη τροφίμων και ποτών σε ημερολόγιο (φάση MP: ενδιάμεση πρόσληψη πρωτεΐνης). Τις ημέρες 4, 5 και 6 οι εθελοντές κατανάλωναν εξατομικευμένο ισοθερμιδικό διαιτολόγιο, σχεδιασμένο έτσι ώστε να τους παρέχει 0.8 g πρωτεΐνης/kg ΣΒ (φάση LP: χαμηλή πρόσληψη πρωτεΐνης). Την ημέρα 7 οι εθελοντές κατανάλωσαν συμπλήρωμα πρωτεΐνης και εξατομικευμένο διαιτολόγιο, με σκοπό η πρόσληψη πρωτεΐνης να αυξηθεί σε 2.5 g/kg ΣΒ (φάση HP: υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης) και η συνολική πρόσληψη ενέργειας να παραμείνει σταθερή. Καθ' όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου δόθηκε οδηγία στους εθελοντές να καταγράφουν την πρόσληψη τροφίμων και ποτών σε ημερολόγιο (παράρτημα Α.).

Οι εθελοντές προσήλθαν στο εργαστήριο στις 9 το πρωί των ημερών 4, 7 και 8. Και τις τρεις αυτές ημέρες παρέδωσαν δείγμα των πρώτων πρωινών ούρων και μετρήθηκε το σωματικό τους βάρος. Τις ημέρες 7 και 8 πραγματοποιήθηκε επίσης αιμοληψία σε κατάσταση νηστείας.

Καθ'όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου η πρόσληψη υγρών ήταν ελεύθερη, αλλά δόθηκε οδηγία στους εθελοντές να καταγράφουν την πρόσληψη υγρών σε ημερολόγιο. Επίσης τους ζητήθηκε να διατηρήσουν τη συνήθη τους φυσική δραστηριότητα (η οποία ήταν καθιστική έως μέτρια) και τη συνήθη πρόσληψη αλατιού και καφεΐνης.

Για την αξιολόγηση της κατάστασης υδάτωσης μετρήθηκαν:

- Το σωματικό βάρος.
- Το χρώμα των ούρων, το ειδικό βάρος ούρων (USG) και οι συγκεντρώσεις νατρίου (Na) και καλίου (K) ούρων.
- Οι συγκεντρώσεις νατρίου (Na) και καλίου (K) ορού.



Μετρήσεις/εξοπλισμός

Για τη ζύγιση των εθελοντών χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας 0.1 kg. Η ζύγιση πραγματοποιήθηκε χωρίς υποδήματα και με ελαφρύ ρουχισμό. Το ύψος των εθελοντών μετρήθηκε με αναστημόμετρο, χωρίς υποδήματα.

Οι εθελοντές συνέλεξαν δείγμα των πρώτων πρωινών ούρων σε ουροσυλλέκτη και το παρέδιδαν στο εργαστήριο. Στο εργαστήριο αξιολογήθηκε το χρώμα των ούρων με βάση την χρωματική κλίμακα κατά Armstrong [19] (παράρτημα Β.) και μετρήθηκε το USG με το διαθλασίμετρο ATAGO Sur-ne (cat. no 2734) hand-held clinical refractometer, Japan. Στη συνέχεια, ποσότητα των δειγμάτων αποθηκεύτηκε σε κατάψυξη -80 °C, μέχρι να ολοκληρωθεί η συλλογή των δειγμάτων όλων των ημερών. Ακολούθησε μέτρηση των συγκεντρώσεων Na και K ούρων με χρήση του αναλυτή Ilyte Na K Li Analyzer, Instrumentation Laboratory, Milano Italy.

Οι αιμοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε κατάσταση νηστείας. Τα vacutainers αφέθηκαν για 30 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου για να πήξει το αίμα, στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκαν για 10 λεπτά στις 3000 rpm και απομονώθηκε ο ορός. Τα δείγματα ορού αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη -80 °C, μέχρι να ολοκληρωθεί η συλλογή των δειγμάτων. Ακολούθησε μέτρηση των συγκεντρώσεων Na και K ορού με χρήση του αναλυτή Ilyte Na K Li Analyzer, Instrumentation Laboratory, Milano Italy.

Για την αξιολόγηση της διαιτητικής πρόσληψης των εθελοντών κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου σε ενέργεια, πρωτεΐνη, υδατάνθρακες, λίπη, νερό, νάτριο, καφεΐνη και αλκοόλ χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα διατροφικής ανάλυσης Nutritionist Pro, Version 4.1.0, Copyright 2009, Axxya Systems.

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά προγράμματα SPSS for Windows, Release 10.0.5, 1999, SPSS Inc. και STATISTICA '99 Edition, Kernel release 5.5, StatSoft Inc., Tulsa, USA.

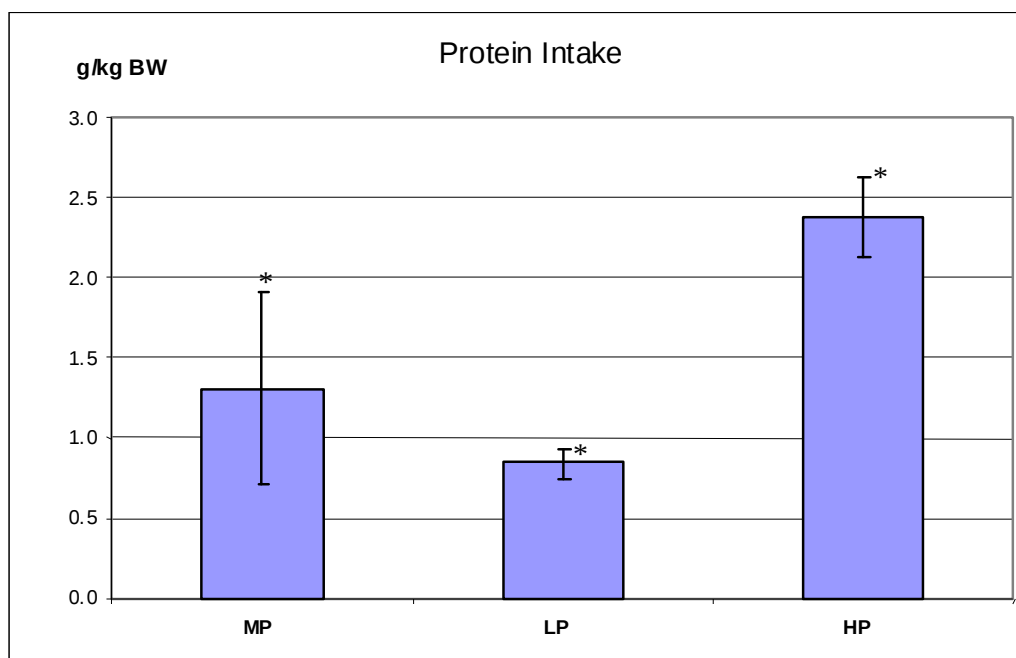
Οι εθελοντές κατανάλωσαν το συμπλήρωμα πρωτεΐνης EAS 100% MyoPro Whey Protein, σε μορφή σκόνης διαλυμένης σε νερό, σε δόσεις των 100 ή 120 g συμπληρώματος αναλόγως με το βάρος τους, το πρωί της ημέρας 7 και μετά την ολοκλήρωση των διαδικασιών ζύγισης και αιμοληψίας.

3. Αποτελέσματα

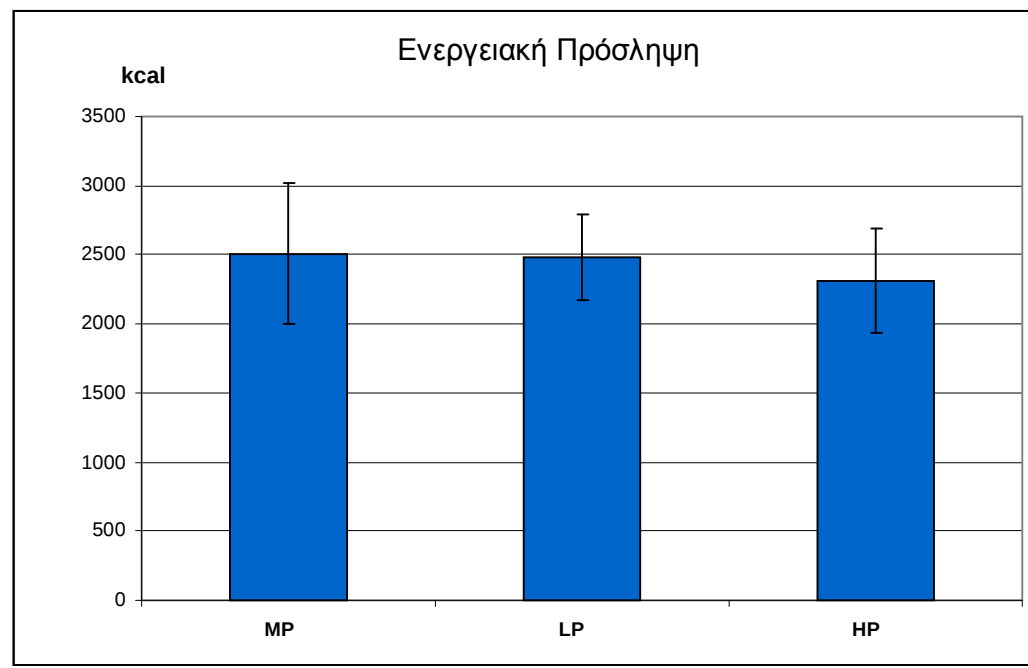
Οι συγκρίσεις ανάμεσα στις τρεις διαφορετικές φάσεις πρόσληψης πρωτεϊνών έγιναν με ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (repeated measures of ANOVA), αφού έγινε έλεγχος της κανονικότητας των υπό εξέταση μεταβλητών με το τεστ Shapiro-Wilk. Για τις μεταβλητές στις οποίες υπήρχαν τρεις μετρήσεις, οι κατά ζεύγη συγκρίσεις έγιναν με post hoc συγκρίσεις, χρησιμοποιώντας το τεστ ελαχίστων συγκρίσεων LSD (least significant difference). Για τις μη κανονικά κατανεμημένες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Friedman. Σε όλους τους ελέγχους, αποδεκτό επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας θεωρήθηκε η τιμή $p < 0.05$.

Οι πραγματικές τιμές κατανάλωσης πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους ήταν οι εξής:

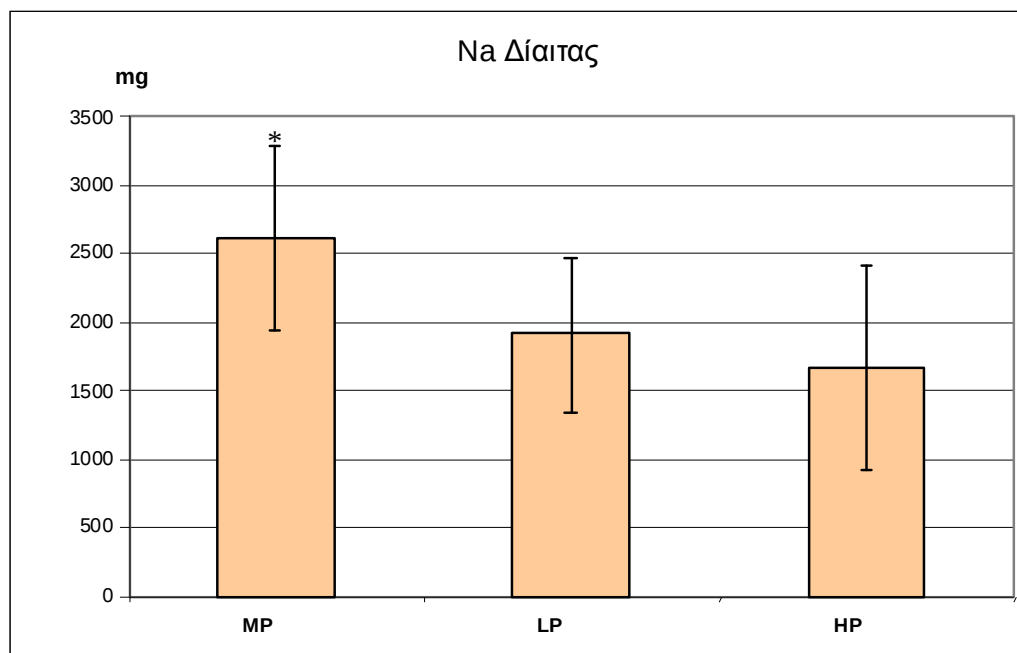
Φάση	Πρόσληψη πρωτεΐνης	g/kg ΣΒ	p=0.002
MP	Ενδιάμεση	1.32 ± 0.60	
LP	Χαμηλή	0.84 ± 0.10	
HP	Υψηλή	2.39 ± 0.25	



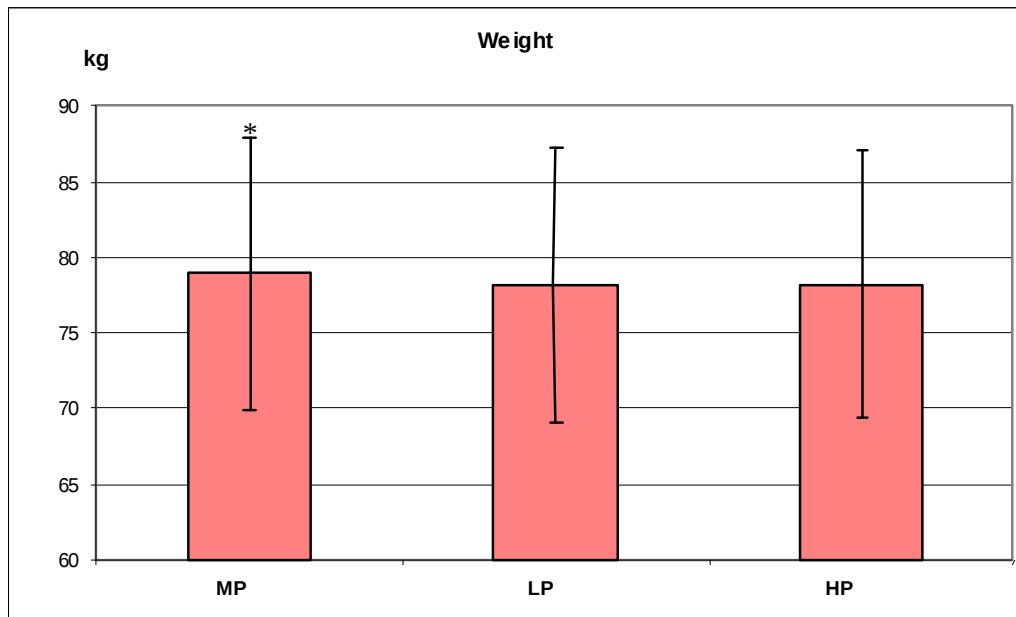
Η θερμιδική πρόσληψη μεταξύ των τριών φάσεων δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ($p=0.33$).



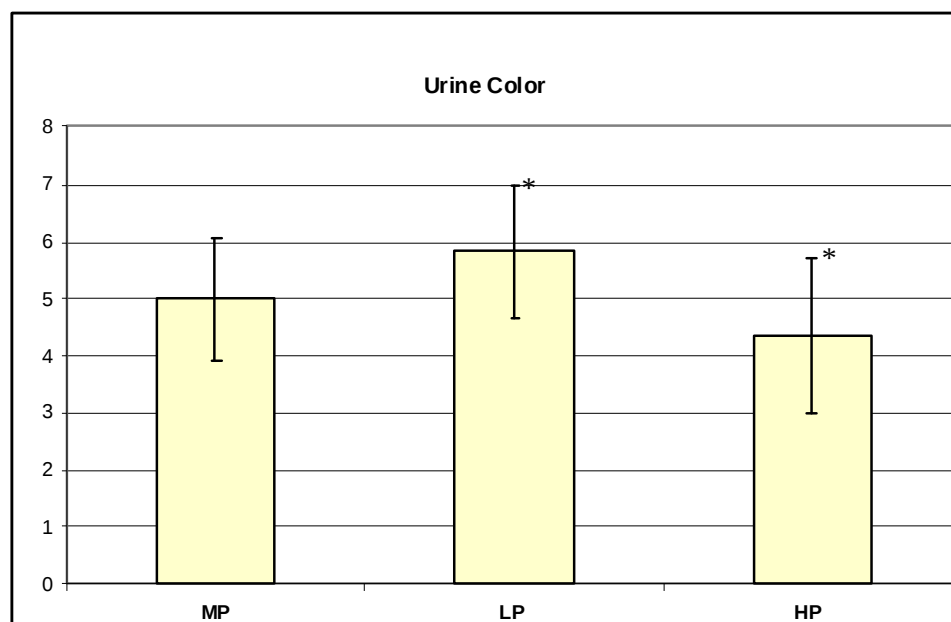
Η διαιτητική πρόσληψη νατρίου ήταν σταθερή μεταξύ των φάσεων LP και HP ($p=0.42$), αλλά διέφερε μεταξύ των φάσεων MP και LP ($p=0.04$) και μεταξύ των φάσεων MP και HP ($p=0.01$).



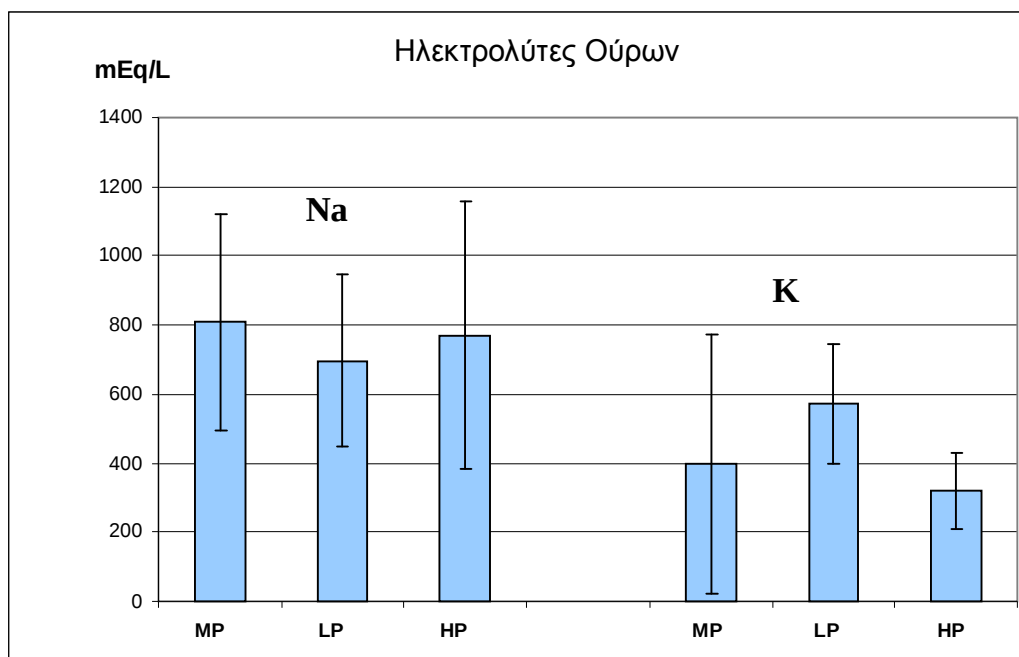
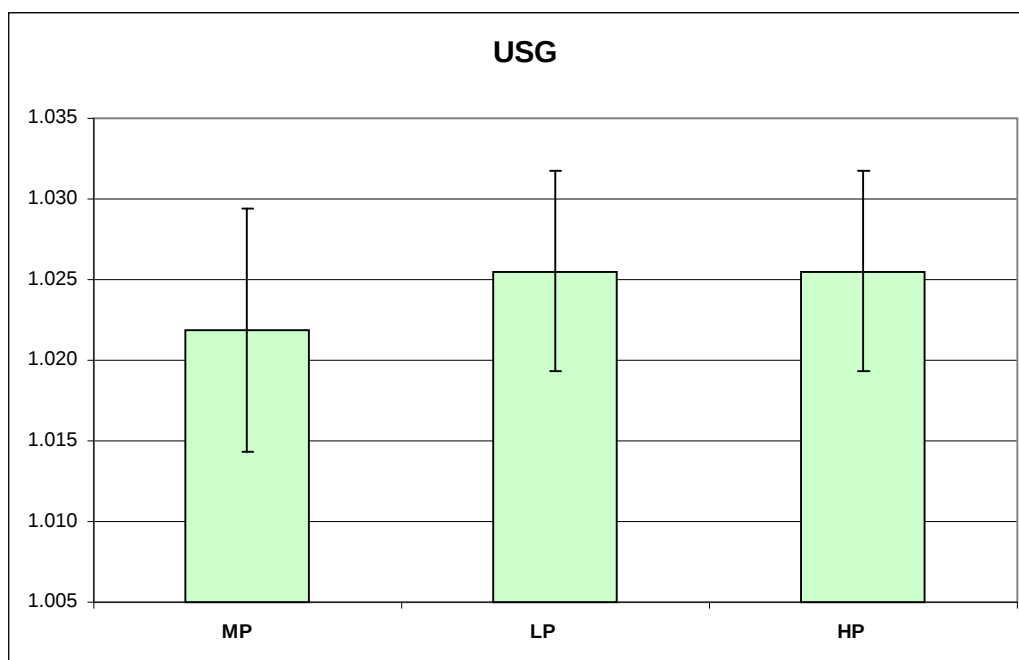
Οι τιμές του σωματικού βάρους διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ της πρώτης (MP) και της δεύτερης (LP) μέτρησης ($78.9 \text{ kg} \pm 9.0 \text{ kg}$ vs. $78.2 \text{ kg} \pm 9.1 \text{ kg}$, $p=0.02$) και μεταξύ της πρώτης (MP) και της τρίτης (HP) μέτρησης ($78.9 \text{ kg} \pm 9.0 \text{ kg}$ vs. $78.2 \text{ kg} \pm 8.8 \text{ kg}$, $p=0.02$), αλλά όχι μεταξύ δεύτερης (LP) και τρίτης (HP) μέτρησης ($p=0.95$).



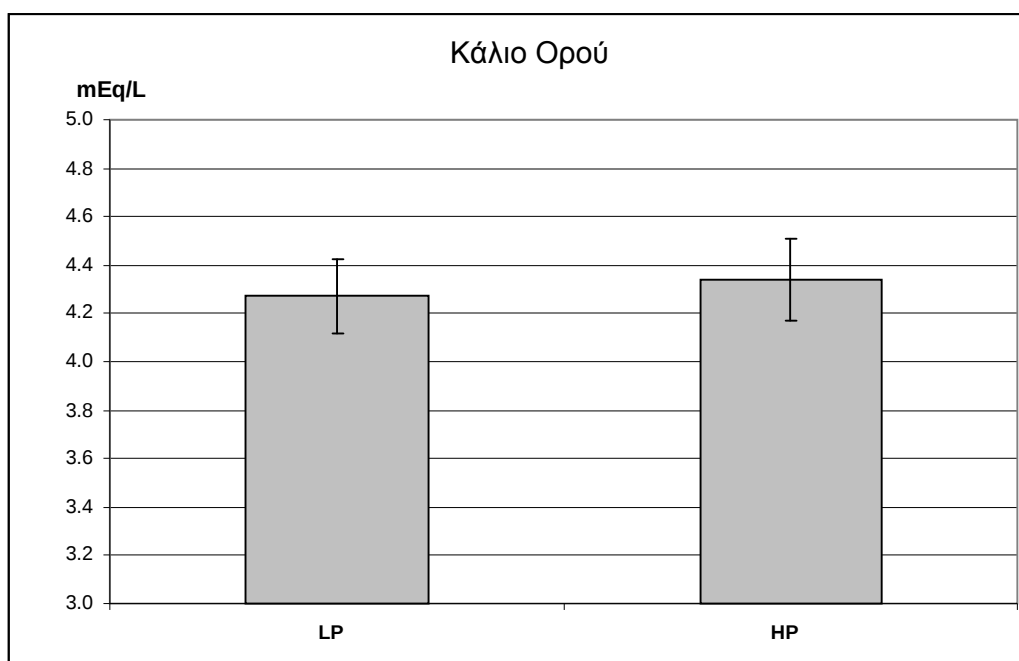
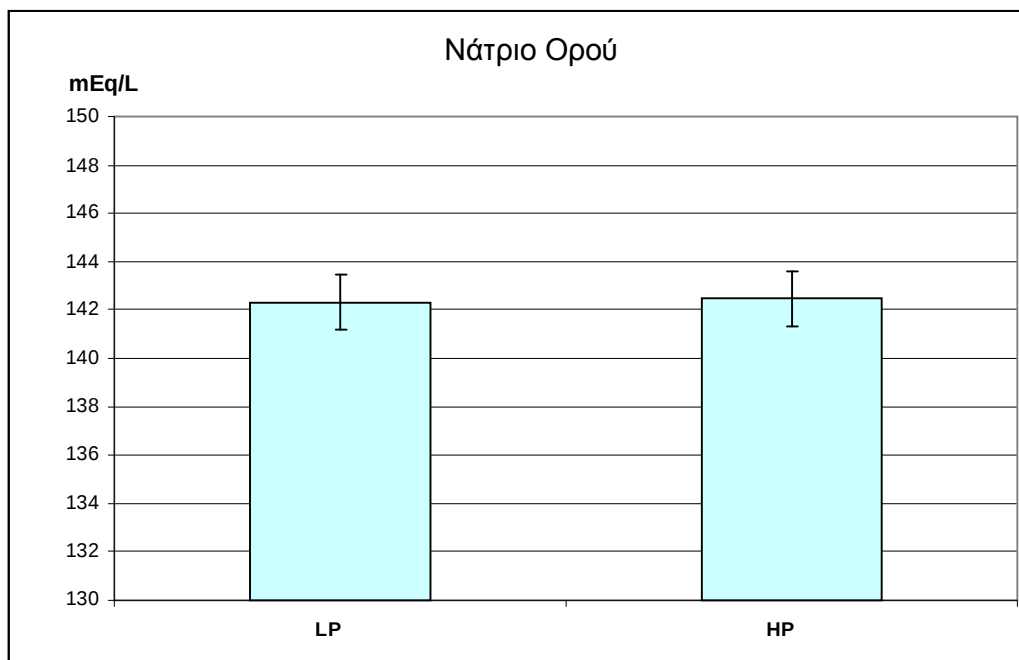
Οι τιμές του χρώματος ούρων διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ της δεύτερης (LP) και της τρίτης (HP) μέτρησης (5.8 ± 1.2 vs. 4.3 ± 1.4 , $p=0.02$), αλλά δεν διέφεραν μεταξύ της πρώτης (MP) και των άλλων δύο μετρήσεων ($p=0.16$ και $p=0.26$).



Οι τιμές του USG, του [Na] ούρων και του [K] ούρων δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων ($p=0.55$, 0.69 και 0.14 αντίστοιχα).



Οι τιμές του [Na] ορού και του [K] ορού δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων ($p=0.68$ και 0.46 αντίστοιχα).



Η πρόσληψη καφεΐνης διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών φάσεων (48 ± 43 mg vs. 3 ± 6 mg vs. 20 ± 33 mg, $p=0.006$). Η πρόσληψη αλκοόλ ήταν 8 ± 9 g κατά την πρώτη φάση (MP) και 0 ± 0 g κατά την δεύτερη (LP) και τρίτη (HP) φάση, $p=0.05$.

Δεν ήταν δυνατή η σύγκριση της πρόσληψης υγρών μεταξύ των τριών φάσεων πρόσληψης πρωτεΐνης, καθώς οι 3 από τους 6 εθελοντές δεν τήρησαν την καταγραφή της πρόσληψης υγρών για το σύνολο των ημερών του πρωτοκόλλου.

Το σύνολο των μετρήσεων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση):

	Φάση MP	Φάση LP	Φάση HP	p
Πρωτεΐνη (g/kg ΣΒ)	1.32 ± 0.60	0.84 ± 0.10	2.39 ± 0.25	0.002
Ενέργεια (kcal)	2506 ± 509	2481 ± 311	2311 ± 381	0.33
Βάρος (kg)	78.9 ± 9.0	78.2 ± 9.1	78.2 ± 8.8	0.03
Χρώμα ούρων	5.0 ± 1.1	5.8 ± 1.2	4.3 ± 1.4	0.06
USG	1.022 ± 0.008	1.026 ± 0.006	1.026 ± 0.006	0.55
[Na] ούρων (mEq/L)	809 ± 314	698 ± 251	770 ± 387	0.69
[K] ούρων (mEq/L)	398 ± 374	571 ± 175	320 ± 110	0.14
[Na] ορού (mEq/L)	-	142 ± 1	142 ± 1	0.68
[K] ορού (mEq/L)	-	4.27 ± 0.15	4.34 ± 0.17	0.46
Na δίαιτας (mg)	2615 ± 674	1917 ± 563	1668 ± 753	0.02
Καφεΐνη (mg)	48 ± 43	3 ± 6	20 ± 33	0.006
Αλκοόλ (g)	8 ± 9	0 ± 0	0 ± 0	0.05

4. Συζήτηση

Η ουρία, τελικό προϊόν του μεταβολισμού των αμινοξέων, αποβάλλεται στα ούρα μέσω των νεφρών. Αυξημένη πρόσληψη διαιτητικής πρωτεΐνης σχετίζεται γραμμικά με την παραγωγή και την απέκκριση ουρίας [21]. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα εάν και κατά πόσο η ποσότητα πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται από τη δίαιτα επηρεάζει τον όγκο των ούρων που αποβάλλονται και άρα την υδατική ισορροπία.

Δημοφιλείς δίαιτες απώλειας βάρους προτείνουν υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης, ενώ πολλοί αθλητές και αθλούμενοι υιοθετούν δίαιτες πλούσιες σε πρωτεΐνη, κάποιοι καταναλώνοντας και συμπληρώματα πρωτεϊνών, στην προσπάθειά τους να αυξήσουν τη μυϊκή τους μάζα. Καθώς όμως η περίσσεια αμινοξέων οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή και απέκκριση ουρίας, τίθενται ερωτήματα σχετικά με την ασφάλεια των διατροφών αυτών ως προς την κατάσταση υδάτωσης. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής μελέτης είναι να ερευνήσει την επίδραση της αυξημένης πρόσληψης πρωτεϊνών στην ισορροπία υγρών, αξιολογώντας δείκτες υδάτωσης σε διαφορετικά επίπεδα διαιτητικής πρόσληψης πρωτεΐνης.

Αποτελέσματα ως προς το σωματικό βάρος:

Το μέσο βάρος των εθελοντών μειώθηκε κατά 0.7 kg από τη φάση MP στις φάσεις LP και HP. Η μείωση αυτή ίσως οφείλεται εν μέρει στην προβληματική συμμόρφωση των εθελοντών στη δίαιτα χαμηλής πρωτεΐνης, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την κατανάλωση λιγότερων θερμίδων από τις προβλεπόμενες. Συγκεκριμένα, οι εθελοντές κατανάλωσαν περίπου 165 kcal λιγότερες κατά τη φάση LP σε σύγκριση με τη φάση MP. Η προσλαμβανόμενη ενέργεια όμως δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών φάσεων του πρωτοκόλλου. Επίσης, θερμιδικό έλλειμμα 165 kcal για 4 ημέρες δεν επαρκεί για να δικαιολογήσει απώλεια 0.7 kg σωματικού βάρους.

Η παρατηρούμενη διαφορά μεταξύ των ζυγίσεων είναι πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι η ζύγιση της ημέρας 4 (φάση MP) δεν έγινε σε κατάσταση νηστείας, ενώ οι ζυγίσεις των ημερών 7 και 8 (φάσεις LP και HP) έγιναν σε κατάσταση νηστείας.

Δεδομένου ότι το σωματικό βάρος δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των φάσεων υψηλής και χαμηλής πρόσληψης πρωτεΐνης, η διαφορά στη ζύγιση της φάσης MP δεν μπορεί να αποδοθεί σε επίδραση των πρωτεϊνών στην κατάσταση υδάτωσης.

Τέλος, πιθανός συγχυτικός παράγοντας είναι και η διαιτητική πρόσληψη νατρίου, η οποία ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη κατά τη φάση MP και άρα θα μπορούσε να επηρεάσει την κατάσταση υδάτωσης. Η πρόσληψη νατρίου όμως αναφέρεται μόνο στο

περιεχόμενο νάτριο των τροφίμων και δεν λαμβάνει υπόψη την προσθήκη αλατιού. Αν και δόθηκε οδηγία στους εθελοντές να διατηρήσουν σταθερή την πρόσληψη άλατος κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου, η προσθήκη αλατιού δεν μετρήθηκε με κάποιο τρόπο και συνεπώς είναι επισφαλές να αποδοθεί σε αυτήν η μεταβολή του σωματικού βάρους των εθελοντών.

Αποτελέσματα ως προς το χρώμα των ούρων:

Το χρώμα των ούρων, όπως αυτό αξιολογήθηκε με την κλίμακα κατά Armstrong [19] (παράρτημα Β.), μειώθηκε από το επίπεδο 5.8 στο επίπεδο 4.3, από την μέτρηση της ημέρας 7 (φάση LP) στην μέτρηση της ημέρας 8 (φάση HP). Φαίνεται δηλαδή ότι οι εθελοντές ήταν περισσότερο ενυδατωμένοι μετά την φάση υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης. Η διαφορά μεταξύ των δύο ημερών όμως είναι πιθανόν να οφείλεται στην υποχρεωτική πρόσληψη υγρών με το συμπλήρωμα πρωτεΐνης (περίπου 850 mL). Επειδή η καταγραφή των προσλαμβανόμενων υγρών δεν ολοκληρώθηκε από τους εθελοντές, δεν γνωρίζουμε τη συνολική πρόσληψη υγρών κατά την κάθε φάση και συνεπώς δεν μπορούμε να συμπεράνουμε εάν η προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη επηρέασε ή όχι την πρόσληψη υγρών.

Τέλος, δεδομένου ότι το USG δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των φάσεων LP και HP, η αλλαγή στο χρώμα των ούρων μπορεί εν μέρει να οφείλεται σε σφάλμα κατά την υποκειμενική αξιολόγησή του από τους ερευνητές.

Αποτελέσματα ως προς το USG και τους ηλεκτρολύτες ούρων και ορού:

Οι υπόλοιποι δείκτες υδάτωσης που εξετάστηκαν δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών επιπέδων πρόσληψης πρωτεΐνης. Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι τα επίπεδα υδάτωσης δεν επηρεάζονται από την χαμηλή ή την υψηλή διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης.

Συμπέρασμα:

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, η υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης δεν ασκεί κάποια αρνητική επίδραση στην κατάσταση υδάτωσης. Όπως συμπεραίνουν και οι μελέτες των Luft et al. [20], Bossingham et al. [23] και Martin et al. [22], φαίνεται ότι οι φυσιολογικοί νεφροί, όταν η πρόσληψη υγρών είναι ελεύθερη, μπορούν να αποβάλλουν την περίσσεια ουρίας χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά το ισοζύγιο υγρών. Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι η φάση υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης της παρούσας μελέτης διήρκεσε

μόνο μία ημέρα, διάστημα που ίσως δεν ήταν αρκετό για να επέλθουν αλλαγές στην κατάσταση υδάτωσης.

5. Βιβλιογραφία

1. Ritz P, Berrut G. *The importance of good hydration for day-to-day health*. Nutr Rev. 2005 Jun;63(6 Pt2):S6-13.
2. Cheuvront SN, Carter R 3rd, Sawka MN. *Fluid balance and endurance exercise performance*. Curr Sports Med Rep. 2003 Aug;2(4):202-8.
3. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Food and Nutrition Board. The National Academies Press. 2005.
4. Montain SJ, Sawka MN, Latzka WA, Valeri CR. *Thermal and cardiovascular strain from hypohydration: influence of exercise intensity*. Int J Sports Med. 1998 Feb;19(2):87-91.
5. Sawka MN, Coyle EF. *Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat*. Exerc Sport Sci Rev. 1999;27:167-218.
6. Kavouras SA. *Assessing hydration status*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2002 Sep;5(5):519-24.
7. Altman PL. 1961. *Blood and Other Body Fluids*. Washington, DC: Federation of American Societies for Experimental Biology.
8. Guyton AC, Hall JE. 2000. *Textbook of Medical Physiology*, 10th ed. Philadelphia: WB Saunders.
9. Martin AD, Daniel MZ, Drinkwater DT, Clarys JP. *Adipose tissue density, estimated adipose lipid fraction and whole body adiposity in male cadavers*. Int J Obes Relat Metab Disord. 1994 Feb;18(2):79-83.
10. Olsson KE, Saltin B. *Variation in total body water with muscle glycogen changes in man*. Acta Physiol Scand. 1970 Sep;80(1):11-8.
11. Adolph EF. 1943. *Physiological Regulations*. Lancaster, PA: The Jaques Cattell Press.
12. Andreoli TE, Reeves WB, Bichet DG. 2000. *Endocrine control of water balance*. In: Fray JCS, Goodman HM, eds. *Handbook of Physiology, Section 7, Volume III: Endocrine Regulation of Water and Electrolyte Balance*. New York: Oxford University Press. Pp. 530–569
13. Dontas AS, Marketos SG, Papanayiotou P. *Mechanisms of renal tubular defects in old age*. Postgrad Med J. 1972 May;48(559):295-303.

14. Share L, Claybaugh JR, Hatch FE Jr, Johnson JG, Lee S, Muirhead EE, Shaw P. *Effects of change in posture and of sodium depletion on plasma levels of vasopressin and renin in normal human subjects.* J Clin Endocrinol Metab. 1972 Jul;35(1):171-4.
15. Knepper MA, Valtin H, Sands JM. 2000. *Renal actions of vasopressin.* In: Fray JCS, Goodman HM, eds. Handbook of Physiology, Section 7, Volume III: Endocrine Regulation of Water and Electrolyte Balance. New York: Oxford University Press. Pp. 496–529.
16. West JB. 1990. *Regulation of volume and osmolality of the body fluids.* In: West JB, ed. Best and Taylor's Physiological Basis of Medical Practice, 11th ed. Baltimore: Williams and Wilkins. Pp. 478–485.
17. Adolph EF. 1947. *Urinary excretion of water and solutes.* In: Adolph EF, ed. Physiology of Man in the Desert. New York: Intersciences Publishers. Pp. 96–109.
18. Armstrong LE. *Hydration assessment techniques.* Nutr Rev. 2005 Jun;63(6 Pt 2):S40-54.
19. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, Riebe D. *Urinary indices of hydration status.* Int J Sport Nutr. 1994 Sep;4(3):265-79.
20. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS, Hunt JN. *The effect of dietary sodium and protein on urine volume and water intake.* J Lab Clin Med. 1983 Apr;101(4):605-10.
21. Young VR, El-Khoury AE, Raguso CA, Forslund AH, Hambraeus L. *Rates of urea production and hydrolysis and leucine oxidation change linearly over widely varying protein intakes in healthy adults.* J Nutr. 2000 Apr;130(4):761-6.
22. Martin WF, Cerundolo LH, Pikosky MA, Gaine PC, Maresh CM, Armstrong LE, Bolster DR, Rodriguez NR. *Effects of dietary protein intake on indexes of hydration.* J Am Diet Assoc. 2006 Apr;106(4):587-9.
23. Bossingham MJ, Carnell NS, Campbell WW. *Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults.* Am J Clin Nutr. 2005 Jun;81(6):1342-50.
24. Golob P, O' Connor WJ, Potts DJ. *Post-prandial drinking by dogs.* Q J Exp Physiol Cogn Med Sci. 1977 Jul;62(3):275-85.
25. Manz F, Wentz A. *The importance of good hydration for the prevention of chronic diseases.* Nutr Rev. 2005 Jun;63(6 Pt 2):S2-5.
26. Arnaud MJ. *Mild dehydration: a risk factor of constipation?* Eur J Clin Nutr. 2003 Dec;57 Suppl 2:S88-95.
27. Vander A., Sherman J., Luciano D. 2001. *Φυσιολογία του ανθρώπου: μηχανισμοί της λειτουργίας του οργανισμού.* 8^η έκδοση. Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης.
28. Popowski LA, Oppliger RA, Patrick Lambert G, Johnson RF, Kim Johnson A, Gisolfi CV. *Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration.* Med Sci Sports Exerc. 2001 May;33(5):747-53.

29. Francesconi RP, Hubbard RW, Szlyk PC, Schnakenberg D, Carlson D, Leva N, Sils I, Hubbard L, Pease V, Young J, et al. *Urinary and hematologic indexes of hypohydration*. J Appl Physiol. 1987 Mar;62(3):1271-6.
30. Chan J, Knutsen SF, Blix GG, Lee JW, Fraser GE. *Water, other fluids, and fatal coronary heart disease: the Adventist Health Study*. Am J Epidemiol. 2002 May 1;155(9):827-33.
31. Altieri A, La Vecchia C, Negri E. *Fluid intake and risk of bladder and other cancers*. Eur J Clin Nutr. 2003;57(suppl 2):S59–S68.
32. Beetz R. *Mild dehydration: a risk factor of urinary tract infection?* Eur J Clin Nutr. 2003 Dec;57 Suppl 2:S52-8.
33. Hunt J, Waller G. *The reliability of self-report of behaviours associated with recurrent urinary tract infection*. Br J Urol. 1994 Sep;74(3):308-10.
34. Math MV, Rampal PM, Faure XR, Delmont JP. *Gallbladder emptying after drinking water and its possible role in prevention of gallstone formation*. Singapore Med J. 1986 Dec;27(6):531-2.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

Ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων και ποτών

Όνοματεπώνυμο:				
Ημερομηνία:				
Ωρα	Τρόφιμα (είδος)	Ποσότητα	Υγρά (είδος)	Ποσότητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.

Κλίμακα αξιολόγησης του χρώματος των ούρων
(Armstrong et al, 1994, 1998)

