



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΓΓΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΣΟΔΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΠΙΔΟΣΗ ΔΡΟΜΟΥ 800 ΜΕΤΡΩΝ»**

**ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Α.Μ.: 9980201700018
ΔΑΛΑΛΑΚΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ Α.Μ.: 9980201700270**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΗΛΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	σελ. 3
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 4
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	σελ.6
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	σελ.10
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.11
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	σελ.12
VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	σελ.13
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.14

«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΤΤΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΣΟΔΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΔΡΟΜΟΥ 800 ΜΕΤΡΩΝ»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα αποτελέσματα μελετών που έχουν εξετάσει την εργογόνα δράση του διττανθρακικού νατρίου (NaHCO_3) φαίνεται ότι βελτιώνει την ανθρώπινη απόδοση. Δεν συμφωνούν ωστόσο, όλες οι μελέτες για το κατά πόσο το διττανθρακικό νάτριο μπορεί να βοηθήσει την αθλητική απόδοση. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση της διττανθρακικής σόδας στην επίδοση των 800 μέτρων. Προπονημένοι ($n=9$) δρομείς αντοχής πραγματοποίησαν 2 αγωνιστικές προσπάθειες 800 m με ή χωρίς λήψη NaHCO_3 0.25 (mg/kg) 90 λεπτά πριν τον αγώνα. Η μέση επίδοση του δρόμου 800m βελτιώθηκε μετά τη χορήγηση NaHCO_3 . Συμπερασματικά, η χορήγηση διττανθρακικής σόδας 90 λεπτά πριν τον αγώνα έδειξε ότι μπορεί να βελτιώσει την επίδοση των αθλητών σε δρόμο 800 μέτρων.

Λέξεις κλειδιά: διττανθρακικό νάτριο, μαγειρική σόδα, αναερόβια γλυκόλυση, ιόντα υδρογόνου, pH

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το διττανθρακικό νάτριο ή (όνομα IUPAC) όξινο ανθρακικό νάτριο είναι χημική ένωση με τον τύπο NaHCO_3 . Είναι ένα άλας που αποτελείται από ιόντα νατρίου και όξινα ανθρακικά ιόντα. Το διττανθρακικό νάτριο είναι ένα λευκό στερεό που είναι κρυσταλλικό, αλλά συχνά εμφανίζεται ως μια λεπτή σκόνη. Έχει ελαφρώς αλμυρή, αλκαλική γεύση που μοιάζει με αυτή της σόδας πλύσης (ανθρακικό νάτριο). Η φυσική μεταλλική μορφή είναι ο ναχκολίτης (nahcolite). Είναι ένα συστατικό του ορυκτού νάτρου και βρίσκεται διαλυμένο σε πολλές μεταλλικές πηγές (mineralsprings). Επειδή είναι γνωστό από παλιά και χρησιμοποιείται πλατιά, το άλας έχει πολλά σχετικά ονόματα όπως μαγειρική σόδα (baking soda), σόδα άρτου (bread soda), μαγειρική σόδα (cooking soda) και διττανθρακική σόδα (sodium bicarbonate). Ο κύριος ενεργειακός μηχανισμός που χρειάζεται για να γίνει μια προσπάθεια σε μέγιστη ένταση είναι η αναερόβια γλυκόλυση. Αυτή η διαδικασία είναι στενά συνδεδεμένη με την υψηλή παραγωγή γαλακτικού οξέος, που αυτό με την σειρά του διασπάται σε ιόντα υδρογόνου (H^+) και ιόντα γαλακτικού (Lac^-). Λόγω αυτών των διεργασιών το pH του αίματος αλλάζει και έτσι επέρχεται πτώση του pH του αίματος και των μυών.^{1,2}

Διατύπωση προβλήματος: Κατά πόσο το διττανθρακικό νάτριο επηρεάζει την απόδοση στα 800m. Δηλαδή πως επηρεάζει την απελευθέρωση ενέργειας από την αναερόβια γλυκόλυση.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η μείωση του pH, που ακολουθεί εξαιτίας της αύξησης των ιόντων υδρογόνου, δημιουργεί την αποκαλούμενη «μεταβολική οξέωση-κόπωση»,^{3,4} που ορίζεται σαν την μείωση της παραγωγής της δύναμης και έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της διάρκειας της προσπάθειας.⁵ Η αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου προκαλεί, πέραν των άλλων συνεπειών, την αναχαίτηση της αποδεσμεύσεως του ασβεστίου από το σαρκοπλασματικό δίκτυο και την παρεμπόδιση της σύνδεσης μεταξύ της ακτίνης και μυοσίνης.^{6,7} Η μείωση του pH ενδοκυτταρικά δημιουργεί προβλήματα και ενεργεί κατασταλτικά στην απελευθέρωση ενέργειας.⁶ Σε ένζυμα που λειτουργούν ως καταλύτες (αυξάνουν το ρυθμό των χημικών αντιδράσεων) εξαιτίας της αλλαγής του pH αναστέλλεται η λειτουργία τους και έτσι μειώνεται και ο ρυθμός της αναερόβιας

γλυκόλυσης και της παραγωγής ATP που είναι και το ενεργειακό νόμισμα. Αυτές οι βιοχημικές αλλαγές, συμβαίνουν όταν το περιβάλλον του μυϊκού κυττάρου είναι πολύ όξινο. Ωστόσο, ο μυς σε τέτοιες περιπτώσεις έχει αμυντικούς μηχανισμούς, που ενεργοποιούνται με σκοπό να μεταφέρουν τα ιόντα υδρογόνου που βρίσκονται εντός του μυϊκού κυττάρου σε εξωκυττάριο επίπεδο.⁷ Εξαιτίας αυτών των βιοχημικών αλλαγών που συμβαίνουν και εμποδίζουν την απελευθέρωση ενέργειας, έχει συσταθεί ότι αλκαλικοί παράγοντες μπορούν να καθυστερήσουν τον ενεργειακό περιορισμό των μυών περιορίζοντας την απότομη μείωση του ενδοκυτταρικού pH.⁸ Βέβαια, παρά την πληθώρα των σχετικών μελετών, το διττανθρακικό νάτριο δεν έχει καθιερωθεί σαν εργογόνο καθότι έχει παρατηρηθεί ασυμφωνία στα αποτελέσματα των μελετών.

Από ότι φαίνεται από ερευνητικά δεδομένα, μετά την χορήγηση και την απορρόφηση του διττανθρακικού νατρίου από τον οργανισμό, το αποτέλεσμα είναι η αύξηση του pH του αίματος. Η σημαντικότερη υπόθεση που εξάγεται από την προηγούμενη αναφορά είναι, ότι λόγω του αυξημένου pH, ο οργανισμός θα έχει και αυξημένη ικανότητα παραγωγής H⁺ με τη βελτίωση του μηχανισμού εξουδετέρωσης. Μεγαλύτερη παραγωγή H⁺ σημαίνει περισσότερη ενέργεια από τον ενεργειακό μηχανισμό της αναερόβιας γλυκόλυσης. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη διάρκεια της μέγιστης προσπάθειας. Ωστόσο, πολλές έρευνες δείχνουν πως το εξωκυτταρικό pH και το HCO₃⁻ δεν επηρεάζουν σημαντικά το εσωκυτταρικό pH καθότι το σαρκείλημα δεν είναι δυνατόν να διαπεραστεί από το διττανθρακικό νάτριο.⁸ Πολλοί ερευνητές έχουν παρατηρήσει ωστόσο, θετική σχέση μεταξύ της εκροής των ιόντων υδρογόνου από το μυϊκό κύτταρο στην εξωκυττάρια συγκέντρωση του pH και του διττανθρακικού νατρίου HCO₃.^{9,10} Κάποιοι ερευνητές αναφέρουν, επίσης, έναν μεταφορέα H⁺ στην κυτταρική μεμβράνη και παρατήρησαν, ότι ο ρυθμός της μεταφοράς ήταν ανάλογος με τη διακύμανση του εξωκυττάριαου pH. Αυτά τα δεδομένα υποστηρίζουν ότι ο ρυθμός απομάκρυνσης των υποπροϊόντων του ενεργειακού μηχανισμού της αναερόβιας γλυκόλυσης στην εξωκυττάρια ουσία σχετίζονται με την διακύμανση του pH.¹¹ Πολλές μελέτες έχουν γίνει για την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου ως εργογόνο βοήθημα τόσο σε ζώα όσο και ανθρώπους. Έπειτα από έρευνες σε πειραματόζωα, τα αποτελέσματα έδειξαν εντυπωσιακά αποτελέσματα από την αλκάλωση και εκροή ιόντων υδρογόνου και την επαναφορά από την κόπωση. Όμως, έπειτα από πολλές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε ανθρώπους, τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα. Η εξωγενής χρήση του διττανθρακικού νατρίου από 1 έως 3 ώρες πριν

την προπόνηση φαίνεται να αυξάνει σημαντικά το pH και τη συγκέντρωση διττανθρακικού στο αίμα, τόσο στην αρχή της άσκησης όσο και στο τέλος της,¹² παρόλο που το εσωκυττάριο pH παραμένει αμετάβλητο. Φαίνεται ότι η κυτταρική μεμβράνη είναι άπρωτη και δεν απορροφά το διττανθρακικό νάτριο από την εξωκυττάρια ουσία. Εξαιτίας αυτού είναι φανερό, η εξωγενής χρήση του διττανθρακικού νατρίου επηρεάζει το εξωκυττάριο επίπεδο του pH, καθιστώντας έτσι το εξωκυττάριο περιβάλλον πιο αλκαλικό. Αρκετές έρευνες επιβεβαιώνουν πως η αύξηση του εξωκυττάρου pH και της συγκέντρωσης του HCO₃, αυξάνει την εκροή των ιόντων υδρογόνου H⁺ και του γαλακτικού ανιόντος Lac⁻ από τους μυς. Αυτή η αύξηση των ιόντων υδρογόνου και του γαλακτικού ανιόντος στην εξωκυττάρια ουσία γίνεται περισσότερο ενεργή, όταν το ποσοστό μεσοκυττάρου και εξωκυττάρου ιόντων υδρογόνου είναι υψηλό.¹⁰ Έχει παρατηρηθεί ότι ο μηχανισμός αυτός ευθύνεται για τη μείωση της κούρασης των μυών και ευθύνεται για την καθυστερημένη μείωση των επιπέδων του pH.¹⁰ Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη ικανότητα «σύνδεσης» του μυϊκού ιστού που σημαίνει μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας μέσω της αναερόβιας γλυκόλυσης.¹³ Όλα τα παραπάνω δεδομένα έχουν παρατηρηθεί σε μελέτες σε αγώνες ταχύτητας, ποδηλασίας, κωπηλασίας αλλά και κολύμβησης.

Οι Wilkes et al., το 1983, μελέτησαν την επίδραση της μεταβολικής αλκάλωσης στο χρόνο των 800 μέτρων. Οι δοκιμαζόμενοι αθλητές ήταν έξι άνδρες προπονημένοι δρομείς ημιαντοχής. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν το πείραμα σε ζεύγη των τριών ημερών με κενό πέντε μέρες μεταξύ κάθε μέρας που έκαναν το πείραμα. Και στις δύο περιπτώσεις, 2 ώρες πριν την αγωνιστική προσπάθεια χορηγήθηκε δόση 300 mg/kg διττανθρακικού νατρίου ή εικονικού φαρμάκου. Ακολούθησε ζέσταμα 30 λεπτών περίπου και στη συνέχεια ακολούθησε η δοκιμασία, όπου παρατηρήθηκε βελτίωση της επίδοσης των 800 μέτρων μετά τη χορήγηση διττανθρακικής σόδας. Πέντε από τους έξι δρομείς, έτρεξαν γρηγορότερα μετά από την λήψη διττανθρακικής σόδας. Η μέση τιμή βελτίωσης της επίδοσης ήταν 2.1 sec που αντιπροσωπεύει περίπου 19 μέτρα στην κούρσα των 800 μέτρων. Συνοπτικά, φαίνεται ότι η μεταβολική αλκάλωση πριν την άσκηση έχει εργογόνο όφελος στα 800 μέτρα σε προπονημένους δρομείς ημιαντοχής. Επίσης, να επισημανθεί ότι στους δρομείς δεν δόθηκε πληροφορία για το πότε έλαβαν την διττανθρακική σόδα ή το εικονικό φάρμακο.

Οι Bird et al., το 1995, διερεύνησαν την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου στην επίδοση των 1500 μέτρων. Δώδεκα αθλητές οι οποίοι συμμετείχαν τακτικά σε

αγωνίσματα αντοχής και ημιαντοχής σε τοπικό και εθνικό επίπεδο πραγματοποίησαν αγώνα 1500 μέτρων κάτω από τρεις συνθήκες. Αρχικά, έλαβαν 300 mg/kg διττανθρακικής σόδας, έπειτα έλαβαν εικονικό φάρμακο και μετά δεν έλαβαν τίποτα. Δέκα από τους δώδεκα αθλητές ολοκλήρωσαν την έρευνα. Η μέση τιμή του χρόνου των 1500 μέτρων με τη χρήση της διττανθρακικής σόδας ήταν περίπου 251.7 sec, με το εικονικό φάρμακο 256.5 sec και χωρίς κανένα από τα δυο 257.9 sec. Δύο από τους αθλητές παρατηρήθηκε ότι είχαν γαστρεντερολογικά προβλήματα. Φαίνεται ότι, η χρήση διττανθρακικής σόδας έχει υψηλό εργογόνο όφελος σε υψηλής έντασης άσκησης όπως είναι τα 1500 μέτρα.

Οι Goldfinch et al. το 1988, μελέτησαν την επίδραση της μεταβολικής αλκάλωσης στο δρόμο των 400 μέτρων σε έξι προπονημένους άνδρες δρομείς 400 μέτρων. Πραγματοποίησαν αγωνιστική προσπάθεια 400 m δύο φορές, τη μία λαμβάνοντας διττανθρακική σόδα και την άλλη εικονικό φάρμακο. Μετά από τη χορήγηση διττανθρακικής σόδας, η μέση τιμή του χρόνου κάλυψης των 400 m ήταν κατά 1.52 sec χαμηλότερη. Φαίνεται ότι, οι αθλητές σε αυτή την έρευνα βελτίωσαν την απόδοσή τους στα 400 μέτρα με τη λήψη διττανθρακικής σόδας, επιβεβαιώνοντας έτσι την υπόθεση ότι η διττανθρακική σόδα βελτιώνει την απόδοση στα αγωνίσματα που υποστηρίζονται ενεργειακά σε μεγάλο ποσοστό από την αναερόβια γλυκόλυση.

Οι Galdames et al. το 2019, μελέτησαν τη διάρκεια έως την εξάντληση σε ένταση άσκησης που αντιστοιχούσε στο γαλακτικό κατώφλι (μέγιστη παραγωγή γαλακτικού) μετά από λήψη διττανθρακικής σόδας σε δρομείς ημιαντοχής κολλεγίου. Πέντε δρομείς ημιαντοχής και αντοχής εκτέλεσαν μέγιστη προσπάθεια (σε δευτερόλεπτα) για ένα τεστ αντοχής και για μία μέγιστη προσπάθεια παραγωγής γαλακτικού. Όλοι οι αθλητές πήραν μία δόση 300 mg/kg διττανθρακικής σόδας και εικονικού φαρμάκου μία ώρα πριν από κάθε δοκιμασία. Η μέση ηλικία τους ήταν τα 23 έτη και είχαν μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου κατά μέσο όρο 70. Αφού ολοκλήρωσαν οι δοκιμαζόμενοι το τεστ, η τελική παραγωγή του γαλακτικού μετά από το πείραμα διττανθρακικής σόδας έδειξε μεγάλη αύξηση συγκριτικά με το εικονικό φάρμακο. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι με τη χρήση διττανθρακικής σόδας μπορούν να συγκεντρωθούν μεγαλύτερα επίπεδα γαλακτικού στο αίμα και παρόλα αυτά, ο αθλητής να μπορέσει να συνεχίσει την δραστηριότητα του με αμείωτη ένταση για περισσότερη ώρα.

Οι Tiriyaki et al. το 1995, μελέτησαν την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου στην επίδοση των 600 μέτρων σε 11 αθλήτριες στίβου και 4 προπονημένες γυναίκες που δεν ήταν αθλήτριες. Οι δοκιμαζόμενες κατανάλωσαν διττανθρακική σόδα ή εικονικό φάρμακο 150 λεπτά πριν τη δοκιμασία, με χορηγούμενη δόση 300 mg/kg. Όμως, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές πριν ή μετά την κατανάλωση διττανθρακικού νατρίου στους χρόνους που έτρεξαν (πχ. 121.5 sec πριν τη λήψη διττανθρακικής σόδας, 120 sec μετά τη λήψη διττανθρακικής σόδας). Ωστόσο, η συγκέντρωση του pH και του NaHCO_3 ήταν σημαντικά αυξημένες πριν και μετά την άσκηση όταν λήφθηκε διττανθρακική σόδα.

Οι Gabriel Motta et al. το 2015, μελέτησαν την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου στα 200 και στα 400 μέτρα σε 15 υγιείς άνδρες. Οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε δύο προσπάθειες στο 110% VO_2max μετά από χορήγηση 300 mg/kg διττανθρακικής σόδας ή εικονικού φαρμάκου. Οι συγγραφείς δε παρατήρησαν διαφορά στο χρόνο μέχρι εξάντληση ή στη συνεισφορά του αναερόβιου γαλακτικού μηχανισμού μεταξύ των πειραματικών συνθηκών. Επίσης, δεν αναφέρθηκε η επίδραση της χορήγησης διττανθρακικού νατρίου στην επίδοση των 200 και τα των 400 μέτρων.

Οι Larry et al. το 2012, εξέτασαν την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου στην παραγωγή γαλακτικού και στην απόδοση των 400 μέτρων σε άνδρες αθλητές. 16 νέοι άνδρες αθλητές συμμετείχαν σε δύο προσπάθειες 400 μέτρων. Μία ώρα πριν την κάθε προσπάθεια τους χορηγήθηκε διττανθρακικό νάτριο ή εικονικό φάρμακο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο χρόνος κάλυψης των 400 μέτρων ήταν σημαντικά μειωμένος με την χορήγηση του διττανθρακικού νατρίου σε σχέση με εκείνον μετά τη χορήγηση του εικονικού φαρμάκου. Τα επίπεδα HCO_3^- ήταν αυξημένα συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας μετά η χορήγηση διττανθρακικού νατρίου, ωστόσο, ήταν μειωμένα πριν την άσκηση και μετά το τρέξιμο.

Η μελέτη των Caicoya et al. το 2003, εξέτασε την επίδραση του διττανθρακικού νατρίου στην επίδοση των 300m. Δέκα αθλητές καλά προπονημένοι έλαβαν 300 mg/kg διττανθρακικού νατρίου μία ώρα πριν από τις δοκιμές. Στη συνέχεια, σε δύο δοκιμασίες με κενό έξι ημέρες μεταξύ τους, πραγματοποίησαν επαναλαμβανόμενες προσπάθειες 300 μέτρων στο 80-83% της καλύτερης επίδοσης σε αυτό το τεστ, έως την εξάντληση ή έως ότου η απόδοση μειωθεί κάτω από αυτό το ποσοστό. Τα άτομα χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες και έλαβαν είτε διττανθρακικό νάτριο σε χυμό φρούτων για να

καλύπουν τη γεύση είτε τίποτα, έτσι ώστε τη μια ημέρα η δοκιμαζόμενη σειρά ήταν όλοι οι αθλητές στους οποίους χορηγήθηκε διττανθρακικό νάτριο και την άλλη μέρα όλοι οι αθλητές που δεν του χορηγήθηκε διττανθρακικό νάτριο. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές, καθώς τα άτομα μπόρεσαν να εκτελέσουν μεγαλύτερο αριθμό προσπαθειών στο 80-83% με διττανθρακικό νάτριο από ότι χωρίς αυτό. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα αυτά, θα μπορούσαμε να προτείνουμε ότι το διττανθρακικό νάτριο θα μπορούσε να χορηγηθεί πριν από προπονήσεις για την επίτευξη μεγαλύτερων μεταβολικών προσαρμογών.

ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ

Η δοσολογία της διττανθρακικής σόδας κυμαίνεται από 100mg/kg έως 400mg/kg του σωματικού βάρους του ασκούμενου, με την πλειοψηφία των αθλούμενων (54%) να προτιμά την δοσολογία των 300mg/kg και το 24% προτιμά την δοσολογία των 200mg/kg. Η μέθοδος κατάποσης γίνεται είτε σε μορφή κάψουλας είτε σε διάλυμα. Η ώρα πέψης συνήθως φτάνει έως και τις 3 ώρες, ενώ η ώρα κατάποσης μέχρι την αρχή της άσκησης διαφέρει από λίγο πριν την άσκηση έως και τρεις ώρες πριν από αυτήν. Περίπου το 60% έλαβαν το συμπλήρωμα 1 με 2 ώρες πριν την άσκηση. Βέβαια υπάρχει το ερώτημα ποια τελικά είναι η ιδανική δοσολογία για να υπάρξουν καλύτερα αποτελέσματα. Φαίνεται ότι μεγαλύτερη δόση άνω των 300mg/kg έχει γαστρεντερολογικές επιπτώσεις στους ασκούμενους. Μία έρευνα που έγινε σε κυκλοεργόμετρο με ένταση στο 125%VO₂max έως την εξάντληση φαίνεται ότι η χορήγηση 200mg/kg δεν είχε σημαντικά αποτελέσματα στους ασκούμενους. Σε αυτήν την περίπτωση οι ερευνητές αναφέρουν ότι ο χρόνος ή η διάρκεια της προσπάθειας πιθανώς δεν ήταν αρκετή ώστε να μειώσει αρκετά τον εσωκυττάριο pH για να ενεργοποιήσει την εκροή ιόντων υδρογόνου από το μυϊκό κύτταρο. Μία άλλη έρευνα υποστηρίζει ότι η διαλλειματική προπόνηση αυξάνει περισσότερο τα επίπεδα γαλακτικού οξέος παρά μόνο μια προσπάθεια. Έγιναν 4 προσπάθειες σε κυκλοεργόμετρο του ενός λεπτού στο 125%VO₂max με αντίστοιχο διάλλειμα και άλλη μια προσπάθεια έως την εξάντληση. Αναφέρεται ότι με δόση 200mg/kg βελτιώθηκε ο χρόνος μέχρι την εξάντληση 40%. Είναι αρκετοί οι ερευνητές που υποστηρίζουν διάφορες απόψεις σχετικά με ποια ποσότητα είναι η κατάλληλη και ποιες είναι οι συνθήκες που υπάρχει η καλύτερη ανταπόκριση του διττανθρακικού νατρίου. Βέβαια

έχει μεγάλη σημασία το πρόγραμμα που ακολουθούν οι ασκούμενοι στις έρευνες, καθώς αυτό είναι ικανό να αλλάξει τα αποτελέσματα που περιμένουν οι ερευνητές. Ακόμη η περίοδος της λήψης, πέψης και της αρχής της επακόλουθης άσκησης διαφέρει από μισή ώρα έως και τρεις ώρες πριν την άσκηση.^{7,22,19}

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση της διττανθρακικής σόδας στην επίδοση των 800 μέτρων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο πείραμα συμμετείχαν 9 φοιτητές της Σ.Ε.Φ.Α.Α. (4 αγόρια και 5 κορίτσια) ηλικίας 21-22 ετών, εκ των οποίων οι 3 είναι αθλητές ημιαντοχής-αντοχής, οι 4 είναι αθλητές ταχύτητας και οι υπόλοιποι 2 είναι μέτρια προπονημένοι. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο ξεχωριστές μέρες με τις ίδιες εξωτερικές συνθήκες (ταχύτητα αέρα, θερμοκρασία, υγρασία). Την πρώτη μέρα, οι συμμετέχοντες έκαναν 10 λεπτά προθέρμανση σε υπομέγιστη ένταση, στατικές και δυναμικές διατάσεις, δρομικές ασκήσεις και τέσσερα ανοίγματα 80 μέτρων με διάλειμμα ενός λεπτού. Στη συνέχεια, μετά από 6-7 λεπτά οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν δρόμο 800 μέτρων. Τη δεύτερη φορά, πραγματοποιήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο με τη διαφορά ότι οι συμμετέχοντες κατανάλωσαν διττανθρακικό νάτριο και συγκεκριμένα, τους χορηγήθηκε δόση 0.25 (mg/kg) 90 λεπτά πριν τον αγώνα. Η χρονομέτρηση πραγματοποιήθηκε με χρονόμετρο χειρός και στους δύο αγώνες.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων.

Πίνακας 1. Ατομικές τιμές και μέση τιμή±sd ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών δοκιμαζομένων.

Δοκιμαζόμενος	Ηλικία	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)
1.	22	177	67
2.	22	180	80
3.	22	179	60
4.	22	175	72
5.	23	168	58
6.	23	167	57
7.	22	159	55
8.	22	165	47
9.	23	167	67

Στατιστική ανάλυση

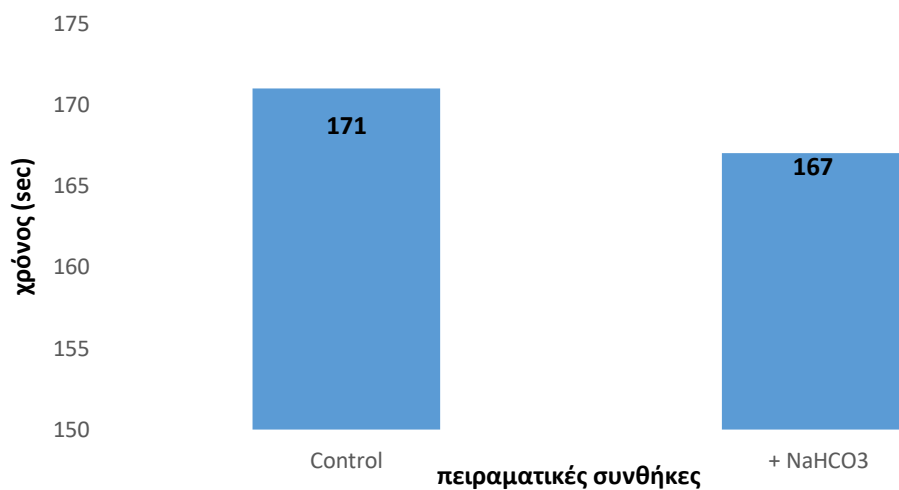
Πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση για τους μέσους όρους των τιμών και τη σταθερή απόκλιση. Για τη σύγκριση των μέσω τιμών χρησιμοποιήθηκε το dependent paired t test. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι ατομικές τιμές και η μέση τιμή της επίδοσης του δρόμου 800 m στις συνθήκες control και +NaHCO₃.

Πίνακας 2. Ατομικές τιμές και μέση τιμή±sd επίδοσης 800 μέτρων στις συνθήκες control και +NaHCO₃.

δοκιμαζόμενος	800m	800m	Διαφορά (sec)	Δόση (gr/kg)
	Control	+NaHCO ₃		
1.	2.35	2.32	3"	16.75
2.	3.02	2.59	3"	20
3.	2.50	2.46	4"	15
4.	2.08	2.07	1"	18
5.	2.40	2.34	6"	14.5
6.	2.40	2.35	5"	14.25
7.	3.00	2.56	4"	13.75
8.	3.35	3.30	5"	11.75
9.	3.10	3.06	4"	14.25
Mean	2.51	2.47	3.88"	
SD	0.410	0.398		



Σχήμα 1. Γραφική αναπαράσταση επίδρασης χορήγησης διττανθρακικής σόδας στην επίδοση 800 .

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι δρομείς μεσαίου και υψηλού επιπέδου που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη βελτίωσαν τους χρόνους τους σε σχέση με την προσπάθεια που έκαναν χωρίς τη λήψη διττανθρακικού νατρίου. Συμπερασματικά, η μέση τιμή βελτίωσης του χρόνου των 800m ήταν 3.88 sec ή περίπου απόσταση 20 με 30 μέτρων, που στο δρόμο των 800 μέτρων σε αυτό το επίπεδο των δρομέων μπορεί να κάνει την διαφορά από την πρώτη έως την τελευταία θέση. Το παρών αποτέλεσμα συμφωνεί με τα βιβλιογραφικά δεδομένα που προαναφέρθηκαν, τα οποία συμφωνούν ότι η χρήση διττανθρακικού νατρίου με την κατάλληλη δοσολογία μπορούν να αποφέρουν σημαντική βελτίωση στους ασκούμενους της ημιαντοχής και συγκεκριμένα των 800 μέτρων. Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες έρευνες, η μεταβολική αλκάλωση πριν από την άσκηση αυξάνει την ικανότητα ανοχής της κούρασης στο εξωκυττάριο υγρό για αυτό το λόγο ο αθλητής είναι ικανός να ανεχτεί περισσότερο την κούραση και με αυτό τον τρόπο να αυξήσει την επίδοσή του. Πέραν των φυσιολογικών μηχανισμών που συμφωνούν με τις προαναφερόμενες έρευνες, η παρούσα μελέτη συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Wilkes et al.,¹⁴ οι οποίοι έχουν επίσης δημοσιεύσει μέση μείωση στο χρόνο κάλυψης της διαδρομής 800m κατά 2.1 sec, που είναι περίπου 19 μέτρα στο δρόμο των 800 μέτρων. Συνοπτικά, φαίνεται ότι η μεταβολική αλκάλωση πριν την άσκηση έχει εργογόνο όφελος στα 800 μέτρα σε δρομείς ημιαντοχής.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ανακεφαλαιώνοντας, η χρήση διττανθρακικού νατρίου είναι ικανή να βοηθήσει στη βελτίωση της επίδοσης των 800 μέτρων σε δρομείς ημιαντοχής, με προτεινόμενη δόση τα 300 mg/kg. Θα ήταν ενδιαφέρον στο μέλλον να πραγματοποιηθούν έρευνες που να αφορούν τη βελτίωση επίδοσης στα 1500, 3000 και 5000 μέτρα με τη χορήγηση διττανθρακικού νατρίου, που ουσιαστικά αυτά τα αγωνίσματα ενεργοποιούν περισσότερο τον οξειδωτικό μηχανισμό για την ενεργειακή δαπάνη παρά τον αναερόβιο μηχανισμό ο οποίος ενεργοποιείται κυρίως στα τελευταία μέτρα της κούρασης. Δηλαδή, αξίζει να μελετηθεί κατά πόσο είναι ικανή η διττανθρακική σόδα να έχει ένα σημαντικό εργογόνο όφελος σε αυτά τα αγωνίσματα αντοχής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Costill DL, Verstappen F, Kuipers H, Janssen E, Fink W. Acid-base balance during repeated bouts of exercise: Influence of HCO₃. *Int J Sports Med*. 1984;5(5):228-231.
2. Gladden LB. Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium. *J Physiol*. 2004;558(1):5-30.
3. Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol*. 1992;72(5):1631-1648.
4. Mainwood BYGW, Pauline ED. EFFECTS OF EXTRACELLULAR pH AND BUFFER CONCENTRATION. Published online 1975:1-22.
5. Vose JM, Swank WT. Effects of long-term drought on the hydrology and growth of a white pine plantation in the southern Appalachians. *For Ecol Manage*. 1994;64(1):25-39.
6. Bolitho Donaldson SK, Hermansen L, Bolles L. Differential, direct effects of H⁺ on Ca²⁺-activated force of Skinned fibers from the soleus, cardiac and adductor magnus muscles of rabbits. *Pflügers Arch Eur J Physiol*. 1978;376(1):55-65.
7. Robertson CS, Hannay HJ, Yamal JM, et al. Effect of erythropoietin and transfusion threshold on neurological recovery after traumatic brain injury: A randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2014;312(1):36-47.
8. McLaren P, Bowles D. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *J Sediment Petrol*. 1985;55(4):457-470.
9. Roth J, Taatjes DJ, Lucocq JM, Weinstein J, Paulson JC. Demonstration of an extensive trans-tubular network continuous with the Golgi apparatus stack that may function in glycosylation. *Cell*. 1985;43(1):287-295.
10. Roth E, Morgan MG, Fischhoff B, Lave L, Bostrom A. What Do We Know About Making Risk Comparisons? *Risk Anal*. 1990;10(3):375-387.

11. Gao J, Costill DL, Horswill CA, Park SH. Sodium bicarbonate ingestion improves performance in interval swimming. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1988;58(1-2):171-174.
12. Fuchi T, Iwaoka K, Higuchi M, Kobayashi S. Cardiovascular changes associated with decreased aerobic capacity and aging in long-distance runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1989;58(8):884-889.
13. Bouissou P, Estrade PY, Goubel F, Guezennec CY, Serrurier B. Surface EMG power spectrum and intramuscular pH in human vastus lateralis muscle during dynamic exercise. *J Appl Physiol*. 1989;67(3):1245-1249.
14. Wilkes D, Gledhill N, Smyth R. Effect of acute induced metabolic alkalosis on 800-m racing time. *Med Sci Sports Exerc*. 1983;15(4):277-280.
15. Richter D. Brain Research. *Nature*. 1969;221(5182):783.
16. Goldfinch J, Mc Naughton L, Davies P. Induced metabolic alkalosis and its effects on 400-m racing time. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1988;57(1):45-48.
17. Maliqueo G, Andrés S, Maliqueo G, et al. Effect of acute supplementation with sodium bicarbonate on the performance of professional military pentathletes in the obstacle course. 2020;37(4):220-226.
18. Tiryaki GR, Atterbom HA. The effects of sodium bicarbonate and sodium citrate on 600 m running time of trained females. *J Sports Med Phys Fitness*. 1995;35(3):194-19.
19. Brisola GMP, Miyagi WE, da Silva HS, Zagatto AM. Sodium bicarbonate supplementation improved MAOD but is not correlated with 200- and 400-m running performances: a double-blind, crossover, and placebo-controlled study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(9):931-937.
20. Pouzash R, Azarbayjani M, Pouzesh J, Azali K, Fatolahi H. The Effect of Sodium Bicarbonate Supplement on Lactic Acid, Ammonia and the Performance of 400 Meters Male Runners. *Balt J Heal Phys Act*. 2012;4(2).
21. García Caicoya A, García Caicoya A. Efectos del bicarbonato sódico sobre la acidosis láctica y el rendimiento en pruebas sucesivas de 300 m. *Rev Int Med y*

Ciencias la Act Física y del Deport. 2003;3(10):5.

22. Bird SR, Wiles J, Robbins J. The effect of sodium bicarbonate ingestion on 1500-m racing time. *J Sports Sci.* 1995;13(5):399-403.