



Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό
Τόμος 16 (2), 66 - 77
Δημοσιεύτηκε: Ιούλιος 2018



Inquiries in Sport & Physical Education
Volume 16 (2), 66 - 77
Released: July 2018

www.pe.uth.gr/emag

ISSN 1790-3041



Επιδράσεις των Νόμιμων Εργογόνων Συμπληρωμάτων στην Απόδοση Κολυμβητών και Κολυμβητριών: Μια Βιβλιογραφική Προσέγγιση

Κωνσταντίνος Παπαδημητρίου

Εργαστήριο Αξιολόγησης της Βιολογικής Απόδοσης του Ανθρώπου
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Ασκούμενοι διαφόρων ηλικιών αθλούνται με κύριο στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Μέσα από τη συστηματική άσκηση, μεγάλος αριθμός ασκούμενων επιλέγει την προπονητική υποστήριξη μέσω της χρήσης εργογόνων συμπληρωμάτων διατροφής. Οι υδατάνθρακες, η κρεατίνη, η καφεΐνη και το διττανθρακικό νάτριο είναι μερικά από τα συνηθέστερα εργογόνα συμπληρώματα. Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση γίνεται αναζήτηση των πιθανών επιδράσεων των εργογόνων συμπληρωμάτων στο άθλημα της κολύμβησης. Επίσης, προβάλλονται πιθανές αντενδείξεις της χρήσης των συγκεκριμένων εργογόνων συμπληρωμάτων.

Λέξεις κλειδιά: *συμπληρώματα υδατανθράκων, συμπληρώματα κρεατίνης, συμπληρώματα καφεΐνης, συμπληρώματα διττανθρακικού νατρίου, κολύμβηση*

Research

Effects of Legal Ergogenic Supplements on Swimmer's Performance: A Bibliographic Approach

Konstantinos Papadimitriou

Laboratory of Evaluation of Human Biological Performance
Department of Physical Education & Sport Science, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

Various ages trainees, train mainly in improving the quality of their life. A big number of systematic exercisers supported by the use of ergogenic nutrition supplements. Carbohydrates, creatine, caffeine and sodium bicarbonate are some of the most common ergogenic supplements. In this bibliographic review we are looking for the possible effects of ergogenic supplements in swimming sport. Also, showing possible contraindications from the use of ergogenic supplements.

Keywords: *carbohydrate supplements, creatine supplements, caffeinated supplements, sodium bicarbonate, swimming*

Corresponding address: Konstantinos Papadimitriou
Laboratory of Evaluation of Human Biological Performance
Department of Physical Education & Sport Science, Aristotle University of Thessaloniki
57001, Thessaloniki, Greece
E-mail: kostakispapadim@gmail.com

Εισαγωγή

Αρκετοί ασκούμενοι διαφόρων ηλικιών κατακλύζουν τους αθλητικούς χώρους με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και ειδικότερα της υγείας, της ευεξίας και της σωματικής διάπλασης. Αρκετοί, πέρα από την συστηματική άσκηση για την προώθηση των προαναφερθέντων παραγόντων, επιλέγουν να ακολουθήσουν το επίπονο μονοπάτι του πρωταθλητισμού. Σε εκείνες τις περιπτώσεις αθλητών είναι σύνθηρες το φαινόμενο της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής. Στόχος είναι η ενδεχόμενη αύξηση της απόδοσης. Διάφορα σκευάσματα συμπληρωμάτων κυκλοφορούν και πωλούνται σε αθλητές όλων των ηλικιών και επιπέδων δίχως να γνωστοποιείται οποιαδήποτε επίπτωση που μπορεί να προκληθεί στην υγεία.

Αντίθετα, αρκετά συμπληρώματα αποδεδειγμένα παρουσιάζουν θετικές επιδράσεις στην υγεία και την απόδοση των αθλητών. Συμπληρώματα όπως τα εργογόνα, συμβάλουν στην αύξηση της απόδοσης και της αντοχής (Χασαπίδου & Φαχαντίδου, 2002). Τέσσερα από τα πιο δημοφιλή εργογόνα συμπληρώματα που χρησιμοποιούνται συχνά από αθλητές είναι οι υδατάνθρακες, η καφεΐνη, η κρεατίνη και το διττανθρακικό νάτριο (Χασαπίδου & Φαχαντίδου, 2002). Έτσι, σκοπός της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν να διερευνήσει εάν οι υδατάνθρακες, η κρεατίνη, η καφεΐνη και το διττανθρακικό νάτριο συμβάλουν στην βελτίωση της απόδοσης κολυμβητών και κολυμβητριών διαφόρων ηλικιών και επιπέδων σε όλα τα στυλ και αποστάσεις.

Μεθοδολογία

Για τη συγκρότηση της ανασκόπησης χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 36 έρευνες και βιβλιογραφικές αναφορές. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν έρευνες σχετικά με τα εργογόνα συμπληρώματα διατροφής, κυρίως στην κολύμβηση, αλλά και σε άλλα αθλήματα. Από τις 36 έρευνες, οι 13 σχετίζονται με τα συμπληρώματα κρεατίνης, οι 7 με τα συμπληρώματα υδατανθράκων, οι 7 με τη χρήση καφεϊνούχων ροφημάτων και συμπληρωμάτων καφεΐνης, 5 αναφέρονται στη χρήση του διττανθρακικού νατρίου, 2 σε συνδυασμούς των εργογόνων συμπληρωμάτων διατροφής, καθώς και 2 έρευνες που περιγράφουν γενικότερα τις επιδράσεις των παραπάνω συμπληρωμάτων διατροφής. Χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατες έρευνες που σχετίζονται με την κολύμβηση (Πίνακας 1). Οι βάσεις δεδομένων που αναζητήθηκαν οι βιβλιογραφικές πηγές ήταν το Pubmed Medline, και το Google Scholar. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: (α) συμπληρώματα υδατανθράκων, (β) συμπληρώματα κρεατίνης, (γ) συμπληρώματα καφεΐνης, (δ) συμπληρώματα διττανθρακικού νατρίου, και (ε) κολύμβηση.

Ανασκόπηση σχετικών ερευνών

Σε γενικές βιβλιογραφικές αναφορές αναφέρεται πως οι υδατάνθρακες αποτελούν την κύρια πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Αποτελούν μεγάλο ποσοστό της καθημερινής ημερήσιας κατανάλωσης που υπολογίζεται περίπου στο 50-55%. Μικρή κατανάλωση υδατανθράκων επιφέρει μείωση του μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου και κατά προέκταση μείωση της ελεύθερης γλυκόζης στο αίμα με αποτέλεσμα τη μείωση της μυϊκής απόδοσης (Μούγιος, 2008).

Η κρεατίνη, συμπεριλαμβάνεται στα αμινοξέα έπειτα από την ένωση γλυκίνης και αργινίνης και συναντάται κυρίως στο ζωικό κρέας. Ακόμα, ποσότητα κρεατίνης συντίθεται και στο ήπαρ. Μέσα στους μύες και στο αίμα βρίσκεται με τη μορφή κυρίως της φωσφοκρεατίνης που συμβάλει στην ταχύτερη αναδόμηση της διφοσφορικής αδενοσύνης (ADP) έπειτα από την υδρόλυση της τριφοσφορικής αδενοσύνης (ATP) με στόχο την παραγωγή ενέργειας (Μούγιος, 2008).

Η καφεΐνη είναι επίσης ένα διαδεδομένο προϊόν που παράγεται μέσα από τους κόκκους του καφέ και παρατηρείται στο εμπόριο με τη μορφή σκόνης, χαπιών, ενώ είναι κύριο συστατικό του καφέ και των ενεργειακών ποτών. Η κύρια δράση της επικεντρώνεται στη διέγερση του νευρικού συστήματος, ενώ συμβάλει και στην κινητοποίηση λιπαρών οξέων εξοικονομώντας μυϊκό γλυκογόνο (Μούγιος, 2008; Χασαπίδου & Φαχαντίδου, 2002).

Τέλος, από τα κυριότερα εργογόνα συμπληρώματα είναι και το διττανθρακικό νάτριο ή αλλιώς η μαγειρική σόδα που συμβάλει στην επιβράδυνση της μείωσης του pH, στην μείωση των επιπέδων του γαλακτικού οξέος και στη μείωση της οξύτητας του αίματος που προκαλείται από την αύξηση του γαλακτικού οξέος εξαιτίας της αύξησης των ιόντων υδρογόνου (Χασαπίδου & Φαχαντίδου, 2002). Γενικότερα, τα εργογόνα συμπληρώματα συμβάλουν κατά την πλειοψηφία των ερευνών στην αύξηση της απόδοσης σε αρκετά αθλήματα αντοχής, ταχύτητας και δύναμης. Στην κολύμβηση, εξαιτίας του υγρού περιβάλλοντος που επιτελείται των αντιστάσεων που δημιουργούνται, αλλά και των ενεργειακών απαιτήσεων, είναι ενδιαφέρουσα η μελέτη της χρήσης των εργογόνων

συμπληρωμάτων.

Υδατάνθρακες

Αρκετές έρευνες σχετίζονται με την εργογόνο επίδραση των υδατανθράκων. Τα συμπεράσματα των ερευνών αυτών καταλήγουν πως η χρήση των υδατανθράκων μπορεί να επιφέρει βελτίωση της απόδοσης μέσω αύξησης της αντοχής με καθυστέρηση της παρουσίας κόπωσης τόσο σε μακράς διάρκειας προσπάθειες (Coyle, Hagberg, Hurley, Martin, Ehsani, & Holloszy, 1983), όσο και σε ταχύτητες κοντά στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Hargreaves, Costill, Coggan, Fink, & Nishibata, 1984). Η βελτίωση της αντοχής προέχεται από την πλήρωση των αποθηκών με μυϊκό και ηπατικό γλυκογόνο περίπου 20-40%, καθώς και της ελεύθερης γλυκόζης μέσα στο αίμα (Coyle et al., 1983). Αποτέλεσμα της πλήρωσης των αποθηκών είναι η επιμήκυνση του χρόνου άσκησης (Coyle, Coggan, Hemmert, Lowe & Walters, 1985).

Αντίθετα, όσοι ασκούμενοι δε χρησιμοποίησαν συμπλήρωμα υδατανθράκων παρατηρήθηκε μικρότερη ικανότητα αντοχής σε ίδιας διάρκειας προσπάθειες (Coyle et al., 1983; Coyle et al., 1985). Επίσης, η διαφορετική ποσότητα χορήγησης υδατανθράκων δε διαπιστώθηκε να επηρεάζει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα (Fielding, Costill, Fink, King, Hargreaves & Kovaleski, 1985; Mitchell, Costill, Houmard, Flynn, Fink & Beltz, 1988). Βέβαια, σε περιπτώσεις χαμηλών επιπέδων γλυκόζης στις αποθήκες του σώματος είναι αναγκαία η άμεση χορήγηση 45γρ. υδατανθράκων (Neufer, Costill, Flynn, Kirwan, Mitchell & Houmard, 1987). Ακόμα, η εργογόνος δράση των υδατανθράκων περιορίζεται μόνο κατά την οξεία χορήγησή της σύμφωνα με όσες έρευνες εξετάστηκαν. Μακροπρόθεσμη κατανάλωση δεν επιφέρει οποιαδήποτε επιπλέον βελτίωση στην απόδοση. Επίσης, η έλλειψη μπορεί να προκαλέσει μυϊκή κόπωση και αδυναμία συνέχισης ή ακόμα και ολοκλήρωσης της άσκησης.

Στην κολύμβηση, οι Shaw, Boyd, Burke και Koivisto (2014), αναφέρουν πως οι κολυμβητές σε περιόδους που οι αγωνιστικές και προπονητικές απαιτήσεις είναι υψηλές είναι απαραίτητη η πλήρωση των αποθηκών του σώματος σε γλυκογόνο. Έτσι, ποσότητες από 3-10γρ./κιλό την ημέρα είναι απαραίτητες.

Βέβαια, στην έρευνα των Hill, Whitehead και Goodwin (2011), σε δείγμα 37 κολυμβητών κολεγιακού επιπέδου δε διαπιστώθηκε κάποια επίδραση των υδατανθράκων στην απόδοση. Συγκεκριμένα, ένα μέρος των κολυμβητών, για δυο μέρες πριν την προπόνηση κατανάλωνε συμπλήρωμα υδατανθράκων, ενώ οι υπόλοιποι κολυμβητές κατανάλωναν εικονικό συμπλήρωμα υδατανθράκων. Από τα αποτελέσματα, ο χρόνος ολοκλήρωσης της προπόνησης, η διάθεσή τους, καθώς και η απόδοσή τους δεν επηρεάστηκε σε κάποιες από τις δυο πειραματικές ομάδες.

Καφεΐνη

Αρκετές έρευνες παρουσιάζονται σχετικά με την επίδραση της καφεΐνης στην απόδοση αθλητών, κυρίως μέσω κατανάλωσης ενεργειακών ποτών. Σε έρευνα με ελίτ παίκτες χόκεϊ επί χόρτου, διαπιστώθηκε πως μπορούν να επωφεληθούν από την κατάποση καφεϊνούχων ποτών, διότι βελτιώνουν την ταχύτητα για την κάλυψη μιας απόστασης (Del Coso, Portillo, Salinero, Lara, Abian & Areces, 2015). Επίσης, σε έρευνα του Gallo-Salazar και των συνεργατών του (2015), σε παίκτες πετοσφαίρισης, διαπιστώθηκε πως με την κατανάλωση καφεΐνης βελτιώθηκαν αρκετοί παράμετροι που εξετάστηκαν. Αυτές ήταν η δύναμη λαβής έπειτα από τεστ σε χειρολαβή, ο ρυθμός τρεξίματος, τα σπριντ και το ποσοστό επιτυχίας στο σέρβις. Αντίθετα, δε βελτιώθηκε η ταχύτητα μπαλιάς στο σέρβις.

Σε παρόμοια έρευνα με παίκτες πετοσφαίρισης, διαπιστώθηκε βελτίωση στην ταχύτητα ρίψης της μπάλας, βελτίωση όλων των ειδών άλματος που χρειάζονται στην πετοσφαίριση, ενώ παρατηρήθηκε καλύτερη επιλογή κινήσεων μέσα στον αγώνα. Βέβαια, σε τεστ ευκινησίας παρατηρήθηκε μειωμένη απόδοση (Pérez-López, 2015). Στο άθλημα του ποδοσφαίρου η χρήση καφεΐνης βρέθηκε να βελτιώνει το άλμα, τη μέγιστη ταχύτητα στο σπριντ, την ταχύτητα κάλυψης αποστάσεων, αλλά και τον αριθμό διατήρησης των σπριντ (Barbero-Alvarez, 2014).

Αμφιλεγόμενες μελέτες έπειτα από μεγάλη κατανάλωση καφεΐνης (>25mg), παρουσίασαν οι Lee, Kim, Perera, McLachlan και Bae (2015). Από τα αποτελέσματα της έρευνάς τους διαπιστώθηκε πως η υπερκατανάλωση καφεΐνης σε άτομα με μικρό σωματικό λίπος αλλά και στα παιδιά είναι ικανή να προκαλέσει επιπλοκές στην υγεία. Μερικές από αυτές είναι ταχυκαρδία, έντονο εκνευρισμό, ακόμα και δηλητηριάσεις. Παρόμοια αποτελέσματα, σχετικά με την επικινδυνότητα των ροφημάτων καφεΐνης, παρουσιάστηκε και σε παίκτες ράγκμπι όπου διαπιστώθηκε η επικινδυνότητα των ενεργειακών ποτών στην υγεία των αθλουμένων, ιδιαίτερα όταν είναι σε μεγάλες ποσότητες (Casiero, 2013). Ακόμα, αναφορικά με την απόδοση δρομέων, διαπιστώθηκε πως η καφεΐνη δεν επηρεάζει την ικανότητα τρεξίματος απόστασης πέντε χιλιομέτρων (Schubert, Astorino & Azevedo, 2013).

Στην κολύμβηση, ο Lara, και οι συνεργάτες του (2015), σε δείγμα 14 κολυμβητών, εξέτασαν την επίδραση 3ης καφεΐνης στο κατακόρυφο άλμα, στη δύναμη μέσω χειρολαβής, στα 50 μέτρα ελεύθερο σε συνθήκες αγώνων και σε 45 δευτερόλεπτα στο υδροεργόμετρο σε μέγιστη ένταση. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε βελτίωση σε όλες τις παραμέτρους που εξετάστηκαν. Το δείγμα που κατανάλωσε καφεΐνη είχε καλύτερα αποτελέσματα στις παραμέτρους που μελετήθηκαν, σε αντίθεση με το δείγμα που κατανάλωσε εικονικό συμπλήρωμα καφεΐνης. Επίσης, σχετικά με τις παρενέργειες που ενδεχομένως να προκαλούσε το συμπλήρωμα, όπως αϋπνίες, μυϊκούς πόνους και πονοκέφαλο, οι ερευνητές κατέγραψαν ασήμαντες παρενέργειες στη συγκεκριμένη ποσότητα καφεΐνης.

Κρεατίνη

Στα συμπληρώματα κρεατίνης η βιβλιογραφία στην κολύμβηση είναι αρκετά μεγάλη. Οι Dabidi, Babaei, Hosseinzadeh και Arendt (2013), μελέτησαν την επίδραση της κρεατίνης σε 16 κολυμβητές. Χορηγήθηκαν τέσσερις δόσεις τη μέρα, για έξι ημέρες, μελετώντας τα επίπεδα του γαλακτικού, της καρδιακής συχνότητας, της κρεατινικής κίνησης και της κρεατινίνης. Ακόμα, σε πρωτόκολλο που περιελάμβανε έξι πεντηνάρια (6x50μ.) σε μέγιστη ένταση με δυο λεπτά διάλειμμα εξετάστηκε η μείωση/διατήρηση της ταχύτητας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα όλοι οι παράμετροι που εξετάστηκαν βελτιώθηκαν. Το γαλακτικό οξύ αυξήθηκε κατά τον τρίτο και έκτο πεντηνάρι, η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε λιγότερο και η μείωση στην ταχύτητα ήταν μικρότερη σε σύγκριση με το γκρουπ που λάμβανε εικονικό συμπλήρωμα κρεατίνης.

Οι Juhász, Györe, Csende, Ráczi και Tihanyi (2009), σε δείγμα 16 κολυμβητών τεχνικής κολύμβησης, διαπίστωσαν πως βελτιώνει την επίδοση στα 100 μέτρα με μονοπέδιλο και στο Bosko τεστ. Η χορήγηση της κρεατίνης πραγματοποιήθηκε για πέντε μέρες για το πειραματικό γκρουπ, ενώ παράλληλα υπήρχε γκρουπ που λάμβανε εικονικό συμπλήρωμα. Επίσης, πέρα από την επίδοση παρουσιάστηκε μεταβολή και στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος καταγράφοντας χαμηλότερες τιμές πέντε λεπτά μετά τα 100 μέτρα.

Ο Silva και οι συνεργάτες του (2007), επίσης πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με την επίδραση της κρεατίνης στην απόδοση, αλλά και στη σύσταση του σώματος σε κολυμβήτριες. Εξετάστηκαν οι επιδράσεις, στην ταχύτητα των 25 μέτρων, στην οπισθέλκουσα κινηματική, στην υδροδυναμική και στην ισχύ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι κολυμβήτριες που κατανάλωναν κρεατίνη για 21 μέρες βρέθηκε να έχουν θετικότερα αποτελέσματα στις παραμέτρους που εξετάστηκαν κατά 25%, σε αντίθεση με το γκρουπ που κατανάλωνε εικονικό συμπλήρωμα κρεατίνης. Επίσης, μεταξύ των δυο γκρουπ δε διαπιστώθηκε κάποια μεταβολή στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν

Οι Peyrebrune, Stokes, Hall και Nevill (2005), μελέτησαν διαφορετικές διάρκειες κατανάλωσης συμπληρωμάτων κρεατίνης. Μια ομάδα λάμβανε συμπλήρωμα κρεατίνης για πέντε εβδομάδες, μέχρι και την εβδομάδα που ήταν προγραμματισμένοι αγώνες, ενώ η άλλη ομάδα, πέντε μέρες πριν τους αγώνες. Εξετάστηκαν αιματολογικοί και ορμονικοί παράγοντες για τη διαπίστωση διαφορών. Από τα αποτελέσματα υπήρξαν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση και των δυο γκρουπ, ενώ δε διαπιστώθηκε διαφορά στις αιματολογικές και ορμονικές παραμέτρους που εξετάστηκαν στους 20 κολυμβητές.

Οι Anomasiri, Sanguanungsirikul και Saichandee (2004), σε δείγμα 38 κολυμβητών μελέτησαν την επίδραση των συμπληρωμάτων κρεατίνης σε διάστημα χορήγησης μιας εβδομάδας. Σκοπός ήταν να διαπιστώσουν εάν βελτιώνεται η ταχύτητα στα τελευταία 50 μέτρα των 400 μέτρων. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως το γκρουπ που λάμβανε συμπλήρωμα κρεατίνης κολύμπησε ταχύτερα τα τελευταία 50 μέτρα της συνολικής απόστασης των 400 μέτρων σε αντίθεση με το γκρουπ που δεν έλαβε εικονικό συμπλήρωμα. Επίσης, σε winggate test που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκαν θετικά αποτελέσματα και για τα δυο γκρουπ, τόσο εξαιτίας της προπόνησης που ακολουθούσαν, όσο και των συμπληρωμάτων κρεατίνης που λάμβαναν.

Επιπλέον, οι Selsby, Beckett, Kern και Devor (2003), σε 8 κολυμβητές και 7 κολυμβήτριες τρίτης κολεγιακής κατηγορίας μελέτησαν την επίδραση του συμπληρώματος κρεατίνης (0.3γρ./κιλό σωματικού βάρους), έπειτα από χορήγηση 5 ημερών. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν οι 50 και 100 γιάρδες κολύμβησης σε ελεύθερο στιλ. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε βελτίωση στις τελευταίες γιάρδες του τερματισμού και στις δυο κολυμβητικές αποστάσεις.

Σε έρευνα του Theodorou και των συνεργατών του (1999), συγκρίθηκαν οι επιδράσεις της οξείας και χρόνιας χορήγησης συμπληρωμάτων κρεατίνης σε 22 κολυμβητές και κολυμβήτριες υψηλού επιπέδου. Η οξεία φάση περιελάμβανε χορήγηση συμπληρώματος κρεατίνης (25γρ.) ή εικονικό συμπλήρωμα για 4 μέρες. Στη χρόνια φάση της χορήγησης, οι κολυμβητές και κολυμβήτριες λάμβαναν συμπλήρωμα κρεατίνης (5γρ.) ή εικονικό συμπλήρωμα για δυο μήνες. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις

παρουσιάστηκαν μόνο στην οξεία χορήγηση κρεατίνης (από 44.3 σε 43.7 δευτερόλεπτα), σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου αλλά και τη χρόνια χορήγηση.

Μελέτη που δεν παρουσιάζει ξεκάθαρη επίδραση των συμπληρωμάτων κρεατίνης είναι των Leenders, Lamb και Nelson (1999). Σε 14 κολυμβητές και 18 κολυμβήτριες μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης συμπληρώματος κρεατίνης για δυο εβδομάδες. Το δείγμα πριν το διαχωρισμό σε ομάδα συμπληρώματος κρεατίνης και ομάδα εικονικού συμπληρώματος κατανάλωναν εν αγνοία τους εικονικό συμπλήρωμα για δυο εβδομάδες. Έπειτα, τις επόμενες δυο εβδομάδες χωρίστηκαν σε δυο ομάδες. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποίησαν ήταν για δυο φορές την εβδομάδα 6x50 μέτρα σε μέγιστη ένταση και μια φορά την εβδομάδα 10x25 γιάρδες σε μέγιστη ένταση επίσης. Από τα αποτελέσματα η μόνη στατιστικά σημαντική βελτίωση παρατηρήθηκε στους άντρες στο σετ των 6x50 μέτρων. Στις άλλες παραμέτρους που μελετήθηκαν δε διαπιστώθηκε κάποια βελτίωση μεταξύ εικονικού και κανονικού συμπληρώματος, όπως επίσης δε διαπιστώθηκε κάποια βελτίωση τόσο στους άντρες, όσο και στις γυναίκες.

Ουδέτερη επίδραση της κρεατίνης παρουσιάζεται και στην έρευνα των Mendes, Pires, Oliveira και Tirapegui (2004). Συγκεκριμένα, δε βρέθηκε κάποια βελτίωση στην κολυμβητική απόδοση, αλλά ούτε και κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά στη σύσταση του σώματος σε σύγκριση με το γκρουπ που λάμβανε εικονικό συμπλήρωμα κρεατίνης.

Σε άλλη έρευνα, οι Dawson, Vladich και Blanksby (2002), χορήγησαν για τέσσερις εβδομάδες σε κολυμβητές και κολυμβήτριες εφηβικής ηλικίας συμπλήρωμα κρεατίνης για τη μια ομάδα και εικονικό συμπλήρωμα για την άλλη. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν πριν και μετά τη χορήγηση του συμπληρώματος ήταν 50 και 100 μέτρα σε μέγιστη ένταση. Για την ανάλυση πιθανόν επιδράσεων πάρθηκε τριχοειδικό αίμα για το προσδιορισμό των επιπέδων του γαλακτικού οξέος πριν και μετά το πρωτόκολλο. Ακόμα, πραγματοποιήθηκαν δυο σετ των 30 δευτερολέπτων σε μηχάνημα Biokinetic για τον υπολογισμό της ισχύος. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι η απόδοση σε μεμονωμένες αποστάσεις ταχύτητας δεν διαφοροποιήθηκε. Επίσης, καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων. Αντίθετα, από τα αποτελέσματα στα δυο επαναλαμβανόμενα σετ που πραγματοποιήθηκαν στο μηχάνημα Biokinetic, διαπιστώθηκε βελτίωση του συνολικού σκορ στο γκρουπ που λάμβανε συμπλήρωμα κρεατίνης.

Τέλος, στην ανασκόπηση των Horwood, Graham και Rooney (2006), παρουσιάζονται αβέβαια αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση της κρεατίνης στην απόδοση. Έτσι, διαπίστωσαν ότι στο σύνολο των ερευνών είναι αναποτελεσματική σε ταχύτητες χωρίς επαναληψιμότητα. Αντίθετα, σε επαναλαμβανόμενα σετ ταχυτήτων προσδίδει θετικά αποτελέσματα. Επίσης, διαπίστωσαν βάση των ερευνών ότι σε ταχυδυναμικές κινήσεις και δραστηριότητες η χρήση κρεατίνης έχει παρουσιάσει θετικά αποτελέσματα. Ακόμα, θεωρούν αδιευκρίνιστο πως αυτή η ικανότητα μεγαλύτερης παραγωγής δύναμης μεταφέρεται στο νερό, ενώ η ανταπόκριση που παρουσιάζει και στα δυο φύλα είναι το ίδιο αποτελεσματική. Επιπλέον, μεγάλος ήταν ο αριθμός ερευνών σχετικά με το ελεύθερο στίλ σε αντίθεση με τα άλλα στίλ που βρίσκονται υπό μελέτη.

Διττανθρακικό νάτριο

Νόμιμο εργογόνο συμπλήρωμα διατροφής είναι και το διττανθρακικό νάτριο. Οι Lindh, Peyrebrune, Ingham, Bailey και Folland (2007), μελέτησαν την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου στην απόσταση των 200 μέτρων σε εννέα κολυμβητές. Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν το γαλακτικό οξύ, το pH του αίματος και τα επίπεδα των κιτρικών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το γκρουπ που λάμβανε συμπλήρωμα διττανθρακικού νατρίου είχε υψηλότερες τιμές γαλακτικού σε σύγκριση με την ομάδα που λάμβανε εικονικό συμπλήρωμα και την ομάδα ελέγχου. Επίσης, στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις παρουσιάστηκαν σε όλες τις παραμέτρους που εξετάστηκαν καθώς και στην επίδοση τους στα 200 μέτρα ελεύθερο σε σχέση με το εικονικό συμπλήρωμα και την ομάδα ελέγχου αντίστοιχα (1:52.2 +/- 4.7; 1:53.7 +/- 3.8; 1:54.0 +/- 3.6 δευτερόλεπτα).

Ο Russell και οι συνεργάτες του (2014), σε 10 κολυμβητές προεφηβικής ηλικίας μελέτησαν την επίδραση του συμπληρώματος σε χρόνια και οξεία φάση. Οι κολυμβητές χωρίστηκαν σε ομάδα λήψης διττανθρακικού νατρίου και εικονικού συμπληρώματος. Η οξεία χορήγηση πραγματοποιήθηκε δυο ώρες πριν από το πρωτόκολλο απόδοσης, ενώ η χρόνια για τέσσερις μέρες. Το πρωτόκολλο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας του συμπληρώματος στην απόδοση περιελάμβανε 4x200 μέτρα σε μέγιστη ένταση. Οι παράμετροι που εξέτασαν μετά τα διακοσάρια ήταν τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος, το pH του αίματος και τα επίπεδα των κιτρικών. Από τα αποτελέσματα, τόσο στην οξεία όσο και στη χρόνια φάση δεν διαπιστώθηκε κάποια βελτίωση στις παραμέτρους που μελετήθηκαν. Αντίθετα, βελτίωση στην επίδοση παρατηρήθηκε σε πέντε κολυμβητές κατά την οξεία χορήγηση του διττανθρακικού νατρίου συνοδευόμενη με υψηλότερες τιμές γαλακτικού οξέος.

Βέβαια, αρκετές είναι οι έρευνες με συνδυαστική χορήγηση του διττανθρακικού νατρίου με άλλα συμπληρώματα. Στην έρευνα των Mero, Keskinen, Malvela και Sallinen (2013), μελετήθηκε η συνδυαστική επίδραση του διττανθρακικού νατρίου και της β-αλανίνης στην επίδοση 13 κολυμβητών σε 2x100 μέτρα σε μέγιστη ένταση με 12 λεπτά παθητική ξεκούραση. Στις τέσσερις διαφορετικές πειραματικές καταστάσεις, χορηγήθηκε στους κολυμβητές εικονικό συμπλήρωμα, συμπλήρωμα διττανθρακικού νατρίου, συνδυασμός β-αλανίνης και εικονικού συμπληρώματος και συνδυασμός β-αλανίνης και διττανθρακικού νατρίου. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε στο δεύτερο κατοστάρι 1.5 δευτερόλεπτο ταχύτερος χρόνος στην ομάδα β-αλανίνης και διττανθρακικού νατρίου σε σχέση με το εικονικό συμπλήρωμα. Επίσης, παρουσιάστηκε υψηλότερη τιμή pH του αίματος κατά τη χορήγηση διττανθρακικού νατρίου και διττανθρακικού νατρίου σε συνδυασμό με β-αλανίνη σε σχέση με το εικονικό συμπλήρωμα και το συνδυασμό εικονικού συμπληρώματος και β-αλανίνης. Σχετικά με το γαλακτικό οξύ καμία στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε μεταξύ των ομάδων.

Άλλη συνδυαστική εφαρμογή του διττανθρακικού νατρίου με τη β-αλανίνη παρουσιάζουν στην έρευνά τους ο Rainelli και οι συνεργάτες του (2013). Σύμφωνα με τους ερευνητές ο συνδυασμός διττανθρακικού νατρίου και β-αλανίνης προσδίδει 71.8% παραπάνω βελτίωση σε σύγκριση με τη χρήση μόνο β-αλανίνης και άλλων συνδυασμών με εικονικό συμπλήρωμα που πραγματοποιήθηκε στις αποστάσεις των 100 και 200 μέτρων.

Εκτός από το συνδυασμό του διττανθρακικού νατρίου με τη β-αλανίνη, υπάρχει και με την κρεατίνη. Σε έρευνά τους οι Mero, Keskinen, Malvela και Sallinen (2004), μελέτησαν το pH του αίματος, το γαλακτικό οξύ και την επίδοση σε 2x100 μέτρα σε μέγιστη ένταση έπειτα από χορήγηση εικονικού συμπληρώματος και συνδυασμού κρεατίνης και διττανθρακικού νατρίου για έξι μέρες. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως η επίδοση στο δεύτερο κατοστάρι, έπειτα από τη χορήγηση του συνδυασμού των συμπληρωμάτων, ήταν βελτιωμένη κατά ένα σχεδόν δευτερόλεπτο σε σύγκριση με το δεύτερο κατοστάρι που χορηγήθηκε το εικονικό συμπλήρωμα. Σχετικά με τις αιματολογικές παραμέτρους δεν διαπιστώθηκε οποιαδήποτε διαφορά στις μέγιστες τιμές, παρά μόνο στους μέσους όρους.

Πίνακας 1. Πρόσφατες έρευνες στην κολύμβηση
(Πράσινο: Θετική επίδραση, Πορτοκαλί: Ουδέτερη επίδραση, Κόκκινο: Αρνητική επίδραση).

Κρεατίνη		Διττανθρακικό νάτριο	
Συγγραφείς	Αποτέλεσμα	Συγγραφείς	Αποτέλεσμα
Lara, et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Κατακόρυφο άλμα • Δύναμη χειρολαβής • 50 μ. ελεύθερο • 45" υδροεργόμετρο 	Russell et al. 2014	<ul style="list-style-type: none"> • 4 * 200 μ. • La • pH • Κιτρικά • La
Juhász, et al., 2009	<ul style="list-style-type: none"> • 100 μ. μονοπέδλο • Bosko test • La 	Lindh et al., 2007	<ul style="list-style-type: none"> • La • pH • Κιτρικά • 200μ.
Silva et al., 2007	<ul style="list-style-type: none"> • 25 μ. • Οποθέλουσα κινηματική • Υδροδυναμική • Ισχύ 		
Hopwood, et al., 2006	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτερες χωρίς επαναληψιμότητα. • Ταχύτερες επαναλαμβανόμενες • Ταχυδυναμικές κινήσεις • Παραγωγή δύναμης στο νερό 		
Peurebrun e, et al., 2005	<ul style="list-style-type: none"> • Απόδοση • Αιματολογικά • Ορμονικά 		
Anomasiri, et al., 2004	<ul style="list-style-type: none"> • 50 μ. • Winggate test 		
Selsby, et al., 2003	<ul style="list-style-type: none"> • 50 γιάρδες • 100 γιάρδες 		

Καφεΐνη	Αποτελεσμα	<ul style="list-style-type: none"> • La • HR • SV 						
	Συγγραφείς	Dabidi, et al., 2013						
Υδατάνθρακες	Αποτελεσμα	<ul style="list-style-type: none"> • 3 - 10 g / kg την η-μέρα είναι απαραίτητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρόνος προπόνησης, • Διάθεση • Απόδοσή 					
	Συγγραφείς	Shaw, et al., 2014	Hill et al., 2011					

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η χρήση νόμιμων εργογόνων σκευασμάτων είναι συχνή και παρατηρείται σχεδόν σε όλα τα αθλήματα. Η κολύμβηση αποτελεί ένα ιδιαίτερα επιβλαβερτικό άθλημα που η χρήση τέτοιου είδους σκευασμάτων είναι πολλές φορές απαραίτητη. Αρκετοί ερευνητές πρόβαλλαν τις επιδράσεις των νόμιμων εργογόνων συμπληρωμάτων, όπως είναι οι υδατάνθρακες, η κρεατίνη, η καφεΐνη και το διττανθρακικό νάτριο, στην απόδοση και επίδοση κολυμβητών και κολυμβητριών, μέσω ποικίλων συνδυασμών ποσότητας και συχνότητας κατανάλωσής τους. Βέβαια, παρουσιάστηκαν έρευνες χωρίς ιδιαίτερη επίδραση αυτών των συμπληρωμάτων στην κολυμβητική απόδοση.

Αποτελέσματα για τους υδατάνθρακες στην κολύμβηση, διατύπωσαν οι Hill, Whitehead και Goodwin (2011), σχετικά με τη σημαντικότητα κατανάλωσης υδατανθράκων για την αποφυγή ναυτίας, αδυναμίας και ζάλης. Παρόλα αυτά, δε διαπιστώθηκαν σύμφωνα αποτελέσματα με εκείνα των άλλων ερευνητών στην παράμετρο της αντοχής (Coyle et al., 1983; Coyle et al., 1986; Hargreaves et al., 1984; Fielding et al., 1985; Neuffer et al., 1987; Mitchell et al., 1988). Συγκεκριμένα, δε βρέθηκε βελτίωση στο χρόνο ολοκλήρωσης της κολυμβητικής προπόνησης, αλλά και στην απόδοση κατά τη διάρκειά της. Αποτέλεσμα αντικρουόμενο με τα μέχρι πρότινος δεδομένα. Πιθανή εξήγηση είναι πως το συμπλήρωμα υδατανθράκων που λήφθηκε από τους αθλητές πριν την πρωινή τους προπόνηση περιείχε επιπλέον συστατικά, όπως πρωτεΐνη και καφεΐνη. Ακόμα μια πιθανή εξήγηση είναι πως η καθημερινή τους διατροφή ήταν φτωχή σε υδατάνθρακες, με παράληψη ακόμα και του πρωινού. Άρα, δεν καλυπτόταν η απαραίτητη ποσότητα υδατανθράκων που χρειαζόταν ο οργανισμός των κολυμβητών μόνο από το συμπλήρωμα διατροφής.

Το επόμενο εργογόνο συμπλήρωμα που μελετήθηκε ήταν η καφεΐνη. Αρκετές έρευνες παρουσιάζουν ευεργετικές επιδράσεις σε αρκετούς παράγοντες φυσικής κατάστασης. Σε άλλα αθλήματα που αναζητήθηκαν έρευνες διαπιστώθηκε πως η χρήση ενεργειακών ποτών που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα καφεΐνης συμβάλει, στη βελτίωση του ρυθμού τρεξίματος σε μικρές αποστάσεις, στην αλτική ικανότητα, στη δύναμη των άνω άκρων καθώς και στην ταχύτερη λήψη αποφάσεων (Del Coso et al., 2015; Gallo-Salazar et al., 2015; Pérez - López, 2015;

Barbero-Alvarez, 2014). Έρευνες με ουδέτερη επίδραση της καφεΐνης στην ικανότητα τρεξίματος παρουσίασαν ο Casiero (2013) και οι Schubert, Astorino και Azevedo (2013). Στην κολύμβηση ο Lara και οι συνεργάτες του, (2015), διαπίστωσαν πως έπειτα από τη χρήση καφεΐνης βελτιώθηκε η αλτική ικανότητα, αποτέλεσμα σύμφωνο με τα ευρήματα του Pérez - López (2015) και Barbero-Alvarez (2014) στα αθλήματα της πετοσφαίρισης και του ποδοσφαίρου αντίστοιχα. Επιπλέον κοινό σημείο όλων των ερευνών είναι η επίδραση της καφεΐνης στην υγεία εξαιτίας υπέρ χρήσης. Ο Lara και οι συνεργάτες του (2015), στην κολύμβηση τεκμηριώνει πως με ελεγχόμενη κατανάλωση καφεΐνης αποφεύγετε ο κίνδυνος καρδιακών αρρυθμιών, αϋπνιών και νευρικότητας που παρατήρησαν άλλοι ερευνητές.

Η κρεατίνη περιλαμβάνει μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας και δεν αναζητήθηκαν περαιτέρω έρευνες σε άλλα αθλήματα. Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση των Horwood, Graham και Rooney (2006), διαπιστώθηκε πως η κρεατίνη είναι αναποτελεσματική σε ταχύτητες χωρίς επαναληψιμότητα. Αντίθετα, σε επαναλαμβανόμενα σετ ταχυτήτων προσδίδει θετικά αποτελέσματα. Επίσης, διαπίστωσαν βάση των ερευνών ότι σε ταχιδυναμικές κινήσεις και δραστηριότητες η χρήση κρεατίνης παρουσιάζει βελτίωση. Βέβαια, θεωρούν αδιευκρίνιστο πως αυτή η ικανότητα μεγαλύτερης παραγωγής δύναμης μεταφέρεται στο νερό, ενώ η ανταπόκριση που παρουσιάζει στα δυο φύλα είναι το ίδιο αποτελεσματική.

Βάση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης παρατηρούνται αρκετές ομοιότητες, αλλά και διαφορές στα αποτελέσματα. Σχετικά με την επαναληψιμότητα της δραστηριότητας, αλλά και της χορήγησής της οι Leenders, Lamb και Nelson (1999), διαπίστωσαν ότι η κρεατίνη δεν προσδίδει θετικά αποτελέσματα σε επαναλαμβανόμενες ταχύτητες που διαρκούν 10-15 δευτερόλεπτα. Αντίθετα, θετικά αποτελέσματα παρατηρούνται σε επαναλαμβανόμενες ταχύτητες των 30 δευτερολέπτων.

Ο Mendes και οι συνεργάτες του (2004), επίσης σε ταχύτητες χωρίς επαναληψιμότητα δε διαπίστωσαν θετική επίδραση της κρεατίνης, ενώ και οι Dawson, Vladich και Blanksby (2002), από τα αποτελέσματα διαπίστωσαν ότι η απόδοση σε μεμονωμένες μικρές αποστάσεις στο νερό δε διαφοροποιήθηκε. Αντίθετα, στα δυο επαναλαμβανόμενα σετ που πραγματοποιήθηκαν στο μηχάνημα Biokinetic διαπιστώθηκε βελτίωση του συνολικού σκορ στο γκρουπ που λάμβανε συμπλήρωμα κρεατίνης. Τέλος, έρευνα που περιελάμβανε μεθοδολογικά δυο διαφορετικές κολυμβητικές αποστάσεις, συγκεκριμένα 50 και 400 μέτρα, διαπιστώθηκε βελτίωση στην απόδοσή τους σε σχέση με την ομάδα που λάμβανε εικονικό συμπλήρωμα (Anomasiri, Sanguanrungrasirikul, & Saichandee, 2004).

Σχετικά με τη συχνότητα χορήγησης της κρεατίνης είναι ξεκάθαρο από αρκετές έρευνες ότι η οξεία χορήγηση της παρουσιάζει θετικότερα αποτελέσματα σε σχέση με τη χρόνια (Theodorou et al., 1999). Άρα, η επίδραση της κρεατίνης κυρίως σε επαναλαμβανόμενα κολυμβητικά πρωτόκολλα με οξεία χορήγηση είναι θετική. Πιθανές εξηγήσεις της θετικής επίδρασης της κρεατίνης σε επαναλαμβανόμενες αποστάσεις είναι η ταχύτερη αναδόμηση της τριφοσφορικής αδενοσύνης (ATP) και η πλήρωση του οργανισμού σε φωσφοκρεατίνη (CP) στο αίμα και στους μύες των ασκούμενων. Από την άλλη πλευρά, η στάσιμη εικόνα των κολυμβητών σε πρωτόκολλα χωρίς επαναληψιμότητα πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι η πρόσθετη χορήγηση συμπληρώματος φωσφοκρεατίνης δε συμβάλει στην αύξηση της ταχύτητας διάσπασής της αλλά στην ταχύτερη αναπλήρωσή της.

Άλλες παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν η σύσταση του σώματος, το αιματολογικό αλλά και ορμονικό προφίλ. Σχετικά με τη σύσταση του σώματος, έπειτα από χρήση κρεατίνης ο Mendes και οι συνεργάτες του (2004) και ο Silva και οι συνεργάτες του (2007), δε διαπίστωσαν κάποια μεταβολή στη σύσταση του σώματος σε σύγκριση με τις πειραματικές ομάδες που λάμβαναν εικονικό συμπλήρωμα κρεατίνης. Οι αιματολογικές και ορμονικές παράμετροι όπως η κρεατινική κινάση, η κρεατινίνη και το γαλακτικό οξύ στην έρευνα του Dabidi και των συνεργατών του (2013), διαφοροποιήθηκαν θετικά με πτώση των επιπέδων του γαλακτικού και αύξηση της κρεατινικής και κρεατινικής κινάσης.

Αντίθετα ο Peyrebrune και οι συνεργάτες του (2005), δε διαπίστωσαν διαφορά στις αιματολογικές παραμέτρους που μελετήθηκαν καταγράφοντας παρόμοια επίπεδα γαλακτικού οξέος μεταξύ πειραματικού και κόντρόλ γκρουπ. Το αποτέλεσμα ήταν παράδοξο μιας και η ποσότητα χορήγησης της κρεατίνης τόσο στην έρευνα του Dabidi και των συνεργατών του (2013), όσο και του Peyrebrune και των συνεργατών του (2005) ήταν παρόμοια.

Τέλος, η χορήγηση κρεατίνης σε άντρες και γυναίκες, βάση της ανασκόπησης των Horwood, Graham και Rooney (2006), των μελετών του Silva και των συνεργατών του (2007), του Selsby και των συνεργατών του (2003), των Dawson, Vladich και Blanksby, (2002) και του Theodorou και των συνεργατών του (1999), διαπιστώθηκε πως οι ευεργετικές ιδιότητες της κρεατίνης δεν επηρεάζονται από το φύλο. Αντίθετα, οι Leenders, Lamb και Nelson (1999), διαπίστωσαν πως για τους άντρες η χορήγηση κρεατίνης είναι πιο αποτελεσματική έπειτα από τη σύγκριση που πραγματοποίησαν σε άντρες και γυναίκες με ομάδα που λάμβαναν εικονικό συμπλήρωμα. Οι πιθανές εξηγήσεις αυτής της διαφοράς πιθανόν να οφείλονται σε μεθοδολογικές διαφορές, όπως το επίπεδο των

ασκουμένων, η ποσότητα χορήγησης της φωσφοκρεατινής αλλά και η διάρκεια χορήγησής της.

Σχετικά με το διττανθρακικό νάτριο, η χορήγησή του πραγματοποιήθηκε μέσα από τις έρευνες αυτούσια ή σε συνδυασμό με κάποιο άλλο εργογόνο συμπλήρωμα. Στις μελέτες που βρέθηκαν κύριες παράμετροι που μελετήθηκαν, εκτός της απόδοσης στα κολυμβητικά πρωτόκολλα, ήταν το γαλακτικό οξύ, το pH του αίματος και τα επίπεδα των κιτρικών που δε φάνηκε να βελτιώνονται έπειτα από τη χορήγηση τέτοιου είδους σκευασμάτων (Lindh et al., 2007; Russell et al., 2014).

Τα πειραματικά πρωτόκολλα που ακολούθησαν ο Lindh και ο συνεργάτης του (2007) και ο Russell και ο συνεργάτης του (2014), ήταν τα 200 μέτρα έπειτα από οξεία ή μακροχρόνια χορήγηση διττανθρακικού νατρίου. Τα αποτελέσματα ήταν σχεδόν αντικρουόμενα μιας και στις δυο έρευνες διαπιστώθηκε βελτίωση στην απόδοση, αλλά στην έρευνα του Russell και των συνεργατών του (2014), η βελτίωση στην απόδοση παρατηρήθηκε σε πέντε μόνο κολυμβητές του δείγματος. Η βελτίωση της απόδοσης πιθανότατα να οφείλεται σε ψυχολογικούς παράγοντες, αφού δεν αποδείχθηκε κάποια επίδραση στις αιματολογικές παραμέτρους που εξετάστηκαν, καθώς και στην αυξημένη αλκάλωση του αίματος.

Αρκετές ήταν οι έρευνες που μεθοδολογικά συνδύασαν τη χορήγηση διττανθρακικού νατρίου με κρεατίνη ή β-αλανίνη. Ο Mero και οι συνεργάτες του (2013), στην προσπάθεια να αναζητήσουν τις επιδράσεις του διττανθρακικού νατρίου σε μεγαλύτερης έντασης αποστάσεις, χρησιμοποίησαν πρωτόκολλο με κατοστάρια σε αντίθεση με τους Lindh και ο συνεργάτης του (2007) και ο Russell και ο συνεργάτης του (2014). Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα για το διττανθρακικό νάτριο ήταν θετικά σε αντίθεση με το συνδυασμό με β-αλανίνη ή τη β-αλανίνη αυτούσια.

Επίσης, ο Painelli και οι συνεργάτες του (2013), σε πειράματα με συνδυασμό διττανθρακικού νατρίου με β-αλανίνη αλλά και κρεατίνη, φάνηκε πως ο συνδυασμός με τη β-αλανίνη δεν προσέδωσε κάποια θετική επίδραση, αποτέλεσμα που είναι σύμφωνο με εκείνο του Mero και των συνεργατών του (2013). Από την άλλη πλευρά ο συνδυασμός με την κρεατίνη διαπιστώθηκε πως ήταν ο αποδοτικότερος παρουσιάζοντας τα θετικότερα αποτελέσματα. Πιθανόν, ο συνδυασμός διττανθρακικού νατρίου με κρεατίνη να ήταν αποδοτικότερος για τους κολυμβητές μιας και το πρωτόκολλο που πραγματοποίησαν ήταν επαναλαμβανόμενα κατοστάρια. Σύμφωνα με τους Leenders, Lamb και Nelson (1999), Dawson, Vladich και Blanksby (2002), Mendes και των συνεργατών του (2004), Anomasiri, Sanguanrungrasirikul και Saichandee (2004), η κρεατίνη συμβάλει σε επαναλαμβανόμενα σετ υψηλών εντάσεων.

Πρακτικές εφαρμογές και προτάσεις

Αρκετές ήταν οι έρευνες που αφορούσαν την κολύμβηση και τη χρήση νόμιμων εργογόνων συμπληρωμάτων. Έρευνες σχετικά με τη χρήση υδατανθράκων, καφεΐνης, κρεατινής και διττανθρακικού νατρίου είχαν βασικά κοινά σημεία. Αρχικά, επιδρούν καλύτερα στην απόδοση των κολυμβητών έπειτα από οξεία χορήγησή τους. Επίσης, η επίδρασή τους αφορά κυρίως μικρότερες αποστάσεις σε αντίθεση με τους υδατάνθρακες που αφορούν την διατήρηση της αντοχής σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Τέλος, δεν είναι επιβλαβή για την υγεία, όμως η υπέρχρηση ιδιαίτερα στην καφεΐνη μπορεί να προκαλέσει αρκετές διαταραχές.

Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι απαραίτητη περαιτέρω μελέτη πιθανών επιδράσεων των εργογόνων συμπληρωμάτων διατροφής σε διαφορετικές ποσότητες και συχνότητες κατανάλωσης. Επίσης, σχετικά με τους υδατάνθρακες και την καφεΐνη η βιβλιογραφία χρήζει μεγαλύτερης έκτασης μιας και οι έρευνες που παρουσιάστηκαν ήταν λιγοστές. Επίσης, δεν παρουσίασαν ξεκάθαρα αποτελέσματα για τις επιδράσεις τους στην κολύμβηση, σε αντίθεση με άλλα αθλήματα.

Σημασία για τον Αθλητισμό

Σύμφωνα με την ανασκόπηση, κολυμβητές και κολυμβήτριες διαφόρων επιπέδων μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα εργογόνα συμπληρώματα διατροφής για τη βελτίωση της απόδοσής τους. Παρόλα αυτά, η χρήση τους πρέπει να πραγματοποιείται με προσοχή αποφεύγοντας τις υπερβολές στον αριθμό και στην ποσότητα κατανάλωσης τους.

Βιβλιογραφία

- Anomasiri, W., Sanguanrungsirikul, S., & Saichandee, P. (2004). Low dose creatine supplementation enhances sprint phase of 400 meters swimming performance. *Journal of Medical Association of Thailand*, 87, 228-232.
- Casiero, D. (2013). Fueling the rugby player: maximizing performance on and off the pitch. *Current Sports Medicine Reports*, 12, 228-233.
- Coyle, E. F., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Martin, W. H., Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1983). Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 83, 230-235.
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hemmert, M. K., Lowe, R. C., & Walters, T. J. (1985). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *Journal of Applied Physiology*, 61, 165-172.
- Dabidi, R. V., Babaei, H., Hosseinzadeh, M., & Arendt, N. L. (2013). The effect of creatine supplementation on muscle fatigue and physiological indices following intermittent swimming bouts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53, 232-239.
- Dawson, B., Vladich, T., & Blanksby, A. (2002). Effects of 4 weeks of creatine supplementation in junior swimmers on freestyle sprint and swim bench performance. *Journal of Strength and Conditioning Resistance*, 16, 485-490.
- Del Coso, J., Portillo, J., Salinero, J., Lara, B., Abian, V. J. & Areces, F. (2016). Caffeinated Energy Drinks Improve High-Speed Running in Elite Field Hockey Players. *International Journal of Sport Nutrition Exercise and Metabolomics*, 26, 26-32.
- Fielding, R. A., Costill, D. L., Fink, W. J., King, D. S., Hargreaves, M., & Kovaleski, J. E. (1985). Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 17, 472-476.
- Gallo-Salazar, C., Areces, F., Abián-Vicén, J., Lara, B., Salinero, J., Gonzalez - Millán, C., Portillo, J., Muñoz, V., Juarez, D., & Del Coso, J. (2015). Enhancing physical performance in elite junior tennis players with a caffeinated energy drink. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 10, 305-310.
- Hargreaves, M., Costill, D. L., Coggan, A., Fink, W. J., & Nishibata, I. (1984). Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 16, 219-222.
- Hill, K., Whitehead, J., & Goodwin, J. (2011). Pre-Workout Carbohydrate Supplementation does not affect Measures of Selfassessed Vitality and Affect in College Swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10, 478-482.
- Hopwood, M., Graham, K., & Rooney, K. (2006). Creatine supplementation and swim performance: a brief review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1, 10-24.
- Ivy, J., Costill, D., Fink, W., & Lower, R. W. (1979). Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 11, 11.
- Juhász, I., Györe, I., Csende, Z., Rácz, L. & Tihanyi, J. (2009). Creatine supplementation improves the anaerobic performance of elite junior finswimmers. *Acta Physiologica Hungarica*, 96, 325-336.
- Lamb, D. R., Rinehardt, K. F., Bartels, R. L., Sherman, W. M., & Snook, J. T. (1990). Dietary carbohydrate and intensity of interval swim training. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52, 1058-1063.
- Lara, B., Gonzalez, M. C., Salinero, J. J., Abian, V. J., Areces, F., Barbero, A. J., Muñoz, V., Portillo, L., Gonzalez, R. J., & Del Coso, J. (2014). Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids*, 46, 1385-1392.
- Lara, B., Ruiz, V. D., Areces, F., Abián, V. J., Salinero, J., Gonzalez, M. C., Gallo, S. C., & Del Coso, J. (2015). Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *British Journal of Nutrition*, 28, 908-914.
- Lee, J.W., Kim, Y., Perera, V., McLachlan, A.J., & Bae, K.S. (2015). Prediction of plasma caffeine concentrations in young adolescents following ingestion of caffeinated energy drinks: a Monte Carlo simulation. *European Journal of Pediatrics*, 174, 1671-1678.
- Leenders, N., Lamb, D. & Nelson, T. (1999). Creatine supplementation and swimming performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 9, 251-262.
- Lindh, A., Peyrebrune, M., Ingham, S., Bailey, D. & Folland, J. (2007). Sodium bicarbonate improves swimming performance. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 519-523.

- Mendes, R., Pires, I., Oliveira, A. & Tirapegui, J., (2004). Effects of creatine supplementation on the performance and body composition of competitive swimmers. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 15, 473-478.
- Mero, A., Keskinen, K., Malvela, M., & Sallinen, J. (2004). Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 306-310.
- Mero, A., Hirvonen, P., Saarela, J., Hulmi, J., Hoffman, J., & Stout, J. (2013). Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 52.
- Mitchell, J., Costill, D., Houmard, J., Flynn, M.G., Fink, W.J., & Beltz, J.D. (1988). Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20, 110-115.
- Neufer, P., Costill, D., Flynn, M., Kirwan, J.P, Mitchell, J.B., & Houmard, J. (1987). Improvements in exercise performance: effects of carbohydrate feedings and diet. *Journal of Applied Physiology*, 62, 983-988.
- Painelli, V., Roschel, H., Jesus, F., Sale, C., Harris, R., Solis, M., Benatti, F., Gualano, B., Lancha, A. & Artioli, G. (2013). The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38, 525-532.
- Pérez, L. A., Salinero, J., Abian, V. J., Valadés, D., Lara, B., Hernandez, C., Areces, F., González, C., & Del Coso, J. (2015). Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47, 850-856.
- Peyrebrune, M., Stokes, K., Hall, G., & Nevill, M. (2005). Effect of creatine supplementation on training for competition in elite swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 2140-2147.
- Russell, C., Papadopoulos, E., Mezil, Y., Wells, G., Plyley, M., Greenway, M. & Klentrou, P. (2014). Acute versus chronic supplementation of sodium citrate on 200 m performance in adolescent swimmers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 11-26.
- Schubert, M., Astorino, T., & Azevedo, J. (2013). The effects of caffeinated "energy shots" on time trial performance. *Nutrients*, 6, 2062-2075.
- Selsby, J., Beckett, K., Kern, M., & Devor, S. (2003). Swim performance following creatine supplementation in Division III athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17, 421-424.
- Shaw, G., Boyd, K., T., Burke, L., M & Koivisto, A. (2014). *Nutrition for Swimming*, 24, 360-372.
- Silva, A., Machado, R. V., Guidetti, L., Bessone, A. F., Mota P., Freitas J., & Baldari C. (2007). Effect of creatine on swimming velocity, body composition and hydrodynamic variables. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, 58-64.
- Theodorou, A., Cooke, C., King, R., Hood, C., Denison, T., Wainwright, B., & Havenetidis, K. (1999). The effect of longer-term creatine supplementation on elite swimming performance after an acute creatine loading. *Journal of Sports Science*, 17, 853-859.
- Μούγιος, Β., (2008). *Βιοχημεία της άσκησης*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Πασχαλίδης ΕΠΕ.
- Χασαπίδου, Μ. & Φαχαντίδου, Α. (2002). *Διατροφή για υγεία, άσκηση και αθλητισμό*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις University studio press.

Υπεύθυνος έκδοσης: Ελληνική Ακαδημία Φυσικής Αγωγής, **Υπεύθυνη συντακτικής επιτροπής:** Όλγα Κούλη, **Επιμελητές έκδοσης:** Βάσω Ζήση, Βασίλης Γεροδήμος, Αντώνης Χατζηγεωργιάδης, Θανάσης Τσιόκανος, Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Γιώργος Τζέτζης, Θωμάς Κουρτέσης, Ευάγγελος Αλμπανίδης, Κων/να Δίπλα. **Διαχείριση-επιμέλεια-στοιχειοθεσία:** Ευάγγελος Γαλάνης, Βασίλης Μπούγλας.

Editor -in- Chief: Hellenic Academy of Physical Education, **Head of the editorial board:** Olga Kouli, **Editorial Board:** Vaso Zissi, Vasilis Gerodimos, Antonis Chatzigeorgiadis, Thanassis Tsiokanos, Athanasios Jamurtas, Giorgos Tzetzis, Thomas Kourtessis, Evangelos Albanidis, Konstantina Dipla. **Editorial management:** Evangelos Galanis, Vasilis Bouglas.