

Αναπλήρωση υγρών και υδατανθράκων

Γιώργος Π. Νάσσης, MSc, PhD

Εργοφυσιολόγος

georgenassis@gmail.com

Twitter @gnassis

Η κόπωση, η μειωμένη δηλαδή ικανότητα των αθλητών για παραγωγή μυϊκού έργου ή η αδυναμία συγκέντρωσης στο στόχο, από ενεργειακής άποψης σχετίζεται με τα αποθέματα των υδατανθράκων στον οργανισμό και το επίπεδο ενυδάτωσης αυτού. Ποιος παράγοντας από τους δύο θα οδηγήσει στην κόπωση εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Όταν ο αγώνας ή η προπόνηση γίνονται σε ψυχρό και σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον, δηλαδή με θερμοκρασία μικρότερη από 28°C, η κόπωση σχετίζεται κυρίως με τα αποθέματα των υδατανθράκων στον οργανισμό, δηλαδή με τα επίπεδα του ηπατικού και κυρίως του μυϊκού γλυκογόνου. Όταν η μυϊκή προσπάθεια γίνεται σε θερμό περιβάλλον, (θερμοκρασία >28°C), η κόπωση σχετίζεται κυρίως με την αφυδάτωση, τη μείωση δηλαδή του επιπέδου των υγρών του σώματος εξαιτίας της εφίδρωσης, και την υπερθερμία, την υψηλή δηλαδή θερμοκρασία του εσωτερικού του σώματος. Και

στις δύο συνθήκες, είτε η άσκηση εκτελείται στη ζέστη είτε σε θερμικά ήπιο περιβάλλον, η διατροφή συμβάλλει σημαντικά στη μεγιστοποίηση των βιολογικών δυνατοτήτων του αθλητή (ACSM, 2000).

Υδατάνθρακες και απόδοση

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που δείχνουν ότι όσο υψηλότερα είναι τα επίπεδα του γλυκογόνου στους μύς των κάτω άκρων πριν τη μυϊκή προσπάθεια τόσο καλύτερη είναι η απόδοση σε αγωνίσματα αντοχής. Θα πρέπει λοιπόν να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση από τους αθλητές στην εξασφάλιση υψηλών αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου πριν την κάθε προπόνηση και τον αγώνα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την υιοθέτηση ενός διαιτολογίου με υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (δηλαδή 55-70% των συνολικών ημερήσιων θερμίδων).

Κατανάλωση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης και απόδοση

Εφόσον οι υδατάνθρακες σχετίζονται θετικά με τη μυϊκή απόδοση, η χορήγησή τους κατά τη διάρκεια της άσκησης θα μπορεί να παρατείνει την έλευση της κόπωσης. Η υπόθεση αυτή πράγματι επιβεβαιώνεται από πολλές μελέτες. Η βελτίωση της απόδοσης με την κατανάλωση διαλυμάτων με νερό και υδατάνθρακες οφείλεται: α) στη διατήρηση των επιπέδων της γλυκόζης του αίματος και συνεπώς του ρυθμού οξειδωσης των υδατανθράκων (Nassis et al., 1998), β) στην εξοικονόμηση του μυϊκού γλυκογόνου, και γ) σε πιθανή επίδραση

των υδατανθράκων στο κεντρικό νευρικό σύστημα, όπως προκύπτει από νεότερες έρευνες (Nybo, 2003).

Αποκατάσταση του μυϊκού γλυκογόνου μετά τη μυϊκή προσπάθεια

Η αναπλήρωση των αποθεμάτων του ηπατικού και του μυϊκού γλυκογόνου μετά από την προπόνηση και τον αγώνα είναι σημαντική ειδικά εάν ακολουθεί άλλη προπόνηση ή αγώνας τις επόμενες 12 ή 24 ώρες. Η μη αναπλήρωσή τους θα οδηγήσει πιθανώς προοδευτικά σε χαμηλά αρχικά επίπεδα μυϊκού γλυκογόνου και συνεπώς σε πρόωμη κόπωση.

Ένα μεγάλο μέρος των αποθεμάτων των υδατανθράκων του οργανισμού ανασυντίθεται τις πρώτες 24 ώρες μετά την εξάντλησή τους εξαιτίας έντονης μυϊκής προσπάθειας. Η πλειοψηφία των ερευνών δείχνει ότι οι αθλητές πρέπει να καταναλώνουν 8-10 γραμμάρια υδατανθράκων ανά κιλό σωματικού βάρους το 24-ωρο για να εξασφαλίσουν την πλήρη ανασύνθεση των αποθεμάτων μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου. Φαίνεται, δε, ότι η ανασύνθεση του μυϊκού γλυκογόνου επιταχύνεται όταν καταναλώνονται υδατάνθρακες αμέσως μετά το πέρας της άσκησης και μέσα στις πρώτες 4 ώρες μετά την εξαντλητική προσπάθεια. Γενικά, οι αθλητές πρέπει να καταναλώνουν 1.5 γραμμάρια υδατανθράκων ανά κιλό σωματικό βάρος αμέσως μετά την άσκηση και για κάθε 2 ώρες το διάστημα των πρώτων 4-6 ωρών της αποκατάστασης για να μεγιστοποιήσουν το ρυθμό ανασύνθεσης του μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου (ACSM, 2000). Για πρακτικούς λόγους, οι υδατάνθρακες αυτοί μπορούν να είναι και σε υγρή μορφή. Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η ταυτόχρονη χορήγηση πρωτεϊνών και υδατανθράκων στα

διαλύματα που καταναλώνονται κατά την αποκατάσταση επιταχύνει το ρυθμό επανασύνθεσης του μυϊκού γλυκογόνου σε σχέση με τη συνθήκη που καταναλώνονται μόνο υδατάνθρακες (Ivy et al., 2002).

Αφυδάτωση, υπερθερμία και μυϊκή κόπωση

Όπως προαναφέρθηκε, το μυϊκό γλυκογόνο είναι μάλλον ο περιοριστικός παράγοντας της προσπάθειας σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Όταν η προπόνηση ή ο αγώνας γίνονται σε θερμό περιβάλλον, τότε η κόπωση σχετίζεται περισσότερο με την αφυδάτωση και την υπερθερμία κι όχι με τη μείωση του μυϊκού γλυκογόνου.

Η υπερθερμία λόγω της άσκησης επιδεινώνεται από την αφυδάτωση του οργανισμού εξαιτίας της απώλειας ιδρώτα. Είναι, δε, χαρακτηριστικό ότι η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος μπορεί εύκολα να φτάσει τους 41.5°C σε καλά προπονημένους αθλητές. Τα επίπεδα αυτά δημιουργούν πολύ έντονο θερμικό στρες. Εκτός από κόπωση, η υπερθερμία μπορεί να οδηγήσει σε οργανικές επιπλοκές όπως θερμο-εξάντληση και θερμοπληξία. Ο μηχανισμός πρόκλησης των συμπτωμάτων της κόπωσης εξαιτίας αφυδάτωσης και υπερθερμίας δεν είναι ξεκάθαρος. Φαίνεται όμως να σχετίζεται με τη μείωση του όγκου παλμού, της καρδιακής παροχής και πιθανά της αιμάτωσης των ενεργοποιημένων μυών (Gonzalez-Alonso et al., 2000; Nassis & Geladas, 2002). Η υπερθερμία φαίνεται ακόμη ότι επηρεάζει αρνητικά την εγκεφαλική λειτουργία και ότι μειώνει τη διάθεση για συνέχιση της άσκησης (Nybo, 2003). Πρόσφατα δείχτηκε ότι η αφυδάτωση κατά 2.9% μειώνει σημαντικά την ικανότητα εστίασης

της προσοχής. Το εύρημα αυτό μπορεί να έχει πρακτικές εφαρμογές στην καλαθοσφαίριση όπου η επίτευξη του στόχου και η ακρίβεια επηρεάζουν το αποτέλεσμα.

Είναι γνωστό ότι αφυδάτωση ίση με 2% του σωματικού βάρους μειώνει την απόδοση σε αγωνίσματα αντοχής και συντομεύει την έλευση της κόπωσης σε παρατεταμένη άσκηση (Σχήμα 1). Η επίδραση της αφυδάτωσης και της υπερθερμίας σε μυϊκές προσπάθειες μικρής διάρκειας (< 1 ώρα) έχει εξεταστεί σε νεότερες μελέτες. Οι Maxwell, Gardner και Nimmo (1999) εξέτασαν την επίδραση της αφυδάτωσης (ίσης με 2% του σωματικού βάρους) λόγω εφίδρωσης στην επίδοση κατά τη διάρκεια του παλίνδρομου τρεξίματος των 20μ. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η αφυδάτωση επιβράδυνε τη δρομική ταχύτητα σε αυτούς τους δοκιμαζόμενους.

Αφυδάτωση, ενυδάτωση και τεχνικές δεξιότητες

Η αφυδάτωση ενδέχεται να μειώσει την τεχνική δεξιότητα. Σε καλαθοσφαιριστές, οι Hoffman, Stavsky και Falk (1995) έδειξαν ότι αφυδάτωση ίση με 1.9% του σωματικού βάρους μείωσε την ικανότητα στην επίτευξη βολών κατά 8% σε έναν προσομοιωμένο αγώνα καλαθοσφαίρισης. Ο McGregor και οι συνεργάτες του (1999) εξέτασαν την ικανότητα της ντρίπλας με χρόνο πριν και μετά την εκτέλεση εξαντλητικής διαλειμματικής προσπάθειας με εναλλασσόμενες εντάσεις που προσομοιάζουν ένα ποδοσφαιρικό αγώνα. Η άσκηση οδήγησε σε μείωση του σωματικού βάρους, εξαιτίας της εφίδρωσης, κατά 2.4%. Το συγκεκριμένο επίπεδο αφυδάτωσης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της τεχνικής

ικανότητας αυτών των ποδοσφαιριστών κατά 5% (McGregor et al., 1999). Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι η κόπωση του κεντρικού νευρικού συστήματος επιταχύνεται σε συνθήκες αφυδάτωσης και υπερθερμίας και αυτό έχει πρακτικές εφαρμογές στις αθλοπαιδιές.

Η κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της μυϊκής προσπάθειας μπορεί να βελτιώσει την αθλητική απόδοση και τις τεχνικές δεξιότητες. Στην έρευνα των McGregor και συνεργατών (1999), η επίδοση στις τεχνικές δεξιότητες διατηρήθηκε όταν αναστράφηκε, κατά το ήμισυ περίπου, η αφυδάτωση του οργανισμού με την κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της προσπάθειας.

Η αναπλήρωση των υγρών που χάνονται με τον ιδρώτα επιβραδύνει τη μείωση του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής και διατηρεί την αιμάτωση των ενεργοποιημένων μυών (Nassis & Geladas, 2002; Νάσσης & Γελαδάς, 2005; Νάσσης & Γελαδάς, 2001). Επιπλέον, επιβραδύνει την άνοδο στη θερμοκρασία του εσωτερικού του σώματος και με αυτούς τους μηχανισμούς η αναπλήρωση των υγρών του σώματος βελτιώνει την απόδοση σε σχέση με τη συνθήκη αφυδάτωσης. Τα ευεργετικά αποτελέσματα της ενυδάτωσης του οργανισμού είναι εμφανή με την κατανάλωση νερού ή διαλυμάτων που περιέχουν υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες. Το πλεονέκτημα της κατανάλωσης νερού με υδατάνθρακες είναι ότι βελτιώνεται η γεύση του ροφήματος με αποτέλεσμα να καταναλώνεται μεγαλύτερη ποσότητα υγρών απ' ό,τι εάν κάποιος έπινε μόνο νερό. Η κατανάλωση ηλεκτρολυτών και ειδικά νατρίου και χλωρίου σε μικρές ποσότητες φαίνεται ότι βελτιώνει τη γεύση του αθλητικού ροφήματος και μπορεί να επιταχύνει το ρυθμό απορρόφησης του νερού που λαμβάνεται από το στόμα (ACSM, 2000).

Συμπερασματικά, το μυϊκό γλυκογόνο είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας της απόδοσης, από ενεργειακής άποψης όταν η προπόνηση ή ο αγώνας γίνονται σε θερμικά ουδέτερο περιβάλλον. Όταν η άσκηση γίνεται σε θερμό περιβάλλον, η αφυδάτωση επηρεάζει αρνητικά τη μυϊκή απόδοση. Υπάρχουν ενδείξεις στη βιβλιογραφία ότι η αφυδάτωση μειώνει τη δρομική ταχύτητα σε επαναλαμβανόμενα σπριντ, ειδικά όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμό περιβάλλον. Σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον, έχειδειχτεί ότι αφυδάτωση μεγαλύτερη από 2% του σωματικού βάρους μπορεί να μειώσει τις τεχνικές δεξιότητες. Εικάζεται ότι παρόμοιο ή και μικρότερο επίπεδο ενυδάτωσης θα επηρεάσει την απόδοση και τις δεξιότητες σε θερμό περιβάλλον.

Πρακτικές οδηγίες για προπονητές και αθλητές

- Οι αθλητές θα πρέπει να υιοθετούν δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες για να εξασφαλίσουν υψηλά επίπεδα υδατανθράκων πριν την προπόνηση ή/και τον αγώνα. Καλές πηγές υδατανθράκων είναι το ψωμί, τα δημητριακά, τα αμυλώδη λαχανικά (φασόλια, αρακάς, πατάτες), τα φρούτα και τα λαχανικά
- Το γεύμα πρέπει να περιλαμβάνει μικρή ποσότητα διαιτητικών ινών και να καταναλώνεται 3-4 ώρες πριν τη μυϊκή προσπάθεια
- Η αναπλήρωση των υδατανθράκων μετά από εξαντλητική άσκηση πρέπει να ξεκινά το συντομότερο μετά το πέρας της άσκησης
- Οι 2 πρώτες ώρες είναι πολύ σημαντικές για την ταχύτερη ανασύνθεση του γλυκογόνου στον οργανισμό

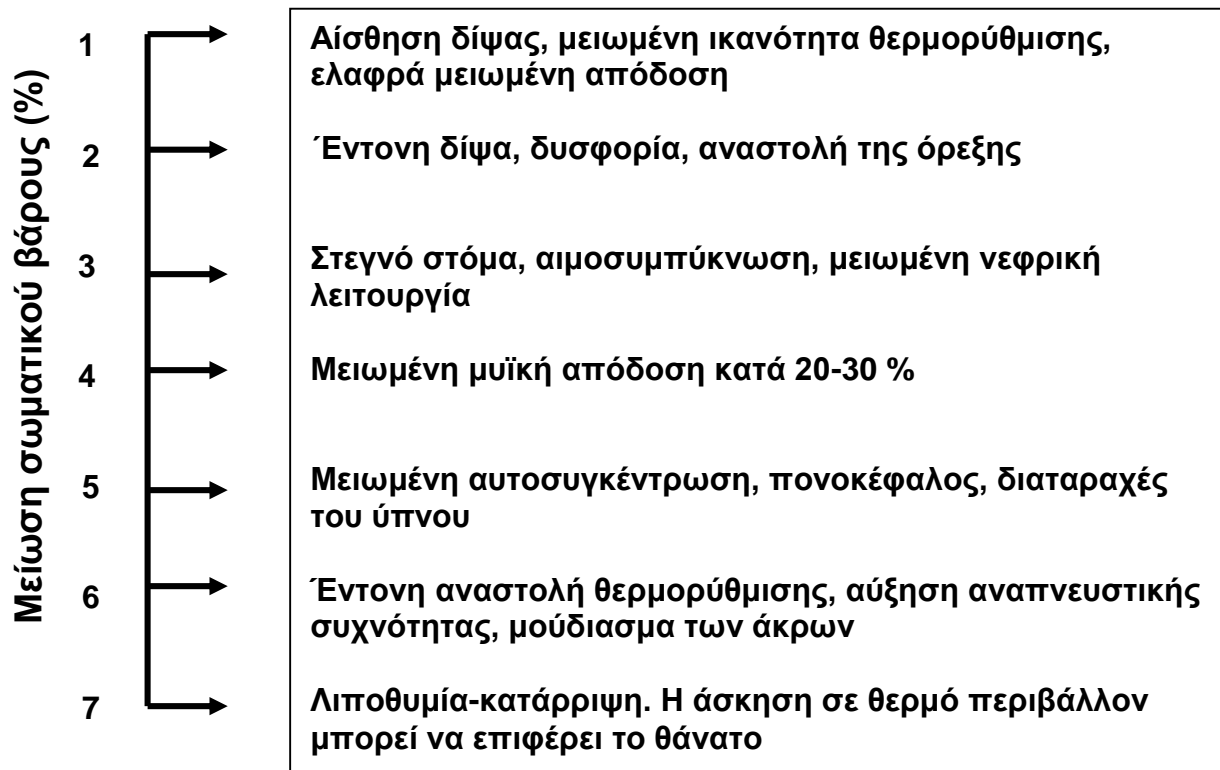
- Η αφυδάτωση είναι ο κυριότερος παράγοντας κόπωσης όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος πάνω από 28 βαθμούς Κελσίου.
- Για την αναχαίτιση της αφυδάτωσης, οι αθλητές θα πρέπει να ενυδατώνονται επαρκώς
- Οι αθλητές θα πρέπει να πίνουν νερό πριν διψάσουν. Η δίψα συμπίπτει με αφυδάτωση ίση με 1%
- Η αναπλήρωση των υγρών και των υδατανθράκων μπορούν να γίνουν κατά τη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα με την κατανάλωση διαλύματος νερού με υδατάνθρακες. Η περιεκτικότητα του διαλύματος σε υδατάνθρακες εξαρτάται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος (Πίνακας 1)
- Κάθε στρατηγική σχετικά με την αναπλήρωση υγρών και υδατανθράκων θα πρέπει να δοκιμαστεί πρώτα στην προπόνηση

Βιβλιογραφία

- 1) American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada. (2000). Joint Position statement: Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 2130-2145.
- 2) González-Alonso et al. (2000). Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *American Journal of Physiology*, 278, H321-H330.
- 3) Hoffman et al. (1995). The effect of water restriction on anaerobic power and vertical jumping height in basketball players. *International Journal of Sports Medicine*, 16, 214-218.
- 4) Ivy et al. (2002). Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1337-1344.

- 5) Maxwell et al. (1999). Intermittent running: muscle metabolism in the heat and effect of hypohydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 675-683.
- 6) McGregor et al. (1999). The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *Journal of Sports Sciences*, 17, 895-903.
- 7) Νάσσης, Γ. Π., & Γελαδάς Ν. Δ. (2005). Ασκησιογενής υπερθερμία και αφυδάτωση: παράγοντες κόπωσης και πρακτικές συμβουλές πρόληψης. *Ιατρική*, 87, 115-123.
- 8) Nassis, G. P., & Geladas N. D. (2002). Effect of water ingestion on cardiovascular and thermal responses to prolonged cycling and running in humans: a comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 227-234.
- 9) Νάσσης, Γ. Π., & Γελαδάς, Ν. Δ. (2001). Επίδραση της αναπλήρωσης υγρών στις καρδιαγγειακές και θερμορρυθμιστικές προσαρμογές του οργανισμού σε παρατεταμένη άσκηση. *Αθλητική Απόδοση και Υγεία*, 3, 237-250.
- 10) Νάσσης, Γ. Π., & Γελαδάς, Ν. Δ. (1996). Αναπλήρωση υγρών και υδατανθράκων κατά την άσκηση: περιοριστικοί παράγοντες-πρακτικές εφαρμογές. *Κινησιολογία*, 2, 140-160.
- 11) Nassis et al. (1998). Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. *British Journal of Sports Medicine*, 32, 248-252.

- 12) Nybo, L. (2003). CNS fatigue and prolonged exercise: effect of glucose supplementation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 589-594.



Πίνακας 2. Διατροφικές οδηγίες για καλαθοσφαιριστές.

Συνθήκες στις οποίες εκτελείται η άσκηση	Στόχος	Συνέπειες από τη μη επίτευξη του στόχου	Συστάσεις
Θερμό περιβάλλον (> 28 °C)	<ul style="list-style-type: none"> • Η αναπλήρωση των υγρών που χάνονται με τον ιδρώτα • Η επιβράδυνση της αφυδάτωσης και του ρυθμού ανόδου της θερμοκρασίας του σώματος 	<ul style="list-style-type: none"> • Μειωμένη τεχνική δεξιότητα • Πρόωρη μυϊκή κόπωση 	<ul style="list-style-type: none"> • Κατανάλωση νερού ή/και διαλύματος νερού με χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (25-50 γρ/λίτρο) και με ηλεκτρολύτες στο διάστημα ανάμεσα στις προπονήσεις καθώς και κατά τη διάρκεια του αγώνα και της προπόνησης
Θερμο-ουδέτερο (< 28 °C) και ψυχρό περιβάλλον	<ul style="list-style-type: none"> • Η αναπλήρωση των υδατανθράκων • Η διατήρηση του ρυθμού οξείδωσης των υδατανθράκων 	<ul style="list-style-type: none"> • Μειωμένη τεχνική δεξιότητα • Πρόωρη μυϊκή κόπωση 	<ul style="list-style-type: none"> • Η δίαιτα πρέπει να είναι πλούσια σε υδατάνθρακες (55-70% της συνολικής ενέργειας) • Υδατάνθρακες, σε πόσιμη μορφή, θα πρέπει να λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του αγώνα και της προπόνησης και μετά από αυτούς (περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες 60-80 γραμμάρια/λίτρο) • Έμφαση πρέπει να δίνεται στην αναπλήρωση των υδατανθράκων αμέσως μετά την εξαντλητική προσπάθεια που οδηγεί σε μείωση των αποθεμάτων υδατανθράκων στον οργανισμό

