



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΦΑΝΤΟΥΣΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

“Η ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΥΔΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΩΝ ΟΥΡΩΝ ΣΕ
ΠΑΙΔΙΑ”



Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπων
Σταύρος Κάβουρας, Επίκουρος Καθηγητής

Μέλη
Δημοσθένης Παναγιωτάκος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Ρωξάνη Τέντα, Επίκουρη Καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Το νερό στον ανθρώπινο οργανισμό - Ο ρόλος του.....	4
1.2 Κατανομή στο ανθρώπινο σώμα.....	5
1.3 Μέθοδοι αξιολόγησης επιπέδων υδάτωσης	6
2. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΥΓΡΩΝ-ΝΕΡΟΥ.....	11
3. ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ.....	14
4. ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΔΑΤΩΣΗΣ.....	15
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	17
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	18
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	28
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	30

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο σε πολλά συστήματα του οργανισμού, είναι διαλύτης, μεταφορέας και θερμορυθμιστής. Τα επίπεδα νερού στο σώμα μπορούν να αξιολογηθούν με διάφορες μεθόδους. Στην παρούσα μελέτη διερευνάται η αξιοπιστία του χρώματος των ούρων ως μέθοδος αξιολόγησης επιπέδω υδάτωσης σε παιδιά σε κανονικές συνθήκες. Η αξιοπιστία της οκταβάθμιας χρωματικής κλίμακας έχει εξεταστεί σε αθλητές σε σύγκριση με την μέθοδο του ειδικού βάρους και της ωσμωτικότητας. **ΣΚΟΠΟΣ:** Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει την εγκυρότητα της κλίμακας σε υγιή παιδιά ως μέθοδο αξιολόγησης της κατάστασης υδάτωσης. Επίσης εξετάστηκε εάν τα παιδιά μπορούν με την κλίμακα να αυτοαξιολογούν το χρώμα των ούρων. **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:** Επιλέχθηκαν 210 παιδιά (ηλικία: 8-14 ετών) στα οποία δόθηκαν οδηγίες να συλλέξουν τα ούρα τους για ένα 24ώρο καθώς και να αξιολογήσουν το χρώμα τους. Στο εργαστήριο μετρήθηκαν το ειδικό βάρος, η ωσμωτικότητα και το χρώμα των ούρων. **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Ο μέσος όρος του χρώματος των ούρων ήταν 3 ± 1 και η ωσμωτικότητα 686 ± 223 mmol/kg. Το χρώμα των ούρων είχε θετική συσχέτιση με την ωσμωτικότητα. Σαν μέθοδος φαίνεται να έχει καλή ευαισθησία και ειδικότητα ανίχνευσης της αφυδάτωσης. Η ακρίβεια στην αυτοαξιολόγηση από τα παιδιά για τα πρωινά και μεσημεριανά ούρα κυμαίνεται από 67% έως 78%. **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:** Η οκταβάθμια χρωματική κλίμακα ούρων φαίνεται να είναι αξιόπιστη μέθοδος για την αξιολόγηση της υδάτωσης των παιδιών ηλικίας 8-14 ετών είτε από τους ερευνητές είτε από τα ίδια τα παιδιά.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The role of water is significant in many human body systems, it is a dissolver, transporter and thermoregulator. There are many techniques that can evaluate hydration levels. The validity of the urine colour scale was examined as a marker of hydration in children. The scale has been validated in athletes by comparison to urine specific gravity and urine osmolarity. **PURPOSE:** The purpose of the study was to examine the validity of the urine colour as a hydration marker in children. We also examined the ability of kids to self evaluate their urine colour. **METHODS:** A total of 210 children were instructed to collect all urine produced over 24 h and self evaluate the urine color. Urine samples were analysed for specific gravity, osmolarity and urine colour.

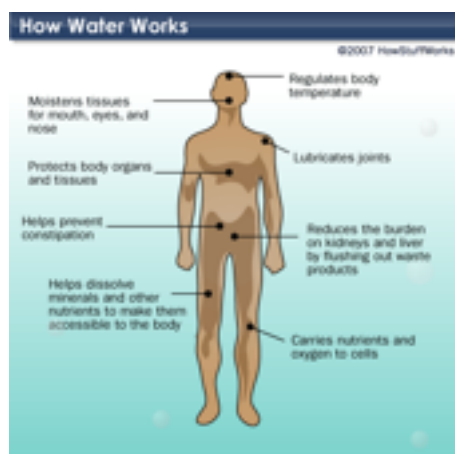
RESULTS: Mean UC was 3 ± 1 and UOsmo 686 ± 223 mmol/kg. UC displayed a positive relationship as a predictor of UOsmo. UC has a good ability for the three samples with good sensitivity and specificity for detecting hypo hydration. The accuracy of the self-assessment of UC in the morning and noon samples ranged from 67 % to 78% .

CONCLUSION: The eight-point urine colour scale is a valid method to asses hydration in children aged 8-14 years, either by researchers or self-assessment.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το νερό στον ανθρώπινο οργανισμό - Ο ρόλος του

Νερό μια τόσο απλή χημική ένωση, ένα άτομο οξυγόνου και δύο άτομα υδρογόνου. Η απλή χημική δομή του δεν μαρτυρά την πολυπλοκότητα της σημασίας του και της βιολογικής του αξίας. Αποτελεί το κύριο συστατικό του ανθρώπινου σώματος, περίπου το 60 % του ανθρώπινου οργανισμού αποτελείται από νερό¹. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να παράγει αρκετό νερό ώστε να καλύψει τις ανάγκες του οπότε είναι απαραίτητο να το προσλαμβάνει από τα υγρά και τις τροφές καθημερινά ².



Οι σημαντικότερες λειτουργίες του νερού παρουσιάζονται παρακάτω ²:

- **Ως δομικό συστατικό των κυττάρων.**

Όλα τα κύτταρα στο σώμα μας περιέχουν νερό, αποτελεί το βασικό δομικό συστατικό του κυτταροπλάσματος, που είναι το θεμελιώδες κυτταρικό στοιχείο όλων των ζωντανών οργανισμών.

- **Ως διαλύτης**

Το νερό είναι το μέσο για τη διάλυση και μεταφορά των θρεπτικών συστατικών από το αίμα στα κύτταρα. Είναι εξαιρετικός διαλύτης για ιοντικές ενώσεις και ουσίες όπως η γλυκόζη και τα αμινοξέα. Το νερό εξασθενεί τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις και τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ πολικών μορίων επιτρέποντάς τους να κινούνται ελεύθερα.

- **Ως μεταφορέας**

Είναι απαραίτητο για την ομοιόσταση των κυττάρων αφού μεταφέρει θρεπτικά συστατικά μέσα σε αυτά και απομακρύνει τα άχρηστα προϊόντα.

- **Θερμορύθμιση - ιδρώτας**

Από τις βασικές λειτουργίες είναι η θερμορύθμιση με την παραγωγή του ιδρώτα. Το νερό είναι το βασικό συστατικό του ιδρώτα, ο οποίος μέσω της εξάτμισης από την επιφάνεια του δέρματος, βοηθά στην αποβολή της περίσσειας θερμότητας από το σώμα.

- **Συστατικό υγρών του σώματος με προστατευτικό ρόλο**

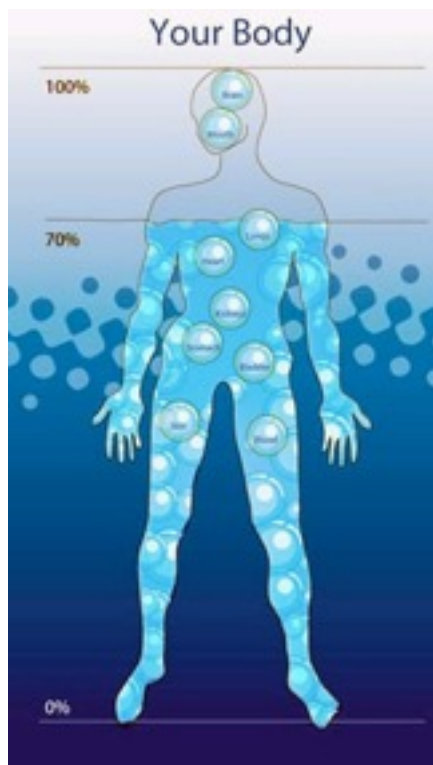
Το νερό αποτελεί βασικό συστατικό των υγρών που προστατεύουν ζωτικά όργανα όπως ο νωτιαίος μυελός και ο εγκέφαλος. Επίσης σε συνδυασμό με άλλες ενώσεις σχηματίζει

το αρθρικό υγρό για τις αρθρώσεις και τις βλεννώδεις εκκρίσεις στη γαστρεντερική οδό, στο αναπνευστικό σύστημα και στο ουρογεννητικό σύστημα.

1.2 Κατανομή στο ανθρώπινο σώμα

- Το νερό αποθηκεύεται στα διάφορα διαμερίσματα του ανθρώπινου σώματος αλλά και μετακινείται συνεχώς μεταξύ αυτών.

Η κατανομή του ποικίλει ανάλογα με το στάδιο ζωής του ανθρώπου και τη σύσταση σώματος¹ (άλιπη και λιπώδη μάζα). Τα βρέφη και τα παιδιά έχουν υψηλότερο ποσοστό



νερού στο σώμα τους από ότι οι ενήλικες. Στους ενήλικες το 65 % αποτελεί το ενδοκυττάριο ενώ το 35 % το εξωκυττάριο. Το εξωκυττάριο χωρίζεται σε μεσοκυττάριο και σε ενδοαγγειακό (πλάσμα). Ένας άντρας 70 kg έχει 42 lt νερό από τα οποία τα 28 lt είναι ενδοκυττάριο ενώ τα 14 lt είναι εξωκυττάριο³.

Ισοζύγιο νερού : Πρόσληψη, Αποβολή, Ρύθμιση ισοζυγίου

Καθημερινά κάτω από φυσιολογικές περιβαλλοντικές συνθήκες (18-20 °C) και με μέτρια φυσική δραστηριότητα το νερό του σώματος παραμένει σχετικά σταθερό.

Μέσα σε ένα 24ωρο διατηρείται ένα ισοζυγίο υγρών όπου το αποβαλλόμενο νερό είναι ίσο με το

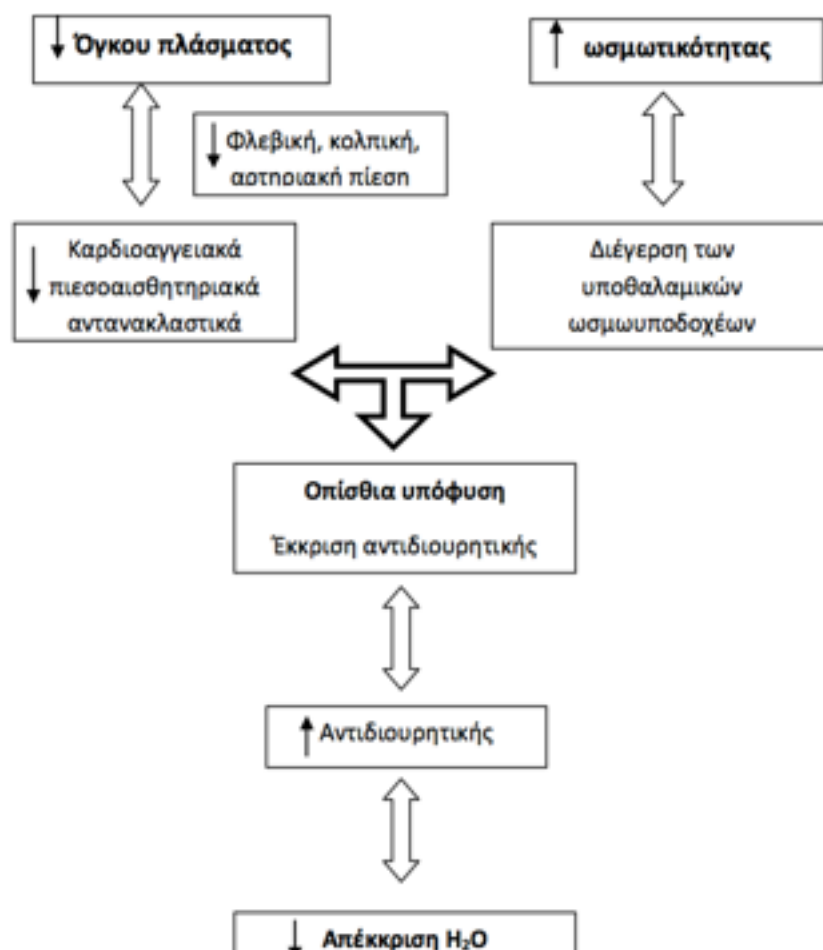
προσλαμβανόμενο.

- Προσλαμβανόμενο νερό: Το νερό που προσλαμβάνουμε είναι το νερό που πίνουμε, το νερό που τρώμε και το νερό που παράγουμε. Τα τρόφιμα που τρώμε ποικίλουν σε περιεκτικότητα σε νερό από 40 έως και > 80%. Το νερό που παράγουμε το λεγόμενο μεταβολικό νερό προέρχεται από την οξείδωση των μακροθρεπτικών συστατικών.
- Αποβαλλόμενο νερό: Η κύρια οδός αποβολής είναι τα νεφρά, το δέρμα και οι πνεύμονες. Από τα νεφρά αποβάλλεται με τα ούρα που σε 24ώρη βάση είναι περίπου 1 - 2 λίτρα. Από το δέρμα με την άδηλο αναπνοή που αφορά 450 ml την ημέρα σε μέτρια θερμοκρασία. Επίσης νερό αποβάλλεται μέσω της αναπνοής με εξάτμιση (250 ml)⁴. Τέλος ένα μικρό ποσοστό νερού αποβάλλεται και από τη γαστρεντερική οδό με τα κόπρανα.

- Ρύθμιση ισοζυγίου

Η πρόσληψη νερού ρυθμίζεται κυρίως από το αίσθημα της δίψας. Όταν οι απώλειες νερού υπερβαίνουν την πρόσληψη (αφυδάτωση) τότε η ωσμωτική πίεση του εξωκυττάριου υγρού μειώνεται (αυξάνεται η συγκέντρωση ιόντων-υπέρτονο). Η αύξηση αυτή ενεργοποιεί τους υποθαλαμικούς ωσμοϋποδοχείς οπότε εκκρίνεται αντιδιουρητική ορμόνη (ADH) από την οπίσθια υπόφυση⁵. Η αύξημενη ωσμωτική πίεση και η ADH ενεργοποιούν το αίσθημα της δίψας. Επίσης η ADH διεγείρει τους νεφρούς να επαναρροφήσουν περισσότερο νερό και να μειώσουν την απέκκριση ούρων. Οι νεφροί είναι τα κύρια όργανα ρύθμισης μέσω της ικανότητάς τους να αλλάζουν την ωσμωτική πίεση των ούρων σε απόκριση αλλαγών ωσμωτικής πίεσης του πλάσματος.

Όταν η πρόσληψη υγρών είναι μεγαλύτερη από την αποβολή (υπερυδάτωση) η ωσμωτική πίεση στο εξωκυττάριο υγρό μειώνεται και ενεργοποιεί την μείωση της έκκρισης της αντιδιουρητικής ορμόνης. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται σχηματικά η διαδικασία ρύθμισης του οσοζυγίου νερού του σώματος με κύριο ρυθμιστή την αντιδιουρητική.



1.3. Μέθοδοι αξιολόγησης επιπέδων υδάτωσης

Η σύσταση του σώματος σε νερό αλλάζει συνεχώς γιατί το σώμα χάνει συνέχεια νερό μέσω της αναπνοής, του δέρματος, των νεφρών ενώ ταυτόχρονα μπορεί να προσλαμβάνει από τα υγρά και τις τροφές. Συνεπώς η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης ενός ανθρώπου μια δεδομένη στιγμή είναι αρκετά δύσκολο να γίνει με ακρίβεια. Οι τεχνικές για την εκτίμηση της υδάτωσης είναι αρκετές και αρκετοί ερευνητές έχουν ανασκοπήσει πόσο ακριβείς και αξιόπιστες είναι.

- Αλλαγές στο σωματικό βάρος

Οι αλλαγές που συμβαίνουν στο σωματικό βάρος σε σύντομα χρονικά διαστήματα αντανακλούν τις αλλαγές στα υγρά γιατί κανένα άλλο συστατικό του σώματος δεν αλλάζει τόσο γρήγορα ⁶. Θεωρούμε ότι 1 ml νερό αντιστοιχεί σε 1 γραμμάριο μάζας σώματος⁷. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει τις απώλειες από τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια της άσκησης.

- Χρώμα ούρων

Το χρώμα των ούρων έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης, ειδικά όταν άλλες μέθοδοι δεν είναι εφικτές. Για να εκτιμήσουμε το χρώμα των ούρων δεν είναι απαραίτητος εργαστηριακός εξοπλισμός οπότε είναι μέθοδος επιλογής σε περιπτώσεις που οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν σε εξωτερικό περιβάλλον ή όταν δεν υπάρχει πρόσβαση σε εργαστήριο.

Όταν απεκκρίνονται μεγάλες ποσότητες ούρων τότε τα ούρα είναι αραιά και οι διαλυμένες στα ούρα ουσίες απεκκρίνονται σε μεγάλο όγκο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα ούρα να έχουν διαυγή απόχρωση. Σε αντίθετη περίπτωση που απεκκρίνονται μικροί όγκοι ούρων είναι συμπυκνωμένα και πυκνά, οπότε έχουν σκούρο χρώμα.

Η σχέση μεταξύ χρώματος των ούρων και ειδικού βάρους και ωσμωτικότητας έχει διερευνηθεί από τον Armstrong και τους συνεργάτες του.⁸ Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μια κλίμακα με 8 χρώματα ⁹ και κατέληξαν ότι το χρώμα των ούρων και το ειδικό βάρος καθώς και ωσμωμοριακότητα έχουν γραμμική σχέση. Στην εικόνα φαίνεται η κλίμακα με τα χρώματα. Τα ανοιχτά χρώματα 1,2 και 3 στα ούρα σημαίνουν καλή ενυδάτωση ενώ τα πιο σκούρα χρώματα 4 έως 8 υποδεικνύουν από ήπια ως σοβαρή αφυδάτωση.

Ωστόσο το χρώμα των ούρων επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες εκτός των επιπέδων υδάτωσης. Τα φάρμακα, μερικές τροφές μεταβολικές νόσοι μπορεί να

αλλάζουν το χρώμα των ούρων. Τα βιβλιογραφικά δεδομένα για το παθολογικό χρώμα δεν είναι πολλά. Επίσης δεν υπάρχει αντικειμενική τυποποιημένη μέθοδος για τον

Medscape	
Red Urine	Black Urine
Medications Chloroquine Deferoxamine Hydroxocobalamin Ibuprofen Intravascular hemolysis Hemolytic anemia G6PD deficiency Sickle cell anemia Other medical conditions Nephrolithiasis Nutcracker syndrome Porphyrria Foods Beets Blackberries	Medications Phenazopyridine Rifampin Warfarin Thalassemia TTP, TTP Transfusion reaction Factitious disorder Contamination (e.g., menstruation) Carrots (carotene)
Orange Urine	White Urine (Albinuria)
Medications (in addition to causes of red urine) Isoniazid Riboflavin Urinary tract infection (isolated case report)	Medical Conditions Alcaptonuria Metastatic melanoma Porphyrria Chyluria Filariasis Lymphatic fistula Schistosomiasis Lipiduria Propofol infusion Proteinuria Pyuria from a UTI Urinary tuberculosis Mineral sediment Hypercalciuria Hypocalciuria Phosphaturia
Brown Urine	Blue or Green Urine
Medications Acetaminophen overdose Metronidazole Nifedipine Nitrofurantoin Medical Conditions Hemolytic anemia Metastatic melanoma Foods Fava beans Rhubarb	Medications Methylene blue Amitriptyline Clorets breath mints Cimetidine Flupirtine Indomethacin Methocarbamol Metoclopramide Phenothiazine Propofol Tetrahydronaphthalene Zalcipon Medical conditions Biliverdin Blue diaper syndrome Hartnup disease Herbicide ingestion Porphyrria Pseudomonas UTI Food Dye and Color Blue Number 1 (FD&C Blue No. 1)

Source: South Med J © 2012 Lippincott Williams & Wilkins

χαρακτηρισμό του χρώματος των ούρων¹⁰. Στον πίνακα φαίνονται διάφοροι παράγοντες που μπορεί να χρωματίσουν τα ούρα¹¹.

- Ειδικό βάρος

Η μέτρηση του ειδικού βάρους των ούρων αποτελεί μία από τις παραμέτρους της γενικής εξέτασης ούρων που χρησιμεύει στη διάγνωση παθήσεων του νεφρού. Στα ούρα ο προσδιορισμός του ειδικού βάρους (ΕΒ) εκφράζει την ικανότητα των νεφρών να αραιώνουν και να συμπυκνώνουν τα ούρα και συνήθως έχει τιμές από 1016 - 1030 και κλίμακα μέτρησης από 1000-1060 (1000 θεωρείται το ειδικό βάρος του νερού). Υψηλό ειδικό βάρος σημαίνει πυκνά ούρα ή αλλιώς υπέρτονα (τιμές μεγαλύτερες από 1010)

ενώ χαμηλό ειδικό βάρος σημαίνει αραιά ούρα ή αλλιώς υπότονα (με τιμές μικρότερες από 1010)¹². Η μέτρηση του ειδικού βάρους είναι ένας εύκολος και γρήγορος τρόπος αξιολόγησης του επιπέδου υδάτωσης. Η μέτρηση γίνεται με φορητό διαθλασίμετρο όπου μερικές



σταγόνες ενός δείγματος ούρων τοποθετούνται στο διαθλασίμετρο και στρέφεται προς μια πηγή φωτός η οποία περνά μέσω του δείγματος. Σε μελέτες έχει φανεί ότι το ειδικό βάρος είναι αξιόπιστος δείκτης επιπέδων υδάτωσης και συσχετίζεται γραμμικά με την ωσμωτικότητα ¹³. Το ειδικό βάρος και η ωσμωτικότητα είναι ευαίσθητοι σε αλλαγές στην ενυδάτωση αλλά υστερούν σε απότομες αλλαγές των υγρών του σώματος ¹⁴.

- Ωσμωτικότητα ούρων

Η ωσμωτικότητα είναι μέτρηση της συγκέντρωσης των ούρων σε διαλυτές ουσίες και συσχετίζεται με το ειδικό βάρος. Θεωρείται καλός δείκτης επιπέδων υδάτωσης σε πρωινά ούρα ¹⁵ μαζί με το ειδικό βάρος ενώ δεν προτείνεται για μετά την άσκηση ¹⁶. Οι φυσιολογικές τιμές κυμαίνονται από 50 έως 1200 mOsmol/kg ¹⁷. Σε μελέτες αφυδάτωσης της τάξεως 1,9% η ωσμωτικότητα των ούρων αυξήθηκε σε τιμές των 900 mOsmol/kg στα πρωινά ούρα της επόμενης μέρας ¹⁵. Οι Armstrong και συν. κατέληξαν ότι η ωσμωτικότητα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το ειδικό βάρος ¹⁸.

- Ωσμωτικότητα πλάσματος

Άλλος ένας δείκτης είναι η ωσμωτικότητα του πλάσματος η οποία μαζί με την μέτρηση του συνολικού νερού σώματος είχαν θεωρηθεί ως οι ιδανικές μέθοδοι για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης. Ωστόσο μελέτες δείχνουν ότι η ωσμωτικότητα πλάσματος μπορεί να αλλάζει σε απότομες αλλαγές όπως σε μελέτες στέρησης νερού αλλά σε φυσιολογικές μεταβολές της καθημερινότητας ο οργανισμός καταφέρνει να διατηρεί την ωσμωτικότητα σε σταθερά επίπεδα ¹⁹.

- Ανάλυση Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης

Η ανάλυση με την μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA) είναι μέθοδος ανάλυσης σύστασης σώματος. Κατά την μέθοδο αυτή μικρής έντασης εναλλασσόμενο ρεύμα εφαρμόζεται στο ανθρώπινο σώμα και μετράται η αγωγιμότητά του. Οι ιστοί που είναι πλούσιοι σε νερό και ηλεκτρολύτες, όπως οι μύες, το αίμα, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό είναι εξαιρετικά αγωγιμοί. Αντίθετα ιστοί όπως ο λιπώδης ιστός έχει μικρή αγωγιμότητα εφόσον



διαθέτει μικρές ποσότητες νερού. Συνεπώς η συνολική αγωγιμότητα αφορά την άλιπη μάζα σώματος ενώ η αντίσταση τη λιπώδη.

Η BIA ως μέθοδος εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης παρουσιάζει αρκετούς περιορισμούς και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η στάση του σώματος, η θερμοκρασία δέρματος, η κατανάλωση τροφίμων. Η μέθοδος BIA είναι όμως μια εύκολη, πρακτική, γρήγορη και οικονομική μέθοδος υπολογισμού σύστασης σώματος ειδικά για επιδημιολογικές μελέτες ²⁰. Αν και είναι ελπιδοφόρα ως τεχνική απαιτείται περαιτέρω έρευνα ώστε να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τις αλλαγές στα επίπεδα υδάτωσης ²¹.

- Δίψα

Το αίσθημα της δίψας αποτελεί ένα βασικό μηχανισμό επιβίωσης των θηλαστικών που ρυθμίζεται από πολύπλοκο μηχανισμό. Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης όταν δεν είναι εύκολη η χρήση κάποιου οργάνου. Ωστόσο το αίσθημα της δίψας εμφανίζεται όταν ο οργανισμός έχει ήδη αφυδατωθεί κατά 1 - 2 % του συνολικού βάρους ²².

Σε συνθήκες ηρεμίας το αίσθημα της δίψας εξισορροπεί και αποτρέπει την υποϋδάτωση ²². Η δίψα προκαλείται ως αποτέλεσμα της αύξησης της ωσμωτικής πίεσης του εξωκυττάριου υγρού και της δράσης πολλών ορμονών. Κατά τη διάρκεια της άσκησης ο μηχανισμός αυτός μπορεί να μην επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες σε υγρά.

Διάφορες κλίμακες έχουν αναπτυχθεί για να ποσοτικοποιήσουμε τη δίψα με τη βαθμολόγηση της αίσθησης τη ξηροστομία ή την ξηρότητα του λαιμού. Ενώ η άσκηση αυξάνει την ωσμωτική πίεση στο εξωκυττάριο υγρό και προάγει την έκκριση της αγγειοτενσίνης (ορμόνη που προκαλεί δίψα) τελικά δεν επαρκεί για την πρόσληψη των κατάλληλων υγρών και την υδατική ισορροπία. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται εθελοντική υποϋδάτωση. Οι ασκούμενοι συνήθως καλύπτουν από μόνοι τους το 66-75% των απωλειών τους.²³

- Αιματολογικοί δείκτες

Οι τιμές της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης και ουσιαστικά οι αλλαγές στις τιμές τους. Όμως οι αλλαγές αυτές αντιπροσωπεύουν αλλαγές στον όγκο του πλάσματος και όχι στο συνολικό νερό του σώματος. Εφ' όσον γνωρίζουμε τις τιμές των δύο παραμέτρων τότε με βάση την εξίσωση Dill και Costill μπορεί να υπολογιστεί η αλλαγή στον όγκο του πλάσματος²⁴

$$\% \Delta PV = (HbC / Hbi * 1 - Hcti / 1 - Hctc - 1) * 100$$

όπου c αναφέρεται στο δείγμα αίματος ελέγχου και
i αναφέρεται στο δείγμα αίματος οποιαδήποτε στιγμή

PV είναι ο όγκος του πλάσματος

Hb είναι η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης Hct είναι η συγκέντρωση του αιματοκρίτη

Η συγκεκριμένη τεχνική είναι πολύ αξιόπιστη εφόσον οι βασικές μετρήσεις είναι διαθέσιμες και έγκυρες. Ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη μπορεί να είναι έγκυροι δείκτες ενυδάτωσης αλλά απαιτούνται αξιόπιστες μετρήσεις αυτών των παραμέτρων για ακριβή αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης.

2. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΥΓΡΩΝ-ΝΕΡΟΥ

Λίγες χώρες έχουν αναπτύξει συστάσεις πρόσληψης νερού και αυτές που το έχουν κάνει έχουν βασιστεί σε πληθυσμιακές μελέτες πρόσληψης υγρών και ωσμωτικότητας των ούρων.²⁵

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Ασφάλειας τροφίμων (EFSA) καθορίζει την επαρκή ποσότητα πρόσληψης υγρών για συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες ²⁶. Οι επαρκείς ποσότητες προέκυψαν από συνδυασμό στοιχείων για την πρόσληψη υγρών σε πληθυσμούς (επιδημιολογικές μελέτες) και την επιθυμητή τιμή ωσμωτικότητας ούρων και επιθυμητής πρόσληψης υγρών ανάλογα με τις θερμίδες.

Οι τιμές που προτείνονται περιλαμβάνουν υγρά από νερό , ροφήματα όλου του είδους και τροφίμων σε περιβάλλον με μέτρια θερμοκρασία και με μέτρια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας (PAL = 1,6).

παιδιά 0-6 μηνών : 100-190 ml/kg/ημέρα

παιδιά 6-12 μηνών : 800-1000 ml

παιδιά 1 -2 ετών : 1100- 1200 ml

παιδιά 2- 3 ετών : 1300 ml

παιδιά 4 -8 ετών : 1600 ml

αγόρια 9-13 ετών : 2100 ml

κορίτσια 9-13 ετών : 1900 ml

> 14 ετών : όπως οι ενήλικες

άντρες : 2,5 λίτρα/ημέρα
γυναίκες : 2 λίτρα /ημέρα
έγκυες : + 300 ml/ημέρα
θηλάζουσες : + 700 ml/ημέρα
> 65 ετών : όπως οι ενήλικοι άντρες και γυναίκες

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας επίσης έχει δημοσιεύσει συστάσεις για την επαρκή πρόσληψη (AI) νερού.

0 – 6 μηνών 0.7 L/ημέρα νερού, προσλαμβανόμενο από μητρικό γάλα
7 – 12 μηνών 0.8 L/ημέρα νερού, προσλαμβανόμενο από μητρικό γάλα και πρόσθετα από τρόφιμα και ροφήματα
1 – 3 ετών 1.3L/ημέρα
3 – 8 ετών 1.7 L/ημέρα

9-13 ετών αγόρια 2.4 L/ημέρα
9 – 13 ετών κορίτσια 2.1 L/ημέρα
14-18 ετών αγόρια 3.3 L/ημέρα
14 – 18 ετών κορίτσια 2.3 L/ημέρα
19-70 ετών άντρες 3.7 L/ημέρα
19 – 70+ γυναίκες 2.7 L/ημέρα

Παρακάτω φαίνονται οι συστάσεις από το Ινστιτούτο Ιατρικής (IOM) ²⁷.

Οι Αμερικάνικες συστάσεις (DRI's) έχουν βασιστεί στις μέσες προσλήψεις υγρών του πληθυσμού. Αναλύσεις ωσμωτικότητας πλάσματος έγιναν στην μελέτη NHANES. Όμως σε πληθυσμιακό επίπεδο δεν υπάρχει αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης υδάτωσης. Επίσης οι δείκτες στα ούρα που χρησιμοποιούνται συχνά αντανakλούν την πρόσφατη πρόσληψη υγρών και όχι την υδάτωση του σώματος.²⁸ Δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι δείκτες που αξιολογούν τα επίπεδα υδάτωσης σε πληθυσμιακό επίπεδο.

Οι παρακάτω επαρκείς προσλήψεις δεν αφορούν άτομα που ασκούνται σε υψηλά επίπεδα τα οποία έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις από τις παραπάνω επαρκείς.

ΑΙ για τα βρέφη	
0-6 μηνών	0,7 L/day νερού, προσλαμβανόμενα από το ανθρώπινο γάλα
7-12 μηνών	0,8 L/day νερού, προσλαμβανόμενα από το ανθρώπινο γάλα συμπληρωματικά με τρόφιμα και ποτά.
ΑΙ για τα παιδιά	
1-3 ετών	1,3 L/day συνολικού νερού
4-8 ετών	1,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τα αγόρια	
9-13 ετών	2,4 L/day συνολικού νερού
14-18 ετών	3,3 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τα κορίτσια	
9-13 ετών	2,1 L/day συνολικού νερού
14-18 ετών	2,3 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τους άνδρες	
19-30 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
31-50 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τις γυναίκες	
19-30 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
31-50 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τους άνδρες	
51-70 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
>70 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τις γυναίκες	
51-70 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
>70 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
Πηγή IOM, 2004	

3. ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Υπάρχουν 3 είδη αφυδάτωσης ²⁹ : 1) η ισοτονική αφυδάτωση όπου οι απώλειες νερού και αλατιού είναι ίσες . 2) υπέρτονη αφυδάτωση που χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη απώλεια νερού από ότι ηλεκτρολυτών και 3) υπότονη όπου η απώλεια ηλεκτρολυτών είναι μεγαλύτερη από αυτή του νερού.

Ο ρόλος της υδάτωσης στην φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού είναι καλά αναγνωρισμένος. Μελέτες ενηλίκων δείχνουν ότι ακόμη και μέτρια αφυδάτωση έχει συνέπειες στη γνωσιακή λειτουργία , στη συγκέντρωση , ετοιμότητα και στη βραχεία μνήμη. Η σοβαρή αφυδάτωση σχετίζεται με μειωμένη καρδιακή λειτουργία, βλάβη στη

νεφρική λειτουργία, αδυναμία, πονοκέφαλος, ναυτία, αδιαθεσία.

Η πιο ακραία μορφή αφυδάτωσης είναι η κλινική αφυδάτωση που συνήθως συμβαίνει σε γηριατρικούς ασθενείς και τα συμπτώματα ποικίλουν³⁰ όπως χαμηλή αρτηριακή πίεση, ταχυκαρδία, σύγχυση, κώμα, μυϊκή αδυναμία, πονοκέφαλος, ναυτία.

Στην παρούσα μελέτη μας ενδιαφέρει η αφυδάτωση στην καθημερινότητα και ειδικά στα παιδιά και οι συνέπειές της. Μια από τις πιο καλά τεκμηριωμένες και σημαντικές συνέπειες είναι στη γνωσιακή λειτουργία.

Γνωσιακή λειτουργία:

Οι συνέπειες της αφυδάτωσης στη γνωσιακή λειτουργία έχουν μελετηθεί σε πολλές μελέτες στις οποίες η αφυδάτωση έχει επιτευχθεί με αποκλεισμό υγρών, έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, έντονη άσκηση και συνδυασμό αυτών.

Σε μια από τις παλαιότερες μελέτες των Sharma και συν, 8 υγιείς άντρες μετά από άσκηση και θερμό περιβάλλον παρουσίασαν σημαντική αδυναμία συγκέντρωσης όταν η αφυδάτωση έφτανε το 2 - 3 % ³¹. Σε άλλη μια από τις παλαιότερες μελέτες , 11 υγιείς νεαροί άντρες αφυδατώθηκαν σε θερμό περιβάλλον με αποκλεισμό υγρών μέχρι 1 %, 2 %, 3 % απώλειας σωματικού βάρους ³². Σε ποσοστό αφυδάτωσης 2 % η βραχυχρόνια μνήμη, η ικανότητα με τους αριθμούς, η προσοχή και η ικανότητα συγκέντρωσης επηρεάστηκαν αρνητικά.

Μεταγενέστερες μελέτες επιβεβαιώνουν τα παραπάνω αποτελέσματα. Στις μελέτες των Cian και συν ^{33 34}, 7 υγιείς άντρες αφυδατώθηκαν στο 2,7 % και 2,8 % του σωματικού βάρους. Επηρεάστηκαν λειτουργίες όπως ο χρόνος αντίδρασης (αντανακλαστικά), βραχεία μνήμη και η ικανότητα παρακολούθησης. Η αυξημένη κόπωση ήταν επίσης άλλη μια συνέπεια της αφυδάτωσης.

Ενώ οι συνέπειες της αφυδάτωσης στη γνωσιακή λειτουργία είναι καλά εδραιωμένες από αρκετές μελέτες, οι συνέπειες της στην καθημερινότητα και στην ευεξία δεν είναι καλά τεκμηριωμένες.

Σύμφωνα με τις παραπάνω συνέπειες θα μπορούσαμε να σκεφτούμε ότι η αφυδάτωση μπορεί να παίξει ρόλο και στην σχολική απόδοση εφόσον επηρεάζει γνωσιακές λειτουργίες. Διαπιστώνουμε σε αυτό το κομμάτι της βιβλιογραφίας υπάρχει ένα μεγάλο κενό, ενώ οι έρευνες για την πρόσληψη πρωτεΐνης και σχολικής απόδοσης είναι πολλές, δεν υπάρχουν μελέτες να διερευνούν την πρόσληψη υγρών - αφυδάτωσης και σχολικής απόδοσης.

3. ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΔΑΤΩΣΗΣ

Μόνο όταν ένα παιδί θηλάζει προσλαμβάνει την ιδανική ποσότητα υγρών και έχει την ιδανική υδάτωση ³⁵. Το μητρικό γάλα έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό από τη διατροφή ενός ενήλικα. Παρ' όλα αυτά όμως ο όγκος ούρων ανά ενέργεια είναι παρόμοιος. Τα παιδιά έχουν μεγαλύτερες απώλειες από άλλες οδούς εκτός της νεφρικής λόγω της αυξημένης επιφάνειας σώματος σε σχέση με το βάρος τους. Το ωσμωτικό φορτίο είναι 4 φορές χαμηλότερο και αντιστοιχεί σε χαμηλή ωσμωτικότητα ούρων των 130 mOsm/kg η οποία μειώνει την ικανότητα των νεφρών να παράγουν ούρα ²⁹. Το ολικό νερό σώματος ανάλογα με το βάρος σώματος είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερο στα παιδιά σε σύγκριση με τους ενήλικες ³⁶. Απώλεια 10 % του ολικού νερού σώματος αποτελεί απειλή για τη ζωή παιδιών και ενηλίκων. Ωστόσο είναι πιο εύκολο και γρήγορο να συμβεί στα παιδιά από ότι στους ενήλικες. Μηχανισμοί όπως ο ιδρώτας που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του σώματος αρχίζουν να λειτουργούν όπως στους ενήλικες κατά τη διάρκεια της εφηβείας ³⁷. Τα παιδιά μέχρι και την εφηβεία βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο για αφυδάτωση από ότι οι ενήλικες. Ειδικά σε νεογνά και βρέφη η μόνη ευκαιρία να τα σώσουμε από κρίσιμες καταστάσεις όπως για παράδειγμα μια οξεία γαστρεντερίτιδα είναι μέσω της πρόληψης της αφυδάτωσης.

Εκτός από τα παιδιά που θηλάζουν δεν υπάρχουν δεδομένα για να καθορίσουμε τη βέλτιστη πρόσληψη νερού σε παιδιά.

Δεν είναι πολλές οι μελέτες που εξετάζουν την πρόσληψη νερού σε παιδιά. Επίσης δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα εάν τα παιδιά εξασφαλίζουν την επαρκή ποσότητα υγρών σύμφωνα με τις οδηγίες του Ιατρικού Ινστιτούτου (IOM). Μια πρόσφατη μελέτη ³⁸ στις ΗΠΑ, χρησιμοποιώντας στοιχεία από την γνωστή μελέτη NHANES επιχείρησε να αξιολογήσει την πρόσληψη υγρών (νερού και ροφημάτων) ανάμεσα σε 4766 παιδιά ηλικίας 4-13 ετών. Ένα μεγάλο ποσοστό των κοριτσιών (83%) και αγοριών (85%) ηλικίας 9-13 ετών δεν ικανοποιούσαν τις συστάσεις πρόσληψης του IOM. Τα παιδιά 4-8 ετών έπιναν 15 % λιγότερο νερό από τη συνιστώμενη ποσότητα και το 75 % δεν κάλυπτε τις ανάγκες τους.

Σε μια άλλη μελέτη ³⁹ με 548 παιδιά 9-11 ετών αξιολογήθηκαν τα επίπεδα ανάλογα με την ωσμωτικότητα των ούρων και βρέθηκαν υψηλά επίπεδα του δείκτη. Το 63 % των παιδιών ήταν αφυδατωμένα παρά το ότι το 90 % είχαν λάβει πρωινό το 75 % δεν είχαν πιεί νερό ταυτόχρονα. Πολλές είναι οι μελέτες που δείχνουν ότι η πρόσληψη νερού σχετίζεται με καλύτερη διατροφή, καλύτερες διατροφικές συμπεριφορές και χαμηλότερα ποσοστά χρόνιων ασθενειών ^{40 41}. Ο Park και συν ⁴² με δεδομένα από μια μεγαλύτερη μελέτη σε 11049 παιδιά 9-12 ετών διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της πρόσληψης νερού,

κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, διατροφικές συνήθειες και συμπεριφορές υγείας. Βρέθηκε ότι η χαμηλή πρόσληψη νερού σχετιζόταν με φτωχή ποιότητα διατροφής και μειωμένη φυσική δραστηριότητα.

Τα χαμηλά επίπεδα υδάτωσης λοιπόν είναι ένα σύνηθες φαινόμενο στα παιδιά και εάν συνυπολογίσουμε τις συνέπειες της, τότε προκύπτει η σημαντικότητα να βρεθεί μια μέθοδος ανίχνευσης των παιδιών με αφυδάτωση και διόρθωσής της.

Υπάρχει η ανάγκη για μια εύκολη και πρακτική μέθοδο αξιολόγησης επιπέδων υδάτωσης των παιδιών ώστε να εντοπίζονται τα χαμηλά επίπεδα υδάτωσης, ακόμη και μέσα στην καθημερινότητά τους. Στην παρούσα μελέτη θα διερευνηθεί το χρώμα των ούρων ως δείκτης επιπέδων υδάτωσης και ως μέθοδος αυτοαξιολόγησης από τα παιδιά.

4.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΔΕΙΓΜΑ

Επιλέχθηκαν τυχαία 210 υγιή αγόρια και κορίτσια στην περιοχή του νομού Αττικής. Όλοι οι συμμετέχοντες έπρεπε να είναι υγιή μη συστηματικά ασκούμενα παιδιά ηλικίας 8-14 ετών. Στους γονείς όλων των εθελοντών δόθηκε σύμφωνο εθελοντικής συμμετοχής προκειμένου να υπογραφεί.

Παρακάτω αναφέρονται τα κριτήρια μη συμμετοχής στην μελέτη.

Κριτήρια μη Συμμετοχής

- Ενδείξεις για καρδιαγγειακές, αιματολογικές, ηπατικές, γαστρεντερολογικές, νεφρολογικές, ψυχιατρικές παθήσεις καθώς και πνευμονολογικά προβλήματα.
- Συστηματική φαρμακολογική θεραπεία μέχρι και 15 ημέρες πριν την αρχή της μελέτης.
- Αδυναμία συμμετοχής σε ολόκληρη τη μελέτη.
- Συστηματική συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες για πάνω από 2 ημέρες/εβδομάδα την περίοδο των μετρήσεων.

Πειραματικός σχεδιασμός

Αρχικά προγραμματίστηκε μια συνάντηση με τους γονείς όπου τους δόθηκε να υπογράψουν το σύμφωνο εθελοντικής συμμετοχής. Επίσης παραδόθηκαν όλα τα απαραίτητα ερωτηματολόγια και λήφθηκε ιατρικό ιστορικό των παιδιών.

Η μελέτη περιλαμβάνει μετρήσεις ούρων 24ώρου οπότε δόθηκαν 3 δοχεία ούρων 24ώρου με σήμανση “#1 - 24h”, “#2 - Μεσημεριανό”, και “#3 – Πρωινό”. Συστήθηκε στους εθελοντές με τη βοήθεια και των γονιών να συλλέξουν στο δοχείο 1 όλα τα ούρα του 24ώρου εκτός των πρώτων πρωινών και των μεσημεριανών. Στο δοχείο 2 να τοποθετηθεί το μεσημεριανό μόνο δείγμα και στο δοχείο 3 το πρωινό δείγμα της επόμενης ημέρας.

Ζητήθηκε από τους εθελοντές σε κάθε ούρηση να σημειώνουν με έναν μαρκαδόρο που τους δόθηκε μια γραμμή τη στάθμη και την ώρα, ώστε να γνωρίζουμε τους επιμέρους όγκους.

Επίσης για τα πρώτα πρωινά και μεσημεριανά ούρα ζητήθηκε από τους εθελοντές να αξιολογήσουν το επίπεδο της δίψας τους μέσω ειδικά διαβαθμισμένης κλίμακας και να εκτιμήσουν το χρώμα που πιστεύουν ότι έχουν τα ούρα τους σύμφωνα με μια τετραβάθμια και μια οκταβάθμια κλίμακα¹⁸. Η τετραβάθμια κλίμακα ήταν επίσης του

Armstrong και συν. με τη διαφορά ότι χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα χρώματα 1, 3, 5 και 7. Οι κλίμακες δόθηκαν στους εθελοντές από τους ερευνητές.

Ανθρωπομετρικές μετρήσεις

Οι ερευνητές κατέγραψαν το σωματικό βάρος των παιδιών με μηχανικό ζυγό (Seca, model: 7701321004, Vogel & Hamburg, Germany) και το ύψος με σταδιόμετρο (Seca, model: 770, Vogel & Hamburg, Germany).

Το ποσοστό λίπους υπολογίστηκε με το πρόγραμμα Bodygram 1.31 Hellas με τη χρήση εξίσωσης για νεαρούς πληθυσμούς της νότιας Ευρώπης.

Εργαστηριακές αναλύσεις

Στα δείγματα μετρήθηκε άμεσα ο όγκος, η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος, εκτιμήθηκε το χρώμα. Το χρώμα των ούρων εκτιμήθηκε με τη σύγκριση κάθε δείγματος με την οκταβάθμια κλίμακα του Armstrong. Σε περίπτωση που δεν ήταν εφικτή η άμεση ανάλυση των δειγμάτων αυτά διατηρούνταν σε ψυγείο στους 4 °C και οι αναλύσεις γίνονταν την επόμενη μέρα. τα δείγματα #2 and #3 αναλύονταν ξεχωριστά και εν συνεχεία αναμειγνύονταν με το δείγμα #1 για το δείγμα του 24ώρου.

5.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των 210 εθελοντών - παιδιών παρουσιάζονται στον πίνακα 1 ενώ οι μέσες τιμές και οι διακυμάνσεις φαίνονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

	Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση	Εύρος
Μέγεθος δείγματος	210	210
Ύψος	1.49 ± 0.13	1.19–1.80
Βάρος	43.4 ± 12.6	21.4–82.0
Δείκτης μάζας σώματος	19.2 ± 3.2	13.2–32.8
Σωματικό λίπος	25.2 ± 7.8	8.8–47.2
Ολικό νερό σώματος	25.9 ± 6.5	11.9–42.5

Πίνακας 2 : Μέσες τιμές και διακυμάνσεις

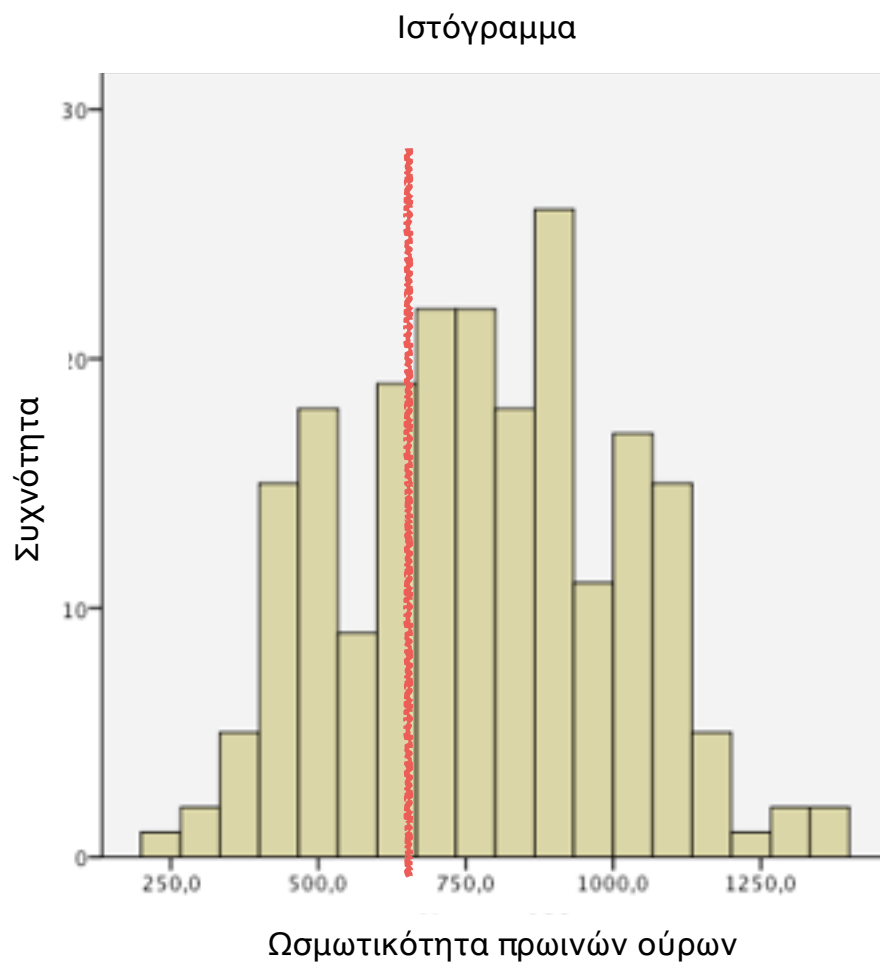
	Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση	Εύρος
Όγκος ούρων (ml)	1335 $\pm$ 620	545-4000
Ωσμωτικότητα-24ώρου(mmol/kg)	686 $\pm$ 223	261-1254
Ωσμωτικότητα- πρωϊνά ούρα (mmol /kg)	780 $\pm$ 235	263-1381
Ωσμωτικότητα μεσημεριανά ούρα (mmol kg ⁻¹)	747 $\pm$ 277	96-1302
Ειδικό Βάρος-24ώρου	1.018 $\pm$ 0.005	1.007–1.033
Ειδικό Βάρος πρωϊνά ούρα	1.021 $\pm$ 0.006	1.008–1.03
Ειδικό Βάρος μεσημεριανά ούρα	1.019 $\pm$ 0.007	1.002–1.035
Χρώμα ούρων 24ώρου Εργαστήριο	2.9 $\pm$ 1.1	1-7
Χρώμα ούρων πρωϊνά-Εργαστήριο	2.9 $\pm$ 0.9	1-6
Χρώμα ούρων μεσημεριανά Εργαστήριο	2.7 $\pm$ 1.0	1-5
Χρώμα ούρων πρωϊνά - αυτοαξιολόγηση	4.2 $\pm$ 1.3	1-7
Χρώμα ούρων μεσημεριανά-Αυτοαξιολόγηση	3.6 $\pm$ 1.4	1-8

Ο μέσος όρος ωσμωτικότητας πρωινών ούρων των ατόμων ήταν 779 , με δεδομένο ότι ωσμωτικότητα μεγαλύτερη απο 700 σημαίνει αφυδάτωση, συμπεραίνουμε ότι το δείγμα ήταν αφυδατωμένο το πρωί. Τα μεσημεριανά ούρα έχουν μέσο όρο ωσμωτικότητας 746 δείχνουν δηλαδή επίσης αφυδάτωση. Τα ούρα 24ώρου έχουν μέσο όρο ωσμωτικότητας 686 και φαίνεται ήπια αφυδάτωση.

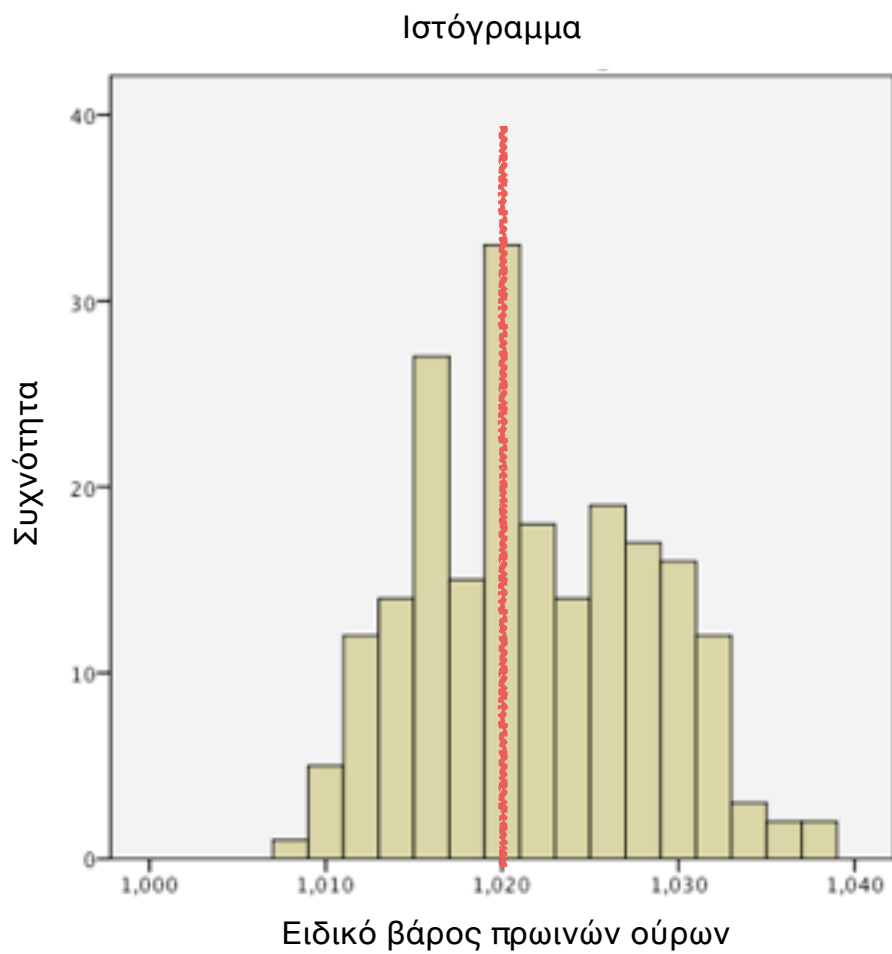
Ο μέσος όρος ειδικού βάρους πρωινών, μεσημεριανών και 24ώρου είναι 1021, 1019, 1018 αντίστοιχα, με δεδομένο ότι ειδικό βάρος μεγαλύτερο από 1020 σημαίνει αφυδάτωση, συμπεραίνουμε ότι τα άτομα ήταν οριακά αφυδατωμένα.

Σύμφωνα με το χρώμα ούρων τα παιδιά είχαν μέσο όρο 2,9 για τα πρωϊνά ούρα, 2,7 για τα μεσημεριανά και 2,8 για τα 24 ώρου, δηλαδή δεν είναι αφυδατωμένα δεδομένου ότι στην χρωματική κλίμακα Armstrong πάνω από 3,5 σημαίνει αφυδάτωση.

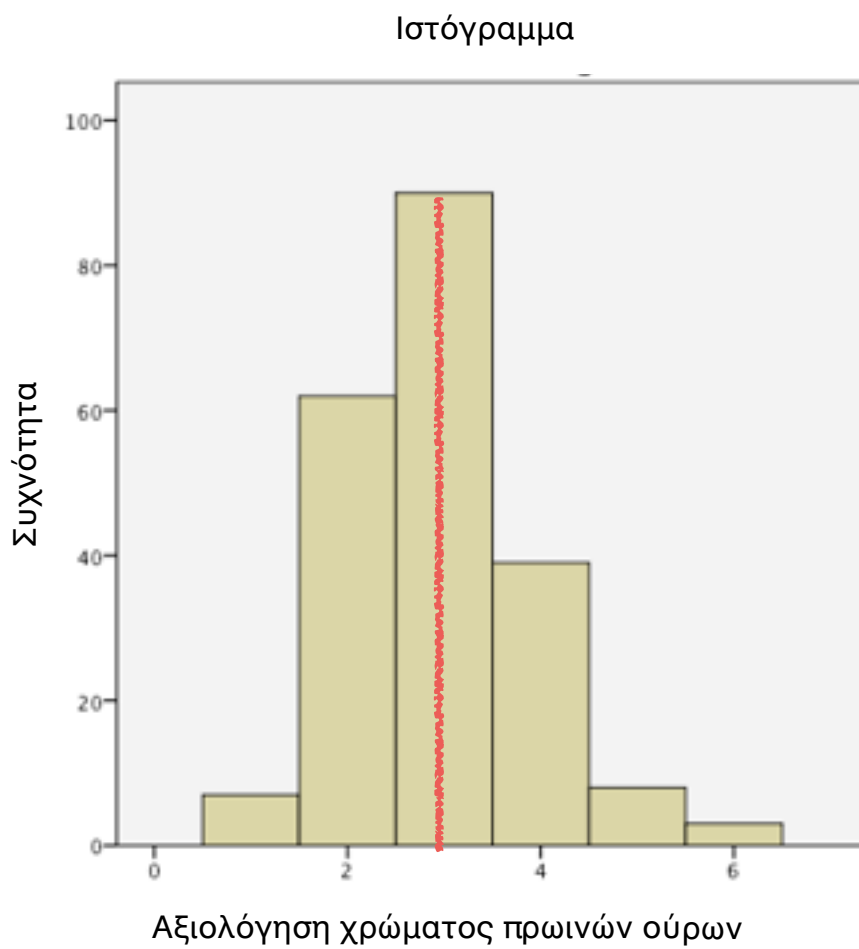
Στην αυτοαξιολόγηση όπου τα παιδιά έκριναν μόνα τους το χρώμα των ούρων ο μέσος όρος για τα πρωινά ούρα είναι 4,2 δηλαδή αφυδατωμένα. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις μετρήσεις του εργαστηρίου.



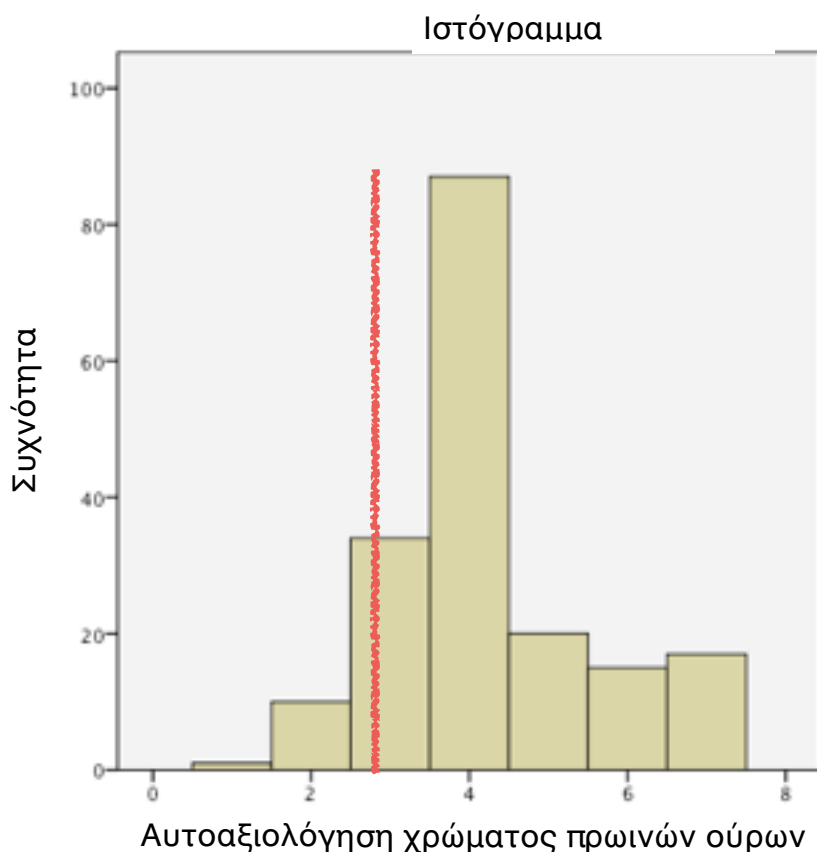
Διάγραμμα 1 Συχνότητα εμφάνισης των τιμών της ωσμωτικότητας στο δείγμα. Αριθμός ατόμων που έχουν ωσμωτικότητα πάνω από 700mOsmol. (κόκκινη γραμμή)



Διάγραμμα 2 Συχνότητα εμφάνισης των τιμών του ειδικού βάρους στο δείγμα . Αριθμός ατόμων που έχουν ειδικό βάρος πάνω από 1020.



Διάγραμμα 3 Συχνότητα εμφάνισης των τιμών του χρώματος ούρων σύμφωνα με την κλίμακα Armstrong. Αριθμός ατόμων που έχουν τιμή πάνω από 3,5.



Διάγραμμα 4 : Συχνότητα εμφάνισης των τιμών της αυτοαξιολόγησης του χρώματος ούρων σύμφωνα με την κλίμακα Armstrong

Στο διάγραμμα 1 φαίνεται η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται οι τιμές της ωσμωτικότητας στο δείγμα. Φαίνεται ότι το δείγμα στο μεγαλύτερο ποσοστό έχει ωσμωτικότητα πάνω από 700 που σημαίνει ότι είναι αφυδατωμένο.

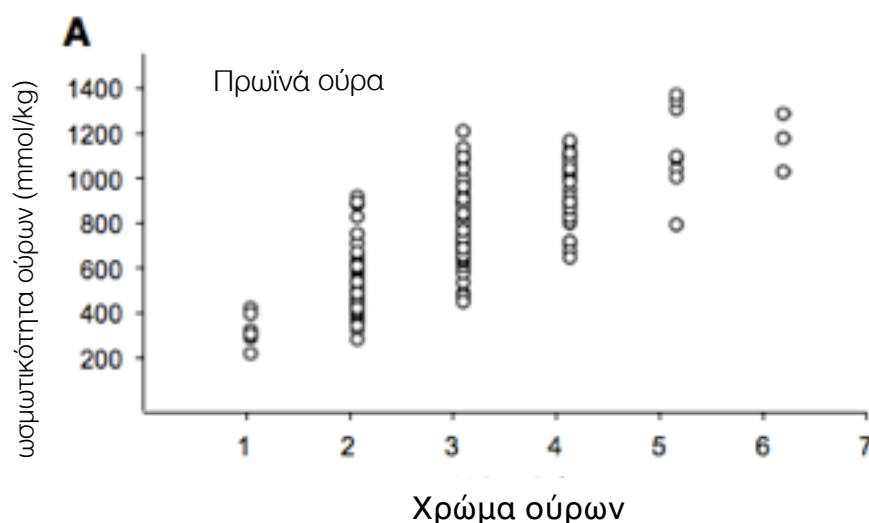
Στο διάγραμμα 2 φαίνεται η συχνότητα των τιμών του ειδικού βάρους. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος έχει ειδικό βάρος πάνω από 1020 που σημαίνει επίσης ότι είναι αφυδατωμένο.

Στο διάγραμμα 3 φαίνεται η συχνότητα των τιμών που παίρνει το χρώμα ούρων ανάλογα με την κλίμακα Armstrong. Σε αντίθεση με την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος σύμφωνα με το χρώμα των ούρων το δείγμα δεν είναι αφυδατωμένο σε μεγάλο ποσοστό.

Στο διάγραμμα 4 φαίνεται η συχνότητα των τιμών της αυτοαξιολόγησης του χρώματος ούρων σύμφωνα με την κλίμακα Armstrong. Σύμφωνα με τη αυτοαξιολόγηση του χρώματος, μεγάλο ποσοστό του δείγματος είναι αφυδατωμένο σε αντίθεση με την αξιολόγηση του χρώματος των ούρων από τον ερευνητή.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΟΥΡΩΝ

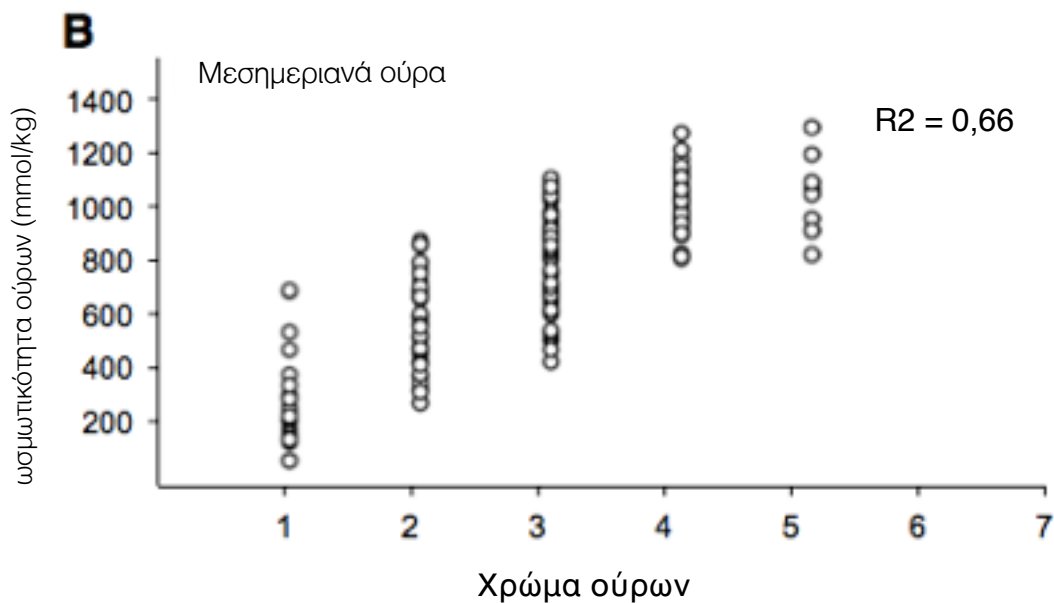
Στο διάγραμμα 5Α φαίνεται η συσχέτιση ανάμεσα στην ωσμωτικότητα και το χρώμα των πρωινών ούρων.



Διάγραμμα 5Α: Συσχέτιση των δεικτών ωσμωτικότητα ούρων-χρώμα

Η συσχέτιση αυτή θέλουμε να είναι γραμμική και να διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Το R^2 είναι 0,56 και αυτό σημαίνει ότι στο 56% του δείγματος η αξιολόγηση ενυδάτωσης είναι ίδια και με τις 2 μεθόδους. Δηλαδή μόνο στο 56 % του δείγματος υπάρχει συσχέτιση των εκτιμήσεων που προκύπτουν από την αξιολόγηση του χρώματος των ούρων και την ωσμωτικότητα. Η συσχέτιση αυτή είναι στατιστικά σημαντική αφού $Pvalue < 0,0001$.

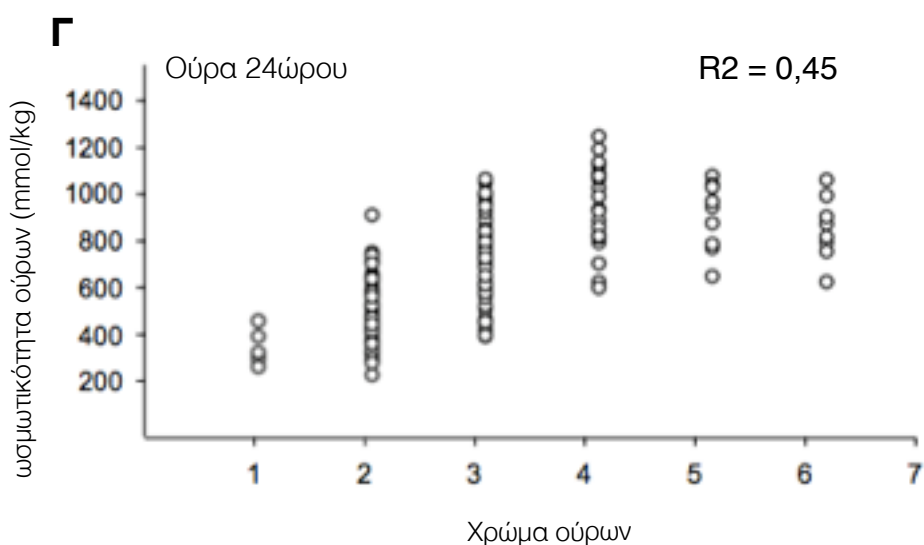
Στο διάγραμμα 5B φαίνεται η συσχέτιση ανάμεσα στην ωσμωτικότητα και το χρώμα των μεσημεριανών ούρων.



Διάγραμμα 5B : Συσχέτιση των δεικτών ωσμωτικότητα ούρων-χρώμα μεσημεριανών

Το R^2 είναι 0,66 και αυτό σημαίνει ότι στο 66% του δείγματος η αξιολόγηση της ενυδάτωσης είναι ίδια με τις 2 μεθόδους. Η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική $Pvalue < 0,0001$.

Στο διάγραμμα 5Γ φαίνεται η συσχέτιση ανάμεσα στην ωσμωτικότητα και το χρώμα των ούρων 24ώρου.



Το R2 είναι 0,45 που σημαίνει ότι στο 45% του δείγματος η εκτίμηση της ενυδάτωσης είναι ίδια με τις 2 μεθόδους. Η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική $P\text{value} < 0,0001$. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η καλύτερη συσχέτιση είναι για τα μεσημεριανά ούρα.

Για να ελέγξουμε τη διαγνωστική ακρίβεια του χρώματος ούρων εφαρμόσαμε καμπύλη λειτουργικού χαρακτηριστικού δέκτη (ROC curve) . (πίνακας 3)

Πίνακας 3 : Καμπύλη λειτουργικού δέκτη (ROC analysis) για την αξιολόγηση του χρώματος ούρων (εργαστηρίου και αυτοαξιολόγησης) ως διαγνωστικό εργαλείο αφυδάτωσης.

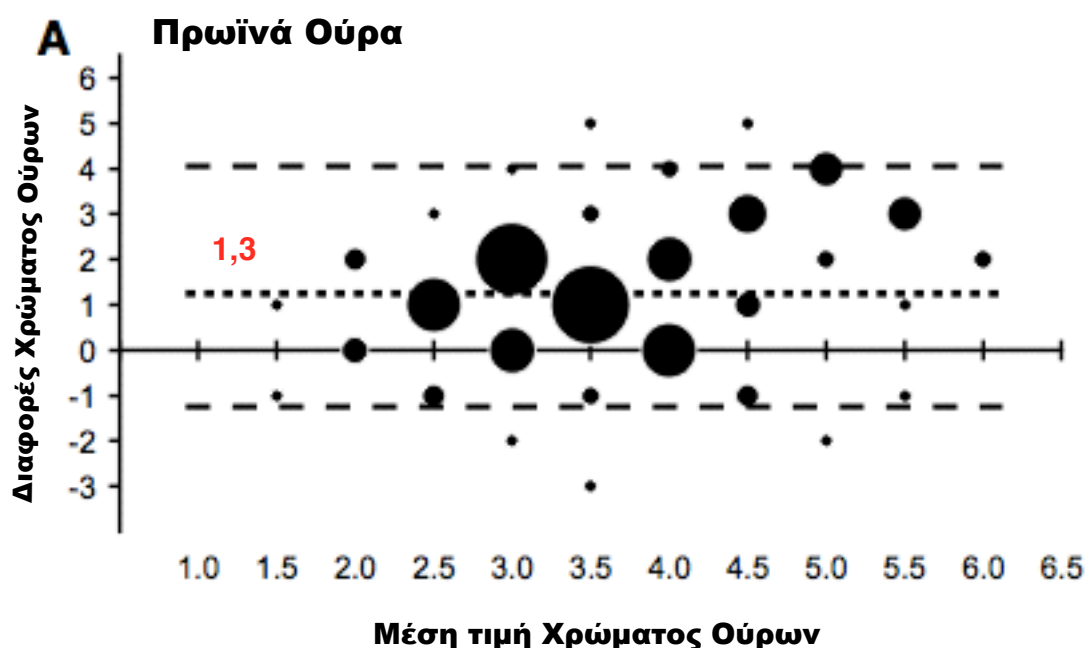
Predictive value	Diagnostic standard	Threshold	AUC	Sensitivity	Specificity
Χρώμα ούρων 24ώρου Εργαστήριο	Ωσμωτικότητα α 24ώρου	3	0,90	98,4%	59,6
Χρώμα ούρων πρωϊνά Εργαστήριο	Ωσμωτικότητα α πρωινών	3	0,85	91,7	54,9
Χρώμα ούρων μεσημεριανά Εργαστήριο	Ωσμωτικότητα α μεσημεριανών	3	0,92	94,6	68,3
Χρώμα ούρων πρωϊνά Αυτοαξιολόγηση	Ωσμωτικότητα α πρωινών	4	0,67	88,0	34,6
Χρώμα ούρων μεσημεριανά αυτοαξιολόγηση	Ωσμωτικότητα α μεσημεριανών	4	0,74	70,4	71,1
Χρώμα ούρων πρωϊνά Αυτοαξιολόγηση	Ωσμωτικότητα α 24ώρου	4	0,68	87,5	29,7
Χρώμα ούρων μεσημεριανά αυτοαξιολόγηση	Ωσμωτικότητα α 24ώρου	4	0,78	72,2	62

Από την ανάλυση ROC προκύπτει ότι το χρώμα των ούρων σαν δείκτης έχει καλή διαγνωστική ικανότητα ανίχνευσης της αφυδάτωσης ($U_{osmo} > 800 \text{ mmol/kg}$), εφόσον το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη (AUC) είναι μεταξύ 0,8-0,89.⁴³

Η αυτοαξιολόγηση του χρώματος των πρωινών ούρων φαίνεται να έχει δυνατότητα να προβλέψει την αφυδάτωση αλλά όχι την καλή υδάτωση. (Πίνακας 3 : ευαισθησία 88% , ειδικότητα 34,6%).

Η επιφάνεια κάτω από την καμπύλη για για την αυτοαξιολόγηση πρωι και μεσημέρι είναι 0,67 και 0,74 αντίστοιχα, οπότε έχουν καλή διαγνωστική ικανότητα να αναγνώρισουν την αφυδάτωση σε ούρα με ωσμωμοριακότητα $> 800 \text{ mOsmol/kg}$.

Προκειμένου να δουμε εάν η αυτοαξιολόγηση του χρώματος των ούρων από τα παιδιά συμφωνεί με την εκτίμηση του χρώματος των ούρων στο εργαστήριο εφαρμόσαμε Bland Altman ανάλυση. (διάγραμμα 6α και 6β) Η ανάλυση Bland Altman χρησιμοποιείται για να συγκρίνει 2 μεθόδους που αξιολογούν την ίδια παράμετρο.

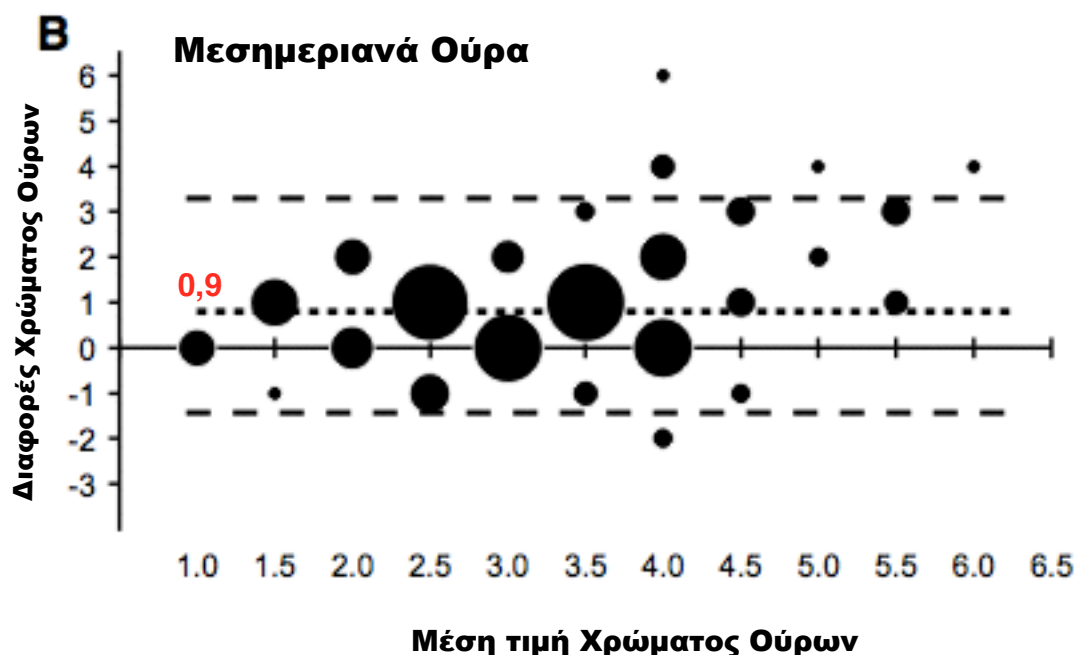


Διάγραμμα 6α

Στον άξονα x είναι οι μέσες τιμές της αυτοαξιολόγησης του χρώματος των ούρων και του εργαστηρίου. Ο άξονας y αναπαριστά τη διαφορά ανάμεσα στις 2 μετρήσεις παιδιών και εργαστηρίου για κάθε δείγμα.

Η διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των εκτιμήσεων εργαστηρίου και παιδιών είναι 1,3 και 0,9 αντίστοιχα για τα πρωίνα και μεσημεριανά ούρα.

Οι εθελοντές έχουν την τάση να εκτιμούν πιο σκούρα τα ούρα από ότι οι ερευνητές στο



Διάγραμμα 6β

εργαστήριο με αποτέλεσμα όσο αυξάνει το χρώμα των ούρων τόσο αυξάνει και η ασυμφωνία μεταξύ εργαστηρίου και εθελοντών.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τη παρούσα μελέτη προκύπτει ότι το χρώμα των ούρων (πρωινών, μεσημεριανών, 24ώρου) σχετίζεται με την ωσμωτικότητα σε υγιή παιδιά και μπορεί να προβλέψει την κατάσταση υδάτωσης.

Η αυτοαξιολόγηση του χρώματος ούρων από τα παιδιά μπορεί να προβλέψει την αφυδάτωση αν και φαίνεται τα παιδιά να υπερεκτιμούν το χρώμα των ούρων και να τα εκτιμούν ως πιο σκούρα. Η διαφορά ανάμεσα στις εκτιμήσεις του χρώματος των ούρων από τα παιδιά και στις εκτιμήσεις του εργαστηρίου ωφείλεται ίσως στο ότι τα παιδιά αξιολόγησαν το χρώμα μέσα στον ουροσυλλέκτη σε άγνωστες καταστάσεις φωτισμού ενώ στο εργαστήριο οι ερευνητές το αξιολόγησαν μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα σε επαρκή φωτισμό εργαστηρίου. Η εκτίμηση του χρώματος των ούρων είναι μια υποκειμενική εξέταση και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ο φωτισμός, το δοχείο κ.α.

Το χρώμα των ούρων είναι ένας εύκολος τρόπος για να αυτοαξιολογήσουν τα παιδιά την κατάσταση ενυδάτωσης ειδικά αν είναι αφυδατωμένα.

Το γεγονός ότι αξιολογούν τα ούρα πιο σκούρα δεν αποτελεί εμπόδιο στο να οργανωθεί μια καμπάνια ενημέρωσης για τη σχέση του χρώματος ούρων και της αφυδάτωσης ώστε να αξιολογούν την κατάσταση ενυδάτωσης τους από το χρώμα των ούρων και να προσλαμβάνουν υγρά . Εάν κάποια παιδιά με βάση το χρώμα των ούρων θεωρήσουν ότι είναι αφυδατωμένα τότε απλά θα πίνουν περισσότερο νερό κάτι που δεν θα προκαλέσει πρόβλημα. Επίσης τα παιδιά δεν ήταν εξοικειωμένα με την κλίμακα και ήταν η πρώτη φορά που την χρησιμοποιούσαν ίσως για αυτό υπερεκτίμησαν το χρώμα. Στο μέλλον εφόσον η κλίμακα λειτουργεί και σε παιδιά σε καθημερινές συνθήκες θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο σε πρόγραμμα εκπαίδευσης των παιδιών να αξιολογούν την κατάσταση υδάτωσής τους αφού εκπαιδεύουν στην χρήση της κλίμακας .

Η κλίμακα Armstrong για το χρώμα των ούρων αρχικά δημιουργήθηκε και εφαρμόστηκε σε αθλητές υπό έντονη άσκηση και σε ζεστές κλιματικές συνθήκες που επιτείνουν την αφυδάτωση ¹⁸ . Στην παρούσα εργασία η κλίμακα εξετάστηκε σε παιδιά σε κανονικές καταστάσεις και βρέθηκε ότι μπορεί να λειτουργεί εξίσου καλά ως δείκτης αφυδάτωσης. Σημαντικό είναι επίσης ότι στην παρούσα μελέτη η αυτοαξιολόγηση των πρωινών και μεσημεριανών ούρων παρουσίασαν ισχυρή συσχέτιση και με τα ούρα 24ώρου. Το τελευταίο σημαίνει ότι το χρώμα των ούρων μπορεί να αποτελέσει εργαλείο εκτίμησης υδάτωσης για όλη την ημέρα. Η συλλογή ούρων 24ώρου είναι μια αρκετά δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία ειδικά για παιδιά με πολλές δραστηριότητες μέσα στην ημέρα. Επίσης τα πρωινά ούρα έχει αποδειχθεί ότι υπερεκτιμούν την αφυδάτωση ^{44 45} . Συνεπώς προκύπτει ότι τα μεσημεριανά ούρα μπορούν να αποτελούν άριστο δείγμα για την εκτίμηση της ημερήσιας κατάστασης υδάτωσης.

Με δεδομένα ότι η καλή κατάσταση υδάτωσης είναι σημαντική και τις συνέπειες της αφυδάτωσης στα παιδιά όπως αναφερθήκαν παραπάνω , η δημιουργία ενός εργαλείου που να μπορεί εύκολα να ανιχνεύει την αφυδάτωση, ακόμη και από τα ίδια τα παιδιά χωρίς να απαιτείται η παρουσία τους σε εργαστηριακό χώρο, κρίνεται αναγκαία. Το χρώμα των ούρων με την κλίμακα Armstrong φαίνεται να πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις σύμφωνα με την παρούσα μελέτη. Στο μέλλον χρειάζονται κι άλλες μελέτες να βεβαιώσουν το παραπάνω ώστε να διοργανωθεί καμπάνια ενημέρωσης του κοινού για τα οφέλη της καλής ενυδάτωσης στα παιδιά και να εφαρμοστεί η κλίμακα στον πληθυσμό.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ¹Dietary Reference Intakes (2006). The Essential Guide to Nutrients Requirements. Institute of Medicine of the National Academies: Washington DC, 543 pp.
- ² E Jequier and F Constant Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration European Journal of Clinical Nutrition (2010) 64, 115–123
- ³ Wang ZM, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB (1999). Hydration of fat-free body mass: a review and critique of a classic body-composition constant. Am J Clin Nutr 69, 833–841.
- ⁴ EFSA (2008). Draft dietary reference values for water. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, (agreed on 11 April 2008 for release for public consultation).
- ⁵ Ganong WF (2005). Review of Medical Physiology, 22nd edn, LANGE- Science: New York.
- ⁶ SM Shirreffs Markers of hydration status Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S6–S9
- ⁷ Lentner C (1981): Geigy scientific tables. 8th Edition. Basle: Ciba-Geigy Limited.
- ⁸ Armstrong LE, Soto JA, Hacker Jr FT, Casa DJ, Kavouras SA & Maresh CM (1998): Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. Int. J. Sport Nutr. 8, 345–355.
- ⁹ Armstrong LE (2000): Performing in Extreme Environments. Cham- paign: Human Kinetics.
- ¹⁰ Sivakumaran T. Letter: use of a Munsell color chart to describe urine color. Clin Chem 1975;21:639
- ¹¹ Abnormal Urine Color Ryan D. Aycock, MD, MS, Dara A. Kass, MD South Med J. 2012;105(1):43-47.
- ¹² Πισπίνη Ε. Εργαστηριακά Μαθήματα Κλινικής Χημείας Ι. ΤΕΙ Αθηνών 1997.
- ¹³ Armstrong LE, Hacker FT Jr, Casa JR, Kavouras SA. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. Int J Sport Nutr 1998; 8: 345-355.
- ¹⁴ Popowski LA, Patrick Lambert G, και συν. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. Med Sci Sports Exerc 2001; 33: 747-753.
- ¹⁵ Shirreffs SM, Maughan RJ Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat Med Sci Sports Exerc. 1998 Nov;30(11):1598-602.

- ¹⁶ Kovacs EM, Brouns F, Senden JM Urine colour, osmolality and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during post-exercise rehydration. *J Sports Med Phys Fitness*. 1999 Mar;39(1):47-53.
- ¹⁷ Tilkian SM, Boudreau Conover M, Tilkian AG. 1995. *Clinical & Nursing Implications of Laboratory Tests*, 5th ed. St. Louis: Mosby.
- ¹⁸ Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE & Riebe D (1994): Urinary indices of hydration status. *Int. J. Sport Nutr.* 4, 265–279.
- ¹⁹ Erica Perrier, Sébastien Vergne, Alexis Klein, Marie Poupin, Pascale Rondeau, Laurent Le Bellego, Lawrence E. Armstrong, Florian Lang, Jodi Stookey and Ivan Tack Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption *British Journal of Nutrition* (2013), 109, 1678–1687
- ²⁰ Kushner RF, Fjeld CR, Danford L. Is the impedance index (ht²/R) significant in predicting total body water? *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 835-839.
- ²¹ Kavouras S. Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2002; 5: 519- 524.
- ²² Greenleaf JE. Problem: thirst, drinking behaviour, and involuntary dehydration. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:645-56.
- ²³ Greenleaf JE and Sargent F II. Voluntary dehydration in man. *J Appl Physiol* 20: 719–724, 1965.
- ²⁴ Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974;37:247-8.
- ²⁵ Jequier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr.* 2010; 64:115–123. [PubMed: 19724292]
- ²⁶ EFSA Journal 2010; 8(3):1459 [48 pp.]
- ²⁷ Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulphate. Washington DC: Institute of Medicine of the National Academies, 2004.
- ²⁸ Armstrong LE. Hydration assessment techniques. *Nutr Rev.* 2005; 63:S40–54. [PubMed: 16028571]
- ²⁹ EFSA (2008). Draft dietary reference values for water. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, (agreed on 11 April 2008 for release for public consultation).
- ³⁰ Weinberg AD, Minaker KL. Dehydration: evaluation and management in older adults. Council on Scientific Affairs, American Medical Association. *JAMA.* 1995;274:1552–1556.
- ³¹ Sharma VM, Sridharan K, Pichan G, Panwar MR. Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. *Ergonomics.* 1986;29:791–799.

- ³²Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Arch Environ Health*. 1988;43: 15–17.
- ³³Cian C, Koulmann N, Barraud PA, Raphel C, Jime-nez C, Melin B. Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hyperhy- dration, heat stress and exercise-induced dehydra- tion. *Journal of Psychophysiology*. 2000;14:29 –36.
- ³⁴Cian C, Barraud PA, Melin B, Raphel C. Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stressor exercise-induced dehydration. *Int J Psycho-physiol*. 2001;42:243–251.
- ³⁵ Friedrich Manz, MD Hydration in Children *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 26, No. 5, 562S–569S (2007)
- ³⁶ Manz F, Wentz A: Hydration status in the United States and Germany. *Nutr Rev* 63(6 Pt 2):S55–S62, 2005.
- ³⁷ Falk B, Bar-Or O, MacDougall J. Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late-pubertal boys to exercise in dry heat. *Med Sci Sports Exerc*. 1992; 24:688 – 694.
- ³⁸ Adam Drewnowski, Colin D Rehm and Florence Constant Water and beverage consumption among children age 4-13y in the United States: analyses of 2005–2010 NHANES data *Nutrition Journal* 2013, 12:85
- ³⁹ Stookey JD, Brass B, Holliday A, Arieff A: What is the cell hydration status of healthy children in the USA? Preliminary data on urine osmolality and water intake. *Public Health Nutr* 2012, 15:2148–2156.
- ⁴⁰ Stookey JD: Drinking water and weight management. *Nutrition Today* 2010, 45(6):S7–S12.
- ⁴¹ D' Anci KE, Constant F, Rosenberg IH: Hydration and cognitive function in children. *Nutr Rev* 2006, 64:457–464.
- ⁴² Park S, Blanck HM, Sherry B, Brener N, O'Toole T: Factors associated with low water intake among US high school students – National Youth Physical Activity and Nutrition Study 2010. *J Acad Nutr Diet* 2012, 112:1421–1427.
- ⁴³ Tape T The area under a ROC curve. In: interpreting diagnostic tests. University of Nebraska Medical Center. <http://gim.unmc.edu/dxtests/ROC3.htm>. Accessed 03/04/2015
- ⁴⁴ Hamouti N, Del Coso J, Avila A, Mora-Rodriguez R (2010) Effects of athletes muscle mass on urinary markers of hydration status. *Eur J Appl Physiol* 109:213–219

⁴⁵Oppliger RA, Magnes SA, Popowski LA, Gisolfi CV (2005) Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15:236–251