

Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ

Γ.Π. ΝΑΣΣΗΣ

Τα αθλήματα του υγρού στίβου είναι από τα πλέον συναρπαστικά και γι' αυτό προσελκύουν αρκετούς αθλούμενους και θεατές. Η έρευνα σχετικά με τις φυσιολογικές απαιτήσεις αυτών των αγωνισμάτων είναι περιορισμένη σε σύγκριση με άλλα αγωνίσματα, με εξαίρεση την κολύμβηση. Επιπλέον, λιγότερες μελέτες είναι διαθέσιμες σχετικά με το ρόλο της διατροφής στην απόδοση των αθλητών του υγρού στίβου. Έτσι, οι περισσότερες διατροφικές συστάσεις που υπάρχουν προέρχονται από μελέτες που έγιναν είτε σε άλλα αθλήματα είτε σε διαφορετικούς τύπους άσκησης. Παρόλα αυτά, πολλές από αυτές τις συστάσεις είναι κατάλληλες και για τους αθλητές του υγρού στίβου.

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να εξετάσει τις διατροφικές ανάγκες των αθλητών του υγρού στίβου και να αναδείξει ορισμένες πρακτικές εφαρμογές για τον ειδικό επιστήμονα, τον αθλητή και τον προπονητή.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΑ ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ

Η απόδοση των αθλητών του υγρού στίβου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Στην κολύμβηση, για παράδειγμα, τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών επηρεάζουν την υδροδυναμική και συνεπώς την απόδοσή τους (Geladas et al. 2005). Σε όλα τα αγωνίσματα του υγρού στίβου, το περιβάλλον του υγρού στοιχείου επηρεάζει την οικονομία των κινήσεων και αυξάνει τις ενεργειακές απαιτήσεις των αθλητών (Reilly 1990, Secher 1990, Shephard 1990). Στην ιστιοσανίδα και την κωπηλασία, η κατάσταση του σκάφους, η θέση στο σκάφος αλλά και η ένταση του ανέμου αποτελούν παράγοντες που διαφοροποιούν την ένταση της άσκησης και μπορούν να θέσουν τον οργανισμό του αθλητή σε έντονο στρες. Ενδεικτικά στην ιστιοσανίδα, η καρδιακή συχνότητα μπορεί να φτάσει το 85-90% της μέγιστης τιμής της κατά τη διάρκεια του ανεμίσματος του πανιού (pumping) (Vogiatzis et al. 2002). Εκτός από την ένταση την οποία υφίσταται ο οργανισμός των αθλητών αυτών σε κάθε συνεδρία, σε ορισμένα αγωνίσματα -π.χ. την κολύμβηση και την ιστιοσανίδα- μπορεί να υπάρχουν ένας ή και περισσότεροι αγώνες την ημέρα και τούτο μπορεί να συμβαίνει για περισσότερο από δύο ημέρες. Οι παραπάνω στρεσογόνοes συνθήκες απαιτούν την επάρκεια των ενεργειακών πηγών, ώστε να παρατείνεται η εμφάνιση της κόπωσης.

Όπως και σε άλλα αθλήματα, έτσι και σε αυτά του υγρού στίβου, οι παράγοντες της κόπωσης εξαρτώνται από την ένταση και τη διάρκεια του αγωνίσματος και τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Όταν η μυϊκή προσπάθεια είναι υπερμέγιστη και διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα (π.χ. στις καταδύσεις), η τριφωσφορική αδενοσίνη και η φωσφοκρεατίνη είναι οι κύριες πηγές ενέργειας. Όταν η άσκηση διαρκεί από 4 δευτερόλεπτα

έως 3 λεπτά (κολύμβηση 50 και 100μ., κωπηλασία και διάφορες φάσεις στην υδατοσφαίριση, στην ιστιοπλοΐα και στην ιστιοσανίδα), η αναερόβια γλυκόλυση είναι η κύρια οδός παραγωγής ενέργειας. Όταν η προσπάθεια διαρκεί από 3 λεπτά και πάνω (κωπηλασία, υδατοσφαίριση και ιστιοσανίδα), η αερόβια αποικοδόμηση του γλυκογόνου είναι η κύρια οδός παραγωγής ενέργειας. Όταν τέλος η προσπάθεια έχει διάρκεια πάνω από μία ώρα, τότε η εξάντληση και πιο συγκεκριμένα η μείωση του μυϊκού κυρίως γλυκογόνου κάτω από ένα όριο είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας που οδηγεί στην κόπωση (Williams 1990). Τα περισσότερα αθλήματα του υγρού στίβου, εκτός βέβαια από ορισμένα, όπως καταδύσεις και 50μ. στην κολύμβηση, βασίζονται και στα τρία συστήματα παραγωγής ενέργειας. Με δεδομένο ότι η κάθε προπόνηση διαρκεί τουλάχιστον δύο ώρες και ότι ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στις προπονήσεις ή/και σε ορισμένους αγώνες είναι λίγες ώρες, φαίνεται ότι τα αποθέματα των υδατανθράκων στον οργανισμό είναι άμεσης προτεραιότητας για τους αθλητές.

Εκτός από την ένταση και τη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα, οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν επίσης την απόδοση του αθλητή. Όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμοουδέτερο περιβάλλον, η μείωση ή η εξάντληση του μυϊκού και του ηπατικού γλυκογόνου σηματοδοτεί την κόπωση (Hermansen et al. 1967). Αντίθετα, όταν η μυϊκή προσπάθεια γίνεται σε θερμό περιβάλλον, δηλαδή περιβάλλον με θερμοκρασία άνω των 28°C, τότε η αφυδάτωση και η υπερθερμία είναι οι κυριότεροι παράγοντες που οδηγούν σε πρόωρη διακοπή της προσπάθειας (Febbraio et al. 1994, Gonzalez-Alonso et al 1999, Hales 1996). Στην ιστιοσανίδα, την κωπηλασία και την ιστιοπλοΐα, οι αγώνες και οι προπονήσεις γίνονται συνήθως σε υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος και σε υψηλή υγρασία. Σε αυτά τα αγωνίσματα και υπό συνθήκες υψηλού θερμικού φορτίου φαίνεται ότι η αφυδάτωση και η υπερθερμία είναι οι κύριοι παράγοντες κόπωσης (Secher 1990, Shephard 1990).

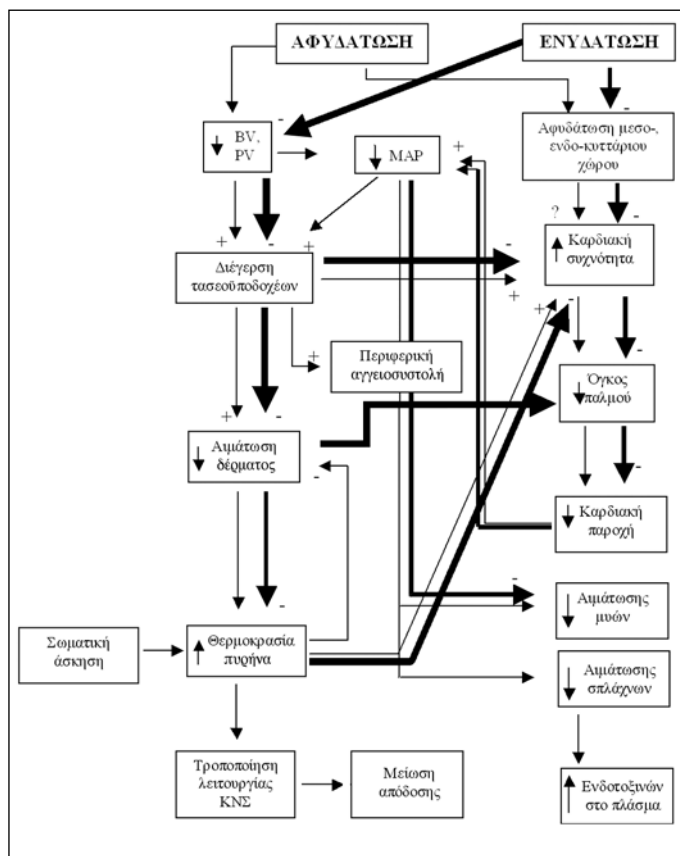
ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ, ΥΠΕΡΘΕΡΜΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ

Η επίδραση της υψηλής περιβαλλοντικής θερμοκρασίας στη σωματική απόδοση εξετάστηκε από τους Gallow and Maughan (1997). Σε αυτήν τη μελέτη οκτώ εθελοντές εκτέλεσαν άσκηση στο 70% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}), τέσσερις φορές, σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος: στους 4, 10, 21 και 30°C. Ο χρόνος άσκησης ήταν σημαντικά μικρότερος (51,5 λεπτά) κατά την άσκηση στους 30°C σε σχέση με τις άλλες τρεις συνθήκες (χρόνος άσκησης: 81,4, 93,5 και 81,2 λεπτά για την άσκηση στους 4, 10 και 21°C αντίστοιχα). Η πρόωρη κόπωση κατά τη μυϊκή προσπάθεια σε

θερμό περιβάλλον αποδόθηκε στην υπέρμετρη αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος, η οποία οδηγεί σε δυσλειτουργία του καρδιαγγειακού και του θερμορρυθμιστικού συστήματος, όπως δείχθηκε στη συγκεκριμένη (Gallow and Maughan 1997) και σε άλλες μελέτες (Gonzalez-Alonso et al 1997, Gonzalez-Alonso et al 1998; Gonzalez-Alonso et al 1999, Nassis and Geladas 2002a). Νεότερες έρευνες έδειξαν ότι η άσκηση στη ζέστη μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αιμάτωσης του εγκεφάλου (Nybo and Nielsen 2001a; Nybo et al 2002; Nybo et al 2003). Υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες, η ασκησιογενής υπερθερμία μπορεί να μειώσει το βαθμό εθελούσιας κινητοποίησης των μυών και να οδηγήσει σε πρόωρη εξάντληση (Nybo and Nielsen 2001b).

Οι κύριες μεταβολές στα φυσιολογικά συστήματα κατά τη διάρκεια της άσκησης σε θερμό περιβάλλον περιγράφονται στο σχήμα 1. Κύριος ρυθμιστικός παράγοντας στις εν λόγω μεταβολές είναι η αφυδάτωση και η υπερθερμία. Και οι δύο συνθήκες μπορούν να παρουσιαστούν σε ορισμένα αθλήματα του υγρού στίβου λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών. Η επίδραση της αφυδάτωσης στη μυϊκή απόδοση έχει εξεταστεί σε ορισμένες μελέτες (Armstrong et al. 1985, Drust et al. 2005, Maxwell et al. 1999, Watson et al. 2005). Είναι αξιοσημείωτο ότι η αφυδάτωση επηρεάζει την απόδοση όχι μόνο σε άσκηση μακράς διάρκειας αλλά πιθανώς και σε άσκηση βραχείας διάρκειας (Drust et al. 2005, Maxwell et al. 1999). Ενδεικτικά, οι Maxwell και συν. (1999) έδειξαν ότι αφυδάτωση ίση με 2% του σωματικού βάρους μείωσε την ταχύτητα σε επαναλαμβανόμενα σπριντ 20μ.

Οι αρνητικές επιδράσεις της αφυδάτωσης στον οργανισμό κλιμακώνονται με την αύξηση του επιπέδου αυτής. Η αφυδάτωση σε επίπεδο 1% συμπίπτει με το αίσθημα της δίψας και οδηγεί σε ελφρά μειωμένη απόδοση (σχήμα 2). Είναι ενδεικτικό πάντως ότι αφυδάτωση ίση περίπου με 4%, που αντιστοιχεί σε απώλεια ιδρώτα 1,5 λίτρου την ώρα για 2 ώρες για αθλητή 70 κιλών, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης κατά 20-30% (ACSM 2000). Οι μεταβολές στην καρδιαγγειακή και θερμορρυθμιστική λειτουργία εξαιτίας της αφυδάτωσης και της προκληθείσας υπερθερμίας έχουν μελετηθεί σε αρκετές έρευνες (Gonzalez-Alonso et al. 1995, 1997, 1998, 1999, 2000, Nassis and Geladas 2002a & 2002b). Συνοπτικά, η ασκησιογενής αφυδάτωση και υπερθερμία οδηγούν σε μείωση του όγκου αίματος και του όγκου παλμού και σε ταχυκαρδία, με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου πλήρωσης της καρδιάς με αίμα και τελικά μείωση του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής (σχήμα 1). Όταν η μείωση της καρδιακής παροχής δεν αντισταθμίζεται από την αύξηση της συνολικής περιφερικής αντίστασης, τότε μειώνεται η αιμάτωση των



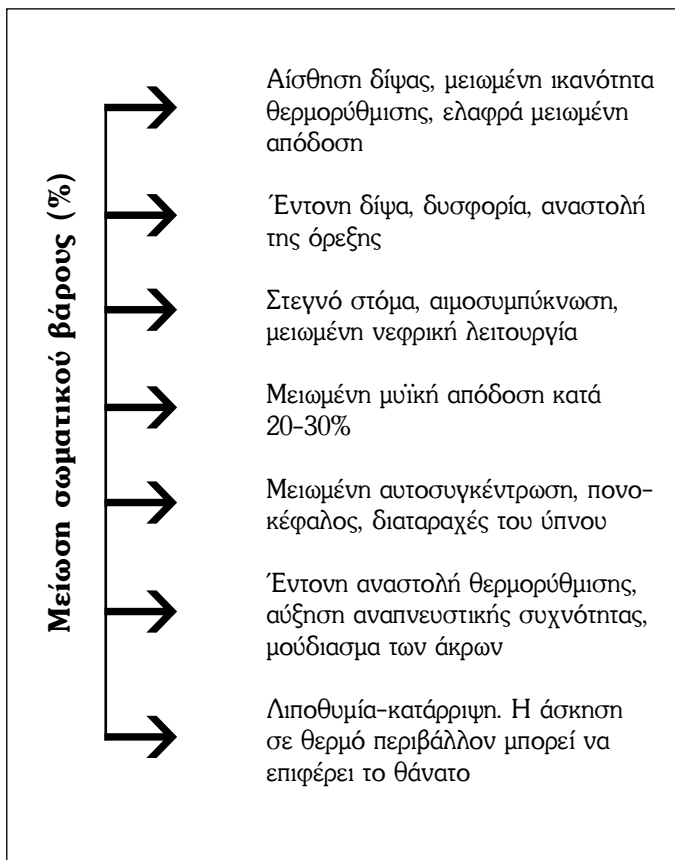
Σχήμα 1. Λειτουργικές προσαρμογές του οργανισμού με την αφυδάτωση (κανονικές γραμμές) και την ενυδάτωση (γραμμές έντονου χρωματισμού) κατά την παρατεταμένη άσκηση σε θερμό περιβάλλον. Τα ανοδικά τόξα μέσα στα πλαίσια υποδηλώνουν αύξηση ενώ τα καθοδικά μείωση. Τα σύμβολα (+) και (-) αντιστοιχούν σε θετική και αρνητική δράση του πρώτου στον επόμενο παράγοντα, ενώ το σύμβολο (?) δηλώνει αδιευκρίνιστη επίδραση. BV: όγκος αίματος, PV: όγκος πλάσματος, MAP: Μέση Αρτηριακή Πίεση, ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. (από Νάσσης και Γελαδάς, Ιατρική 2005, με την έγγραφη άδεια του εκδότη).

ενεργοποιημένων μυών (Gonzalez-Alonso et al. 1998). Χωρίς να γνωρίζουμε τον ακριβή μηχανισμό πρόκλησης της κόπωσης υπό αυτές τις συνθήκες, αφού παρά τη μείωση της αιμάτωσης του μυός το ποσοστό οξυγόνωσης αυτού παραμένει σχετικά σταθερό (Gonzalez-Alonso et al. 1998), φαίνεται ότι η μείωση της παροχής αίματος είναι η προσαρμογή που συνδέει την καρδιαγγειακή και θερμορυθμιστική λειτουργία με την ασκησιογενή κόπωση υπό συνθήκες αφυδάτωσης και υπερθερμίας. Κάτι ακόμη που μπορεί να έχει πρακτική αξία για τα αθλήματα του υγρού στίβου είναι ότι η καρδιαγγειακή παρέκκλιση φαίνεται να είναι εντονότερη κατά την άσκηση με μικρές παρά με μεγάλες μυσικές ομάδες (Nassis and Geladas 2002a).

Το ερώτημα με σημαντική πρακτική αξία που τίθεται σε αυτό το σημείο είναι ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να αμβλυθούν η αφυδάτωση και η υπερθερμία κατά την άσκηση. Δύο φαίνεται να είναι οι κύριες στρατηγικές: ο θερμοεγκλιματισμός και η αναπλήρωση των απωλεσθέντων με τον ιδρώτα υγρών. Για το θερμοεγκλιματισμό απαιτείται έκθεση του ατόμου σε παρόμοιο περιβάλλον με αυτό του αγώνα με ταυτόχρονη εξάσκηση, η ένταση και η διάρκεια της οποίας πρέπει να αυξάνεται προοδευτικά μέχρι τον πλήρη εγκλιματισμό, που υπολογίζεται να συμβεί στις δύο περίπου εβδομάδες (Γελαδάς 1996).

Ο ευεργετικός ρόλος της αναπλήρωσης των υγρών στον οργανισμό μελετάται από το 1940 περίπου. Οι Pitts και συνεργάτες δημοσίευσαν μία μελέτη το 1944, στην οποία έδειξαν ότι η κατανάλωση νερού κατά τη διάρκεια πολύωρου βαδίσματος είχε ως αποτέλεσμα χαμηλότερη θερμοκρασία πυρήνα σώματος στα ασκούμενα άτομα σε σχέση με τη συνθήκη κατά την οποία τα ίδια άτομα δεν έπιναν νερό. Η πληθώρα των μελετών που έγιναν, ειδικά μετά το 1980, έδειξε ότι η αναπλήρωση των απωλεσθέντων εξαιτίας του ιδρώτα υγρών του σώματος μειώνει την αφυδάτωση, αμβλύνει την ταχυκαρδία καθώς και τη μείωση στον όγκο παλμού και την καρδιακή παροχή (σχήμα 1). Με αυτό τον τρόπο διατηρείται η αιμάτωση των ιστών, τόσο των ενεργοποιημένων μυών όσο και του εγκεφάλου (Montain and Coyle 1992a & 1992b, Maughan and Noakes 1991, Nassis and Geladas 2002b, Nybo 2003). Η αναπλήρωση των υγρών διατηρεί επίσης το ρυθμό αιμάτωσης του δέρματος και με αυτό το μηχανισμό μειώνεται η ασκησιογενής υπερθερμία (Νάσσης και Γελαδάς 2001, Rowell et al. 1996).

Τα ευρήματα της βιβλιογραφίας συμφωνούν ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα της κατανάλωσης υγρών στον οργανισμό κλιμακώνονται με την ποσότητα που καταναλώνεται. Οι Montain και Coyle (1992b) εξέτασαν την επίδραση της αναπλήρωσης υγρών στις λειτουργίες του οργανισμού. Οκτώ δοκιμαζόμενοι ασκήθηκαν για 2 ώρες στο κυκλοεργόμετρο με ένταση 60% της VO_{2max} σε περιβάλλον με θερμοκρασία 30-35°C. Κάθε δοκιμαζόμενος εκτέλεσε 4 προσπάθειες: στη μία αναπληρώθηκε 20% των εφιδρωτικών απωλειών με τη λήψη υγρών από το στόμα κατά τη διάρκεια της άσκησης, στην άλλη αναπληρώθηκε 40%, στην τρίτη 80%, ενώ στην τέταρτη οι δοκιμαζόμενοι δεν κατανάλωσαν υγρά. Τα σημαντικότερα ευρήματα της μελέτης είναι τα ακόλουθα: α) η κατανάλωση υγρών είχε ως αποτέλεσμα χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα, υψηλότερο όγκο παλμού και καρδιακή παροχή και χαμηλότερη θερμοκρασία πυρήνα σώματος σε σχέση με τη συνθήκη της αφυδάτωσης και β) οι παραπάνω ευεργετικές επιδράσεις κλιμακώνονταν με την αύξηση της καταναλωθείσας ποσότητας των υγρών (Montain and Coyle 1992b).



Σχήμα 2. Επιπτώσεις της αφυδάτωσης στις λειτουργίες του οργανισμού και στη μυϊκή απόδοση.

ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΓΩΝΑ

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, το μυϊκό γλυκογόνο είναι η κύρια πηγή ενέργειας όταν η άσκηση είναι παρατεταμένη και εκτελείται σε θερμοουδέτερο και ψυχρό περιβάλλον. Τούτο προέκυψε αρχικά από τις μελέτες των Hermansen και συνεργατών (1967), οι οποίοι με τη χρήση της μυοβιοψίας διαπίστωσαν βαθμιαία μείωση της περιεκτικότητας των ενεργοποιημένων μυών σε γλυκογόνο με την παράταση του χρόνου άσκησης. Ο χρόνος δε της εξάντλησης παρατεινόταν όσο αυξάνονταν τα αρχικά επίπεδα μυϊκού γλυκογόνου (Bergstrom et al. 1967).

Κύριο μέλημα λοιπόν των αθλητών πρέπει να είναι η αύξηση των αποθεμάτων του μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου πριν τον αγώνα. Τούτο επιτυγχάνεται με την υιοθέτηση δίαιτας η οποία περιλαμβάνει 55-70% των θερμίδων από υδατάνθρακες. Καλές πηγές υδατανθράκων είναι το ψωμί, τα δημητριακά, τα αμυλώδη λαχανικά (φασόλια, αρακάς, πατάτες), τα φρούτα και τα λαχανικά. Το προ-ασκησιακό γεύμα, τέλος, πρέπει να περιλαμβάνει μικρή ποσότητα διαιτητικών ινών και να καταναλώνεται

3-4 ώρες πριν τη μυϊκή προσπάθεια (ACSM, 2000). Το υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες γεύμα μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης εάν καταναλώνεται ρόφημα με υδατάνθρακες κατά τη διάρκεια της άσκησης (Chrystanthopoulos and Williams 1997).

Στην προσπάθεια για την αύξηση της περιεκτικότητας των μυών σε γλυκογόνο προτείνονται από τους ερευνητές δύο τρόποι υπερπλήρωσης των αποθεμάτων, ο κλασικός και ο τροποποιημένος.

Σύμφωνα με το κλασικό μοντέλο (Bergstrom and Hultman 1966), γίνεται αρχικά -τις πρώτες 4 ημέρες της προαγωνιστικής εβδομάδας- προοδευτική κένωση του μυϊκού γλυκογόνου, με συνδυασμό εξαντλητικής προπόνησης και δίαιτας πλούσιας σε λίπη και πρωτεΐνες και χαμηλής σε υδατάνθρακες. Τις τελευταίες 2 ημέρες πριν τον αγώνα μειώνεται ο ρυθμός της προπόνησης και η δίαιτα είναι πλούσια σε υδατάνθρακες. Το μοντέλο αυτό, αν και οδηγεί σε υπερπλήρωση των αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου, έχει αρκετά μειονεκτήματα που το καθιστούν δύσκολο στην εφαρμογή.

Ενδεικτικά, η τριήμερη δίαιτα με χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες κατά την πρώτη φάση του μοντέλου σε συνδυασμό με την έντονη προπόνηση, ενδέχεται να οδηγήσουν σε κόπωση, τραυματισμό και μυϊκό άλγος, τα οποία δεν είναι επιθυμητά λίγες ημέρες πριν τον αγώνα.

Το τροποποιημένο μοντέλο υπερπλήρωσης του μυϊκού γλυκογόνου θεραπεύει τα παραπάνω μειονεκτήματα (Sherman et al. 1981).

Στο εν λόγω μοντέλο δεν απαιτείται η εξάντληση του μυϊκού γλυκογόνου (όπως στην αρχική φάση του κλασικού μοντέλου). Η υπερπλήρωση του μυϊκού γλυκογόνου επιτυγχάνεται με τη σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας των υδατανθράκων στη δίαιτα του αθλητή από 55% περίπου τις 3 πρώτες ημέρες της προαγωνιστικής εβδομάδας σε 70% της συνολικής προσλαμβανόμενης ενέργειας τις τελευταίες 3 ημέρες. Αν και οι υδατάνθρακες είναι απαραίτητοι για την αθλητική διατροφή, οι αθλητές του υγρού στίβου, οι Έλληνες τουλάχιστον, δε φαίνεται να τους καταναλώνουν σε επαρκείς ποσότητες. Σε μία μελέτη που έγινε στη χώρα μας βρέθηκε ότι οι αθλητές του υγρού στίβου που αγωνίζονται σε υψηλό επίπεδο κατανάλωναν σχετικά μικρές ποσότητες υδατανθράκων (4,5 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους οι άνδρες και 3,8 γραμμάρια οι γυναίκες) και υψηλές ποσότητες λιπιδίων (Farajian et al. 2004).

ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΓΩΝΑ

Κύριο μέλημα του αθλητή κατά τη διάρκεια της μυϊκής προσπάθειας πρέπει να είναι η αναπλήρωση των υγρών

Πίνακας 1. Συνοπτικό σχέδιο ενεργειών για την αναπλήρωση υγρών και υδατανθράκων από τους αθλητές που εκτελούν άσκηση είτε στη ζέστη είτε σε θερμοουδέτερο και ψυχρό περιβάλλον.

	Θερμό περιβάλλον (>28°C)	Θερμοουδέτερο περιβάλλον (<28°C)
Κύριος στόχος είναι:	Η αναπλήρωση των υγρών.	Η αναπλήρωση των υδατανθράκων.
Στόχος πριν τον αγώνα/την προπόνηση είναι:	Η εξασφάλιση καλής ενυδάτωσης του οργανισμού.	Η εξασφάλιση των ενεργειακών αποθεμάτων με δίαιτα υψηλή σε υδατάνθρακες.
Χαρακτηριστικά διαλύματος προς κατανάλωση κατά τη διάρκεια του αγώνα/της προπόνησης:	Ισοτονικό διάλυμα με 25-50 γραμμάρια υδατάνθρακες ανά λίτρο και ηλεκτρολύτες. Η ποσότητα προς κατανάλωση θα πρέπει να είναι >80% των εφιδρωτικών απωλειών, εάν τούτο είναι εφικτό χωρίς να υπάρχουν γαστρεντερικές διαταραχές.	Ισοτονικό διάλυμα με 50-80 γραμμάρια υδατάνθρακες ανά λίτρο και ηλεκτρολύτες. Η κατανάλωση θα πρέπει να προσδίδει στον οργανισμό 30-60 γραμμάρια υδατανθράκων την ώρα.
Στόχος μετά τον αγώνα/την προπόνηση είναι:	Η κατανάλωση περίπου 150% της απώλεσθείσας με τον ιδρώτα ποσότητας υγρών.	Η πλήρης επανασύνθεση του μυϊκού γλυκογόνου. Έμφαση στην κατανάλωση υδατανθράκων τις 2 πρώτες ώρες της αποκατάστασης.

και των υδατανθράκων. Με δεδομένα ότι τα υγρά του σώματος είναι ο προσδιοριστικός παράγοντας της απόδοσης στη ζέστη, ενώ τα αποθέματα των υδατανθράκων στον οργανισμό αποτελούν τον κύριο παράγοντα σε θερμοουδέτερο και ψυχρό περιβάλλον, ο αθλητής θα πρέπει να διαμορφώσει αναλόγως τη στρατηγική του (Νάσσης και Γελαδάς 1996). Στην πρώτη περίπτωση συνιστάται η κατανάλωση ισοτονικού διαλύματος με 25-50 γραμμάρια υδατάνθρακες ανά λίτρο σε τακτά διαστήματα κατά τη διάρκεια της προσπάθειας και στη δεύτερη, όταν δηλαδή η άσκηση εκτελείται σε θερμοουδέτερο χώρο, συνιστάται η κατανάλωση ισοτονικού διαλύματος με 60-80 γραμμάρια υδατάνθρακες ανά λίτρο (πίνακας 1).

Η κατανάλωση υδατανθράκων σε θερμοουδέτερο και ψυχρό περιβάλλον βελτιώνει την απόδοση και τούτο αποδίδεται στη διατήρηση του ρυθμού οξειδωσης των υδατανθράκων (Chryssanthopoulos and Williams 1997, Nassis et al. 1998), στην εξοικονόμηση του μυϊκού γλυκογόνου (Coyle et al. 1986), και, πιθανώς, στην απευθείας επίδραση των εξωγενώς χορηγούμενων υδατανθράκων στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Nybo 2003). Όσον αφορά στον τύπο των υδατανθράκων φαίνεται ότι ο συνδυασμός τουλάχιστον δύο τύπων (π.χ. γλυκόζης και φρουκτόζης) έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερο ρυθμό οξειδωσης υδατανθράκων σε σύγκριση με τη συνθήκη κατά την οποία καταναλώνεται μία μορφή υδατανθράκων (Adopo et al. 1994).

ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΓΩΝΑ

Η επαναπλήρωση των υγρών του οργανισμού και η επανασύνθεση του γλυκογόνου είναι οι κύριοι στόχοι μετά την εκτέλεση παρατεταμένης άσκησης. Η επανασύνθεση του μυϊκού και του ηπατικού γλυκογόνου είναι ταχύτερη τις δύο πρώτες ώρες της αποκατάστασης, μειώνεται τις επόμενες δύο ώρες και ολοκληρώνεται σε 24 περίπου ώρες (Ivy et al. 1998). 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 επανασύνθεσης του μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου (ACSM 2000). Ένας γενικός κανόνας είναι ότι οι αθλητές θα πρέπει να καταναλώνουν περίπου 10 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους υδατάνθρακες μέσα στο 24ωρο της αποκατάστασης. Οι υδατάνθρακες αυτοί μπορεί να χορηγούνται είτε σε στερεά είτε σε υγρή μορφή και να έχουν υψηλό γλυκαιμικό δείκτη (ACSM 2000). Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η προσθήκη πρωτεΐνης σε ροφήματα υδατανθράκων επιταχύνει το ρυθμό επανασύνθεσης του μυϊκού γλυκογόνου σε σχέση με τη συνθήκη όπου καταναλώνονται μόνο υδατάνθρακες και τούτο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τους αθλητές και τους προπονητές (Ivy et al. 2002). Η προσαρμογή αυτή οφείλεται στη μεγαλύτερη αύξηση της ινσουλίνης

όταν καταναλώνονται ταυτόχρονα πρωτεΐνες και υδατάνθρακες. Όσον αφορά στην αναπλήρωση των υγρών συνιστάται η κατανάλωση υγρών σε ποσότητα ίση με το 150% της ποσότητας υγρών που απωλέσθη με τον ιδρώτα (Shirreffs et al. 1996).

ΣΥΝΟΨΗ

Οι κύριοι παράγοντες κόπωσης στα αγωνίσματα του υγρού στίβου που διαρκούν πάνω από μία ώρα είναι η αφυδάτωση και η υπερθερμία, όταν η άσκηση εκτελείται στη ζέστη και η μείωση του μυϊκού γλυκογόνου στην περίπτωση που η μυϊκή προσπάθεια γίνεται σε θερμοουδέτερο ή σε ψυχρό περιβάλλον. Εξυπακούεται ότι οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν την απόδοση και στην προπόνηση. Υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι η αφυδάτωση και η υπερθερμία επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση ακόμη και στα αγωνίσματα εκείνα που διαρκούν λίγα μόνο λεπτά. Οι αθλητές θα πρέπει να στοχεύουν στην εξασφάλιση της ενυδάτωσης και των αποθεμάτων του γλυκογόνου στον οργανισμό. Τούτο μπορεί να επιτευχθεί με την κατανάλωση υγρών και επαρκούς ποσότητας υδατανθράκων στην αποκατάσταση μετά την προπόνηση και τον αγώνα και στο διάστημα που μεσολαβεί μέχρι την έναρξη της επόμενης μυϊκής προσπάθειας. Σε ορισμένα αγωνίσματα όπου είναι εφικτό, οι αθλητές πρέπει να προμηθεύονται υγρά και υδατάνθρακες, σε στερεά ή υγρή μορφή, κατά τη διάρκεια της προσπάθειας.

Σημείωση: Οι εργασίες του γράφοντος που αναφέρονται σε αυτό το άρθρο, εκτός εκείνης των Nassis et al. (1998), έγιναν στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νίκου Δ. Γελαδά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Ελληνική

1. Γελαδάς Ν. Αρχές θερμοεγκλιματισμού εν όψει των Ολυμπιακών Αγώνων. Κινησιολογία 1996, 1(1):30-38.
2. Νάσσης Γ, Γελαδάς Ν. Ασκησιογενής υπερθερμία και αφυδάτωση: παράγοντες κόπωσης και πρακτικές συμβουλές πρόληψης αυτών. Ιατρική 2005, 87(2):115-123.
3. Νάσσης Γ, Γελαδάς Ν. Επίδραση της αναπλήρωσης υγρών στις καρδιαγγειακές και θερμορρυθμιστικές προσαρμογές του οργανισμού σε παρατεταμένη άσκηση. Αθλητική Απόδοση και Υγεία 2001, 4:237-250.
4. Νάσσης Γ, Γελαδάς Ν. Αναπλήρωση υγρών και υδατανθράκων κατά την άσκηση: περιοριστικοί παράγοντες-πρακτικές εφαρμογές. Κινησιολογία 1996, 1(2):140-159.

B. Διεθνής

1. Adopo E, Peronnet F, Massicotte D, Brisson GR, Hillaire-

- Marcel C. Respective oxidation of exogenous glucose and fructose given in the same drink during exercise. Journal of Applied Physiology 1994; 76:1014-1019.
2. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada. Joint Position statement: Nutrition and athletic performance. Medicine and Science in Sports and Exercise 2000; 32:2130-2145.
3. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. Medicine and Science in Sports and Exercise 1985; 17:456-461.
4. Bergstrom J, Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. Acta Physiologica Scandinavica 1967; 71:140-150.
5. Bergstrom J, Hultman E. The effect of exercise on muscle glycogen and electrolytes in normals. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation 1966; 18:16-20.
6. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. Journal of Applied Physiology 1986; 61:165-172.
7. Chryssanthopoulos C, Williams C. Pre-exercise carbohydrate meal and endurance running capacity when carbohydrates are ingested during exercise. International Journal of Sports Medicine 1997; 18:543-548.
8. Drust B, Rasmussen P, Mohr M, Nielsen B, Nybo L. Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance. Acta Physiologica Scandinavica 2005; 183:181-190.
9. Farajian P, Kavouras S, Yannakoulia M, Sidossis LS. Dietary intake and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism 2004; 14:574-585.
10. Febbraio MA, Snow RJ, Stathis CG, Hargreaves M, Carey MF. Effect of heat stress on muscle energy metabolism during exercise. Journal of Applied Physiology 1994; 77:2827-2831.
11. Geladas N, Nassis G, Pavlicevic S. Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. International Journal of Sports Medicine 2005; 26:139-144.
12. Gallow SDR, Maughan RJ. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. Medicine and Science in Sports and Exercise 1997; 29:1240-1249.
13. González-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Coyle EF. Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. American Journal of Physiology 2000; 278:H321-H330.
14. González-Alonso J, Teller C, Andersen S, Jensen F, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. Journal of Applied Physiology 1999; 86:1032-1039.
15. González-Alonso J, Calbet JAL, Nielsen B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. Journal of Physiology (London) 1998; 513:895-905.
16. González-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration markedly impairs cardiovascular function

- in hyperthermic endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology* 1997; 82:1229-1236.
17. González-Alonso J, Rodríguez RM, Below PR, Coyle EF. Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *Journal of Applied Physiology* 1995; 79:1487-1496.
 18. Hales JRS, Hubbard RW, Gaffin SL. Limitation of heat tolerance. In: American Physiological Society. *Handbook of Physiology. Environmental Physiology*. Bethesda, MD: 1996; p. 285-355.
 19. Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Muscle glycogen during prolonged severe exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* 1967; 71:129-133.
 20. Ivy JL, Goforth HW, Damon BM, McCauley TR, Parsons EC, Price TB. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology* 2002; 93:1337-1344.
 21. Ivy JL. Glycogen resynthesis after exercise: effect of CHO intake. *International Journal of Sports Medicine* 1998; 19(Suppl 2):S142-145.
 22. Maughan RJ, Noakes TD. Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Medicine* 1991; 12:16-31.
 23. Maxwell NS, Gardner F, Nimmo MA. Intermittent running: muscle metabolism in the heat and effect of hypohydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1999; 31:675-683.
 24. Montain SJ, Coyle EF. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *Journal of Applied Physiology* 1992a; 73:903-910.
 25. Montain SJ, Coyle EF. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology* 1992b; 73:1340-1350.
 26. Nassis GP, Geladas ND. Cardiac output decline in prolonged dynamic exercise is affected by the exercise mode. *Pflugers Archive - European Journal of Physiology* 2002a; 445:398-404.
 27. Nassis GP, Geladas ND. Effect of water ingestion on cardiovascular and thermal responses to prolonged cycling and running in humans: a comparison. *European Journal of Applied Physiology* 2002b; 88:227-234.
 28. Nassis GP, Chisnall P, Williams C. Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. *British Journal of Sports Medicine* 1998; 32:248-252.
 29. Nybo L. CNS fatigue and prolonged exercise: effect of glucose supplementation. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2003; 35:589-594.
 30. Nybo L, Moller K, Volianitis S, Nielsen B, Secher NH. Effects of hyperthermia on cerebral blood flow and metabolism during prolonged exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 2002; 93:58-64.
 31. Nybo L, Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 2001a; 91:1055-1060.
 32. Nybo L, Nielsen B. Middle cerebral artery blood flow velocity is reduced with hyperthermia during prolonged exercise in humans. *Journal of Physiology (London)* 2001b; 534:279-286.
 33. Pitts GC, Johnson RE, Consolazio FC. Work in the heat is affected by intake of water, salt and glucose. *American Journal of Physiology* 1944; 142:253-259.
 34. Reilly T. Swimming. In: Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, editors. *Physiology of sports*. London: E&FN Spon; 1990. p. 217-258.
 35. Rowell LB, O'Leary DS, Kellogg DL. Integration of cardiovascular control systems in dynamic exercise. In: Rowell LB, Shepherd JT, editors. *Handbook of Physiology. Exercise: regulation and integration of multiple systems*. Section 12. American Physiological Society. New York: 1996; p. 770-840.
 36. Secher N. Rowing. In: Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, editors. *Physiology of sports*. London: E&FN Spon; 1990. p. 259-286.
 37. Shepherd R. Sailing. In: Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, editors. *Physiology of sports*. London: E&FN Spon; 1990. p. 287-310.
 38. Sherman WM, Costill DL, Fink WJ, Miller JM. The effect of exercise and diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. *International Journal of Sports Medicine* 1981; 2:114-118.
 39. Shirreffs SM, Taylor AJ, Lieper JB, Maughan RJ. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1996; 28:1260-1271.
 40. Vogiatzis I, De Vito G, Rodio A, Madaffari A, Marchetti M. The physiological demands of sail pumping in Olympic level windsurfers. *European Journal of Applied Physiology* 2002; 86:450-454.
 41. Williams C. Metabolic aspects of exercise. In: Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, editors. *Physiology of sports*. London: E&FN Spon; 1990. p. 3-40.