

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΗΣ ΣΤΑΦΙΔΑΣ  
ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ  
ΣΕ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗ ΑΕΡΟΒΙΑ ΑΣΚΗΣΗ**

**του**

**Στρατή Θεόδωρου**

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική  
εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου του  
Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τρίκαλα

2020

*Εγκεκριμένη από το καθηγητικό σώμα:*

1η Επιβλέπουσα: Δελή Χαρίκλεια, MSc, PhD, Επίκουρη Καθηγήτρια

2ος Επιβλέπων: Τζιαμούρτας Αθανάσιος PhD, Καθηγητής

3ος Επιβλέπων: Φατούρος Ιωάννης, Καθηγητής

© 2020

Θεόδωρος Στρατής

ALL RIGHTS RESERVED

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να αναφερθώ στην κα Δελή Χαρίκλεια Επίκουρη Καθηγήτρια στο Τ.Ε.Φ.Α.Α., του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που με την αμέριστη συμπαράσταση και φωτισμένη καθοδήγηση που μου πρόσφερε συνέβαλε τα μέγιστα για την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους άλλους δύο επιβλέποντες, κ.κ. Τζιαμούρτα και Φατούρο, Καθηγητές, για την σημαντική βοήθειά τους σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

Τέλος θα ήθελα να τονίσω, πόσο ευγνώμων αισθάνομαι για την συμμετοχή μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Άσκηση και Υγεία» του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις πολύτιμες και χρήσιμες γνώσεις που αποκόμισα από αυτή μου τη συμμετοχή.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΣΤΡΑΤΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

### Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΗΣ ΣΤΑΦΙΔΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗ ΑΕΡΟΒΙΑ ΑΣΚΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης κορινθιακής σταφίδας (ΚΣ) στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και στην απόδοση σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση. Έντεκα υγιείς άνδρες και γυναίκες (21 – 45 ετών) πραγματοποίησαν υπομέγιστη αερόβια άσκηση σε ποδήλατο με σταθερή ένταση (60 – 70%  $VO_{2max}$ ) διάρκειας 90 min ακολουθούμενη από μέγιστη δοκιμασία (ΜΔ) έως την εξάντληση (95%  $VO_{2max}$ ). Η αερόβια άσκηση πραγματοποιήθηκε με τυχαιοποιημένη σειρά κάτω από δύο διαφορετικές συνθήκες κατανάλωσης ισοθερμιδικής ποσότητας υδατανθράκων (CHO) (1.5g CHO/kg BM): ΚΣ και διαλύματος γλυκόζης, συγκριτικά με την κατανάλωση νερού (συνθήκη ελέγχου). Οι δείκτες της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας καταγράφηκαν στα 30 min, 60 min και 90 min της υπομέγιστης άσκησης και η απόδοση (ο συνολικός χρόνος της ΜΔ ως την εξάντληση) στο τέλος της ΜΔ. Το αναπνευστικό πηλίκο, στη συνθήκη της ΚΣ ήταν παρόμοιο με τη συνθήκη του διαλύματος γλυκόζης, ενώ υψηλότερο από τη συνθήκη του νερού κατά τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης. Παρομοίως, υψηλότερη οξείδωση CHO και χαμηλότερη οξείδωση λιπών παρατηρήθηκε στη συνθήκη της ΚΣ συγκριτικά με τη συνθήκη του νερού. Η απόδοση στην ΜΔ ήταν παρόμοια μεταξύ των τριών συνθηκών. Η χορήγηση ΚΣ, αν και δεν οδήγησε σε καλύτερη απόδοση, είχε παρόμοια επίδραση στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία με το διάλυμα γλυκόζης κατά τη διάρκεια παρατεταμένης αερόβιας άσκησης. Επομένως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου αποτελεσματικά με διάλυμα γλυκόζης, ως εναλλακτική επιλογή συμπληρωματικής χορήγησης CHO σε προπόνηση ή αγώνα αντοχής.

**Λέξεις κλειδιά:** σταφίδες, οξείδωση υδατανθράκων, οξείδωση λιπών, προπόνηση αντοχής

## ABSTRACT

STRATIS THEODOROS

### THE EFFECT OF CORINTHIAN RAISIN SUPPLEMENTATION ON CARDIOPULMONARY FUNCTION AND PERFORMANCE IN PROLONGED AEROBIC EXERCISE

The present study investigated the effect of pre-exercise supplementation of Corinthian raisins (CR) on cardiorespiratory function and performance in prolonged aerobic exercise. Eleven healthy men and women (21 – 45 years old) performed submaximal aerobic exercise on a cycloergometer with a constant intensity (60 – 70%  $VO_{2max}$ ) lasting 90 min followed by a maximum time trial test (TT) to exhaustion (95%  $VO_{2max}$ ). The aerobic exercise was performed in a randomized order under two different conditions of isocaloric consumption (1.5g CHO/kg BM) of CHO: CR and glucose solution, compared to water (control condition). Indices of cardiopulmonary function were recorded at 30 min, 60 min and 90 min of submaximal exercise, and performance (total test time to exhaustion, TT) at the end of TT. Respiratory quotient under CR condition was similar to that under glucose solution, while higher compared to water condition during the submaximal exercise. Similarly, higher CHO oxidation and lower fat oxidation were observed under CR supplementation compared to water. The TT performance was similar between the conditions of CR, glucose solution and water. Although CR did not result to better athletic performance, it sustained similar cardiopulmonary function with glucose solution during prolonged aerobic exercise. Thus, it may be used as an equally effective alternative supplementation choice to glucose, by those who train or participate in endurance events.

**Keywords:** raisins, carbohydrate oxidation, fat oxidation, endurance training

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης CHO στην ευγλυκαιμία, καρδιοαναπνευστική λειτουργία και απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια

Άσκηση ..... 17

Πίνακας 2.2 Διατροφική Αξία ΚΣ ανά 100 g Τροφίμου ..... 28

Πίνακας 2.3. Συγκεντρώσεις (ng/ml) φυτοχημικών ενώσεων στο πλάσμα μετά από κατανάλωση ΚΣ ..... 31

Πίνακας 2.4. Η επίδραση της κατανάλωσης σταφίδας σε δείκτες υγείας ..... 34

Πίνακας 2.5. Η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης ΚΣ στην ευγλυκαιμία, την καρδιοαναπνευστική λειτουργία και την απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση ..... 39

Πίνακας 3.1. Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά και Διατροφική Ανάλυση των Συμμετεχόντων ..... 42

Πίνακας 5.1. Καρδιοαναπνευστική λειτουργία κατά τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης ..... 52

---

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1 Πειραματικός σχεδιασμός μελέτης .....	43
Εικόνα 5.1 Παραγωγή CO <sub>2</sub> στις συνθήκες της ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (Ν) .....	48
Εικόνα 5.2 Αναπνευστικό πηλίκιο (RQ) στις συνθήκες της ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (Ν) .....	48
Εικόνα 5.3 Πνευμονικός αερισμός VE (L/min) αερισμός στις συνθήκες ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (Ν) .....	49
Εικόνα 5.4. Οξειδωση CHO στις συνθήκες ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (Ν) .....	50
Εικόνα 5.5. Οξειδωση των λιπών (g/min) στις συνθήκες ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (Ν) .....	50



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	iv
ABSTRACT .....	vi
Κατάλογος Πινάκων .....	viii
Κατάλογος Εικόνων .....	ix
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
2.1 Ο ρόλος της επάρκειας των υδατανθράκων ( CHO) στην ευγλυκαιμία και απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση .....	4
2.2 Επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης CHO στην ευγλυκαιμία και απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση .....	5
2.2.1 Επίδραση του χρόνου χορήγησης των CHO σε σχέση με την άσκηση .....	6
2.2.2 Επίδραση της μορφής .....	13
2.2.3 Επίδραση της ποσότητας .....	14
2.2.4 Επίδραση του Γλυκαιμικού Δείκτη (ΓΔ) .....	15
2.3 Κορινθιακή σταφίδα	
2.3.1 Ιστορική αναδρομή .....	25
2.3.2 Θρεπτική αξία της κορινθιακής σταφίδας .....	27
2.3.3 Η επίδραση της κατανάλωσης κορινθιακής σταφίδας σε δείκτες υγείας .	32
2.3.4 Η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης κορινθιακής σταφίδας στην ευγλυκαιμία, την καρδιοαναπνευστική λειτουργία και την απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση .....	36
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	
3.1 Συμμετέχοντες .....	41
3.2 Χορήγηση κορινθιακής σταφίδας-διαλύματος γλυκόζης .....	41
3.3. Σχεδιασμός μελέτης .....	42

3.4 Πρωτόκολλο εκτίμησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) .....	44
3.5. Πειραματικό πρωτόκολλο άσκησης .....	44
3.6 Ανάλυση διατροφής .....	44
3.7 Υπολογισμός της οξείδωσης των CHO και της γλυκόζης .....	45
4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	46
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
5.1 Καρδιοαναπνευστική απόκριση κατά την υπομέγιστη άσκηση .....	47
5.2 Απόδοση .....	51
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
6.1 Καρδιοαναπνευστική απόκριση .....	53
6.2 Απόδοση .....	55
Αναφορές .....	57

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ευγλυκαιμία και αντίστοιχα η αποφυγή της υπογλυκαιμίας είναι πρώτιστης σημασίας κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση. Η σχέση μεταξύ της υπογλυκαιμίας και της εξάντλησης κατά τη διάρκεια παρατεταμένης αθλητικής δραστηριότητας αναφέρθηκε για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1910 από τους (Krogh & Lindhard 1919) οι οποίοι βρήκαν, ότι, όταν η διατροφή περιείχε χαμηλές ποσότητες υδατανθράκων (carbohydrates – CHO), παρατηρούνταν μεγαλύτερη κόπωση και χαμηλότερες επιδόσεις, συγκριτικά με διατροφή υψηλότερη σε CHO. Επιπρόσθετα διαπίστωσαν, ότι όσο αυξάνονταν η ένταση της άσκησης τόσο ενισχύονταν και ο ρόλος των CHO. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης αποτέλεσαν το ερέθισμα για τις μετέπειτα έρευνες, που επιχείρησαν να αποσαφηνίσουν τον πιθανό ρόλο που μπορεί να παίζει η συμπληρωματική κατανάλωση υδατανθράκων (CHO), πριν ή και κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης, στην διατήρηση της ομοιόστασης της γλυκόζης, στην αποφυγή υπογλυκαιμίας, στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και στην βελτίωση της απόδοσης. Οι μελέτες αυτές στηρίχθηκαν στο σκεπτικό ότι, πιθανώς, η χορήγηση συμπληρωμάτων CHO πριν από τη συμμετοχή σε αθλητική δραστηριότητα παρατεταμένης διάρκειας να διατηρεί τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα και να καθυστερεί την εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων (Campbell 2008, Febbraio 2000a) και αυτό πιθανώς να οδηγεί σε διατήρηση των επιπέδων του μυϊκού γλυκογόνου (Harger-Domitrovich 2007), αν και υπάρχουν και δεδομένα που υποστηρίζουν το αντίθετο (Ormsbee 2014). Πράγματι, η κατανάλωση CHO πριν από άσκηση έχει συσχετιστεί με αύξηση των αποθεμάτων του μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου (Taylor 1996), γεγονός που θα μπορούσε να συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης. Έτσι λοιπόν πολλοί αθλητές, αλλά και ενεργά δραστήρια άτομα, συνηθίζουν τη λήψη CHO πριν ή/και κατά τη διάρκεια αερόβιας άσκησης. Η βιομηχανία τροφίμων έχει αναπτύξει μια μεγάλη γκάμα συμπληρωμάτων CHO (αθλητικά ποτά, αθλητικές γέλες, μπάρες CHO, καραμέλες, γέλες) στοχεύοντας στην βελτίωση της απόδοσης κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή των αγώνων. Αυτά τα προϊόντα όμως είναι επεξεργασμένα και συνήθως κοστίζουν ακριβά, αντίθετα με κάποια άλλα, φυσικά και περισσότερο υγιεινά τρόφιμα, που όμως μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματικά. Έτσι,

θα ήταν πολύ σημαντικό για όσους ασχολούνται με την προπόνηση αντοχής ή/και συμμετέχουν σε αγώνες, να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα τέτοιων τροφίμων στη διατήρηση της ευγλυκαιμίας κατά τη διάρκεια της άσκησης και η πιθανή βελτίωση της απόδοσης, ώστε να έχουν περισσότερες εναλλακτικές και τη δυνατότητα να επιλέξουν το πιο κατάλληλο συμπλήρωμα CHO σύμφωνα με τις προσωπικές τους ανάγκες.

Η Κορινθιακή Σταφίδα (ΚΣ) αποτελεί το πιο διάσημο Εθνικό παραγόμενο προϊόν που κατά το παρελθόν στήριξε με τις εξαγωγές της ολόκληρη την Ελληνική οικονομία, ενώ αντίστοιχα, δημιουργήθηκε και εθνική οικονομική κρίση, όταν οι εξαγωγές της μειώθηκαν (Meloni & Swinnen 2017). Η ΚΣ αποτελεί ένα φυσικό τρόφιμο με πολλές θρεπτικές ιδιότητες και ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, καθώς συμβάλει στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης (He 2005, Bays 2015), βελτιώνει τη λειτουργία του εντέρου (Spiller 2003), μειώνει προδιαθεσικούς παράγοντες που σχετίζονται με καρδιοπάθειες (Bruce 2000) και επηρεάζει σημαντικά την εμφάνιση και εδραίωση διάφορων μορφών καρκίνου (Kalioras 2008, Kountouri 2013). Σε σχέση με την άσκηση, η υψηλή περιεκτικότητα της ΚΣ σε CHO (66%) με κυρίαρχη τη φρουκτόζη (33%) (Nikolidaki 2016) η οποία διαθέτει μέτριο γλυκαιμικό δείκτη, αποτελούν στοιχεία που θα μπορούσαν να παίξουν καταλυτικό ρόλο στην διατήρηση της ευγλυκαιμίας, στην εξοικονόμηση των ενεργειακών αποθεμάτων, στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία, και εν τέλει στην ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης σε παρατεταμένη αερόβια δραστηριότητα. Παράλληλα, αποτελεί μία περισσότερο υγιεινή εναλλακτική πηγή CHO σε σχέση με τα βιομηχανοποιημένα συμπληρώματα. Παρόλα αυτά, η πιθανή αυτή ευεργετική επίδραση της ΚΣ δεν έχει μελετηθεί επαρκώς.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να μελετηθούν οι επιδράσεις της συμπληρωματικής χορήγησης ΚΣ πριν από παρατεταμένη αερόβια άσκηση σε δείκτες της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας και χρήσης ενεργειακών υποστρωμάτων, καθώς και στην απόδοση. Η επίδραση της χορήγησης ΚΣ συγκρίθηκε με την επίδραση της χορήγησης διαλύματος γλυκόζης και νερού που χρησιμοποιήθηκε ως συνθήκη ελέγχου.

*Ερευνητική υπόθεση:*

Θα υπάρχουν διαφορές σε δείκτες καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, στην χρήση ενεργειακών υποστρωμάτων και στην απόδοση μεταξύ των διαφορετικών συμπληρωμάτων (ΚΣ – διάλυμα γλυκόζης – νερό).

*Στατιστική υπόθεση:*

Μηδενική υπόθεση ( $\mu_1=\mu_2=\mu_3$ ): Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών συμπληρωμάτων (ΚΣ – διάλυμα γλυκόζης – νερό) σε δείκτες καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, στην χρήση ενεργειακών υποστρωμάτων και στην απόδοση.

*Εναλλακτική υπόθεση:*

Εναλλακτική υπόθεση ( $\mu_1\neq\mu_2\neq\mu_3$ ): Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών συμπληρωμάτων (ΚΣ – διάλυμα γλυκόζης – νερό) σε δείκτες καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, στην χρήση ενεργειακών υποστρωμάτων και στην απόδοση.

## 2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Ο ρόλος της επάρκειας των υδατανθράκων σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση

Η καθυστέρηση της εξάντλησης σε παρατεταμένη αθλητική δραστηριότητα έντασης μεγαλύτερης από το 65% της  $VO_{2max}$  είναι συναρτώμενη με την πληρότητα των αποθηκών των CHO. Τα ενδογενή αποθέματα CHO είναι το μυϊκό, το ηπατικό γλυκογόνο και η γλυκόζη αίματος (Jeukendrup & Killer 2010). Το μυϊκό γλυκογόνο και η γλυκόζη του αίματος θεωρούνται τα βασικά ενεργειακά υποστρώματα, για απαιτούμενη παραγωγή ATP στους συσπόμενους μύες. Η εξάντληση του μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου, σε συνδυασμό με τη μείωση της γλυκόζης του αίματος σε επίπεδα 2,5-3 mmol/L, οδηγεί σε αναπόφευκτη εξάντληση των αθλητών (Hargreaves 2015). Η εξάντληση μπορεί ν' αποφευχθεί ή να καθυστερήσει, εάν τα αποθέματα μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου είναι υπερπλήρη, καθώς και με ορθολογική διαχείριση της γλυκόζης του αίματος (Hargreaves 2015). Ο Saltin (1973) προσδιόρισε την μείωση των αποθεμάτων του μυϊκού γλυκογόνου σ' ένα αγώνα ποδοσφαίρου καταδεικνύοντας τη σημαντική τους συμβολή. Οι συγγραφείς ανέφεραν μείωση του μυϊκού γλυκογόνου στον τετρακέφαλο μυ, από τα 96 mmol/Kg ww στην αρχή του αγώνα, στα 32 mmol/Kg ww στο ημίχρονο και στα 9 mmol/Kg ww στο τέλος του αγώνα. Παράλληλα ανέφεραν μειωμένη απόδοση για τους αθλητές που στην αρχή του αγώνα είχαν χαμηλά αποθέματα μυϊκού γλυκογόνου (42 mmol/Kg ww) σε σχέση με αυτούς που δεν είχαν. Σε σχέση με τη γλυκόζη του αίματος, η σημαντικότητά της στην άσκηση, φαίνεται από το ποσοστό συμμετοχής της στην ενεργειακή κάλυψη με την εξέλιξη της δραστηριότητας. Έχει διαπιστωθεί, ότι στην πρώτη ώρα δραστηριότητας στο 60 – 70 %  $VO_{2max}$  η γλυκόζη του αίματος συμμετέχει κατά 25%, ενώ από τη στιγμή που επέρχεται εξάντληση του μυϊκού γλυκογόνου καλύπτει εξ ολοκλήρου τις ενεργειακές ανάγκες (Coggan & Coyle 1987).

## **2.2 Επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης υδατανθράκων στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και απόδοση σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση**

Η λήψη συμπληρωμάτων υδατανθράκων CHO από αθλητές και ενεργητικά δραστήρια άτομα, αποτελεί πάγια τακτική στην προσπάθεια επίτευξης καλύτερης απόδοσης κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή/και του αγώνα. Γενικότερα, η συμπληρωματική χορήγηση CHO πριν ή και κατά τη διάρκεια της άσκησης φαίνεται να βελτιώνει την απόδοση σε δραστηριότητες που διαρκούν περισσότερο από μία ώρα (Pochmuller 2016, Febbraio 2000b, Campbell 2008, Sherman 1991, Thomas 1991, Kirwan 1998). Η βελτίωση της απόδοσης με τη χορήγηση CHO αποδίδεται στη διατήρηση της ευγλυκαιμίας και στην εξοικονόμηση των ενεργειακών αποθεμάτων (Campbell 2008, Febbraio 2000), στην αυξημένη διαθεσιμότητα CHO για οξείδωση στα τελικά στάδια της άσκησης (Jeukendrup 1999) και πιθανώς στη διατήρηση των αποθηκών του μυϊκού γλυκογόνου (Harger-Domitronich 2007). Παρόλα αυτά, υπάρχουν και μελέτες που δεν αναφέρουν βελτίωση της αθλητικής απόδοσης ως αποτέλεσμα της συμπληρωματικής χορήγησης CHO (Colombani 2013, Febbraio 2000a, Jentjens & Jeukendrup 2003, Moseley 2002, Decombaz 1985, Hargreaves 1987, Cryssanthopoulos 1994). Η διαφοροποίηση στο σχεδιασμό των ερευνών σε πολλές παραμέτρους, όπως ο χρόνος χορήγησης του συμπληρώματος CHO σε σχέση με την άσκηση (πριν, κατά τη διάρκεια της άσκησης, πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης) (Decombaz 1985, Moseley 2002, Coyle 1986, Campbell, 2008, Tsintzas 1995, Cryssanthopoulos 2002), η ποσότητα των CHO, το είδος των CHO (συμπλήρωμα στερεής ή υγρής μορφής) (Sherman 1991, Kern 2007), ο γλυκαιμικός δείκτης του συμπληρώματος CHO (χαμηλός, μέτριος, υψηλός) (Thomas 1991, Kirwan 1998, Jentjens & Jeukendrup 2003) και τέλος το είδος και η ένταση της άσκησης (τρέξιμο, ποδηλασία, υπομέγιστης ή μέγιστης έντασης) (Sherman 1991, Tsintzas 1995, Kirwan 2001a, Tokmakidis & Karamanolis 2008), πιθανώς να ευθύνονται για τα διαφορετικά αποτελέσματα μεταξύ των μελετών. Παρακάτω παρατίθενται δεδομένα σχετικά με τη επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης CHO στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς και στην απόδοση, σε συνάρτηση με το χρόνο χορήγησης, την ποσότητα και την μορφή των CHO

που χορηγούνται, αλλά και τον γλυκαιμικό δείκτη (ΓΔ). Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των μελετών που εξετάστηκαν.

### **2.2.1 Επίδραση του χρόνου χορήγησης των CHO σε σχέση με την άσκηση**

Ο χρόνος χορήγησης CHO σε σχέση με τον χρόνο διεξαγωγής της παρατεταμένης άσκησης φαίνεται να επιδρά στην αποτελεσματικότητα της χρήσης των συμπληρωμάτων CHO στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και στην απόδοση. Τόσο η συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα όσο και της ινσουλίνης κατά την έναρξη της άσκησης, πιθανώς να επηρεάζουν τις μεταβολικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης και κατ' επέκταση την τελική απόδοση. Επομένως, η επίδραση της χορήγησης CHO, ίσως να εξαρτάται εν μέρει από τον χρόνο χορήγησης των CHO σε σχέση με τη χρονική στιγμή έναρξης της άσκησης. Η κορύφωση στις συγκεντρώσεις γλυκόζης και ινσουλίνης στο πλάσμα παρατηρείται περίπου 30 λεπτά μετά την λήψη τροφίμων με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη σε κατάσταση ηρεμίας (Decombaz 1985, Thomas 1991). Με την έναρξη της άσκησης, η παραγωγή ινσουλίνης αναστέλλεται και η πρόσληψη γλυκόζης από τους μυς αυξάνεται. Η συνδυασμένη επίδραση της έκθεσης των ιστών στην ινσουλίνη και η πρόσληψη γλυκόζης που προκαλείται από την άσκηση οδηγεί σε υψηλότερο ρυθμό απομάκρυνσης της γλυκόζης από το αίμα σε σχέση με τον ρυθμό εμφάνισής της, με συνέπεια την μείωση των συγκεντρώσεων γλυκόζης στο αίμα. Αν αυτή η συνδυασμένη επίδραση είναι αρκετά έντονη, τότε οι συγκεντρώσεις γλυκόζης μπορεί να μειωθούν παροδικά κάτω από 3,5 mmol/l (Decombaz 1985, Thomas 1991) μια κατάσταση που αναφέρεται συχνά ως «αντιδραστική υπογλυκαιμία (rebound hypoglycemia)», η οποία μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην απόδοση. Έτσι, πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να προσδιορίσουν τον βέλτιστο χρόνο χορήγησης CHO για τη βελτίωση της απόδοσης υιοθετώντας διάφορα μοντέλα, όπως χορήγηση CHO πριν από την άσκηση, στην προθέρμανση, κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς και ένα μικτό μοντέλο (χορήγηση πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης).



### ***Χορήγηση υδατανθράκων πριν από την άσκηση***

Η αποτελεσματικότητα της χορήγησης CHO πριν από την άσκηση δεν έχει πλήρως εδραιωθεί καθώς έχει οδηγήσει σε αυξημένη (El-Sayed 1997, Jentjens 2003, Sherman 1991, Thomas 1991), παρόμοια (Febbraio 2000a, Moseley 2002, Hargreaves 1987, Cryssanthopoulos 1994), ή ακόμη και μειωμένη απόδοση (Foster 1979). Οι Thomas και συν (1991), αναφέρουν μεγαλύτερη διάρκεια ποδηλάτησης στο 67 – 68%  $VO_{2max}$  πριν την εξάντληση και υψηλότερο αναπνευστικό πηλίκο κατά τη διάρκεια της άσκησης, μετά από χορήγηση 1 g CHO/kg σωματικής μάζας (ΣΜ) 60 min πριν την άσκηση συγκριτικά με τη χορήγηση νερού. Παρόμοια, οι El-Sayed και συν (1997), αναφέρουν υψηλότερη απόδοση σε μέγιστη αερόβια δοκιμασία ποδηλασίας διάρκειας 60 min μετά από χορήγηση 4,5 ml διαλύματος CHO (8%)/kg ΣΜ 25 min πριν την άσκηση, συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα. Παρόμοια, στη μελέτη των Tokmakidis & Karamanolis (2008) η χορήγηση 1 g γλυκόζης/Kg ΣΜ 15 min πριν από δοκιμασία τρεξίματος που περιλάμβανε 5 min στο 60%  $VO_{2max}$ , ακολουθούμενη από 45 min στο 70%  $VO_{2max}$  και στη συνέχεια στο 80%  $VO_{2max}$  μέχρι εξάντλησης, οδήγησε σε μεγαλύτερη συνολική διάρκεια τρεξίματος, συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος. Επίσης, στη συνθήκη της γλυκόζης καταγράφηκε υψηλότερη οξείδωση CHO μετά το 45<sup>ο</sup> min άσκησης καθώς και υψηλότερη οξείδωση CHO και χαμηλότερη οξείδωση λιπών σε όλη τη διάρκεια της άσκησης, συγκριτικά με τη συνθήκη του εικονικού σκευάσματος, ενώ το αναπνευστικό πηλίκο και η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών. Αντίθετα με τις παραπάνω μελέτες, στη μελέτη των Hargreaves και συν (1987), η χορήγηση 75 g CHO 45 min πριν από αερόβια άσκηση έντασης 75%  $VO_{2max}$  μέχρι εξάντλησης δεν οδήγησε σε μεγαλύτερο χρόνο άσκησης (διάρκεια άσκησης ~90 min), ούτε και σε διαφορές στην κατανάλωση οξυγόνου ( $VO_2$ ), στο αναπνευστικό πηλίκο και στην ΚΣ, συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος. Παρόμοια, σε ερασιτέχνες αθλητές σε δοκιμασία τρεξίματος σε δαπεδοεργόμετρο με ένταση 70%  $VO_{2max}$  μέχρι εξάντλησης, δεν παρατηρήθηκε υψηλότερη απόδοση (διάρκεια άσκησης ~2 h) με τη χορήγηση 75 g γλυκόζης 30 min πριν την άσκηση συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος (Cryssanthopoulos 1994). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών στην

καρδιοαναπνευστική λειτουργία και στη χρήση των ενεργειακών υποστρωμάτων, όπως προκύπτει από το αναπνευστικό πηλίκο, τη μέση ενεργειακή κατανάλωση και τη μέση καύση των λιπών και των CHO (Cryssanthopoulos 1994). Σε μια από τις ελάχιστες μελέτες που εξέτασαν την επίδραση του χρόνου χορήγησης CHO πριν από την άσκηση συγκρίνοντας διαφορετικές χρονικές στιγμές χορήγησης, οι Moseley και συν (2002), χορήγησαν σε προπονημένους ποδηλάτες ίδια ποσότητα CHO (διάλυμα 75 g γλυκόζης) 15 min, 45 min και 75 min πριν από άσκηση σε εργομετρικό ποδήλατο στο 65%  $VO_{2max}$  διάρκειας 20 min ακολουθούμενη από μέγιστη δοκιμασία ΜΔ 685 KJ διάρκειας περίπου 40 min. Στη συγκεκριμένη μελέτη, δεν καταγράφηκε διαφορετική απόδοση ως αποτέλεσμα της χορήγησης των CHO σε διαφορετικές χρονικές στιγμές πριν από την άσκηση. Επίσης, εκτός από υψηλότερες τιμές ινσουλίνης και γλυκόζης στην αρχή της άσκησης στη συνθήκη των 15 min, δεν παρατηρήθηκαν διαφορετικές μεταβολικές και καρδιοαναπνευστικές αποκρίσεις μεταξύ των χρόνων χορήγησης. Μετά από τα πρώτα 10 min άσκησης σε όλες τις συνθήκες παρατηρήθηκαν παραπλήσια επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης, καθώς και γαλακτικού οξέος, ενώ παρόμοιο ήταν και το αναπνευστικό πηλίκο (Moseley 2002). Εκτός από βελτιωμένη ή παρόμοια απόδοση μετά από χορήγηση CHO πριν από αερόβια άσκηση, μειωμένη απόδοση έχει επίσης αναφερθεί. Οι Foster και συν (1979), αναφέρουν ότι η χορήγηση 75 g γλυκόζης πριν από δοκιμασία αντοχής στο 80%  $VO_{2max}$  σε κυκλοεργόμετρο, οδήγησε σε μειωμένο συνολικό χρόνο άσκησης κατά 19% συγκριτικά με τη χορήγηση νερού. Επιπλέον, η συγκέντρωση των CHO μειώθηκε σε < 3,5 mM στα πρώτα 30 min άσκησης και επανήλθε στη συνέχεια σε κανονικά επίπεδα, ενώ η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων (ΕΛΟ) ήταν μειωμένη καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι η χορήγηση γλυκόζης 30 – 45 πριν από άσκηση αντοχής αυξάνει τον ρυθμό οξείδωσης των CHO και περιορίζει την κινητική των ΕΛΟ, μειώνοντας έτσι την διάρκεια άσκησης έως την εξάντληση.

Σχετικά με την αντιδραστική υπογλυκαιμία και προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος εμφάνισής της που θα μπορούσε να επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα στην απόδοση, ορισμένοι ερευνητές πρότειναν τη χορήγηση CHO ακριβώς πριν την έναρξη της άσκησης (στα τελευταία 5 min) ή κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης. Οι Brouns και

συν (1989), χορήγησαν σε προπονημένους ερασιτέχνες ποδηλάτες, 300 ml ή 600 ml διαλύματος CHO (σουκρόζη, ή γλυκόζη, ή φρουκτόζη ή μαλτοδεξτρίνη) ή εικονικού σκευάσματος στο 10<sup>ο</sup> min και 20<sup>ο</sup> min της προθέρμανσης, πριν από ποδηλασία διάρκειας 45 min με ένταση που αντιστοιχούσε σε καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) 150 καρδιακών παλμών ανά λεπτό. Αν και στη συγκεκριμένη μελέτη δεν αξιολογήθηκε η απόδοση, από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι, η χορήγηση CHO κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης δεν διαταράσσει την ευγλυκαιμία κατά τη διάρκεια της άσκησης.

### ***Χορήγηση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης***

Τα αποτελέσματα των μελετών σχετικά με τη χορήγηση συμπληρωμάτων CHO κατά τη διάρκεια άσκησης είναι περισσότερο συνεπή καθώς η πλειοψηφία των μελετών συμφωνεί ότι επιφέρει θετικές επιδράσεις στην αθλητική απόδοση σε παρατεταμένη άσκηση (> 2 h) (Coyle 1983, Coyle 1986, Yaspelkis 1993, Cryssanthopoulos 2002), αλλά και σε άσκηση στο 75%  $VO_{2max}$  διάρκειας 1 h (Jeukendrup 2004). Η βελτιωμένη απόδοση με τη χορήγηση των CHO μπορεί να αποδοθεί στην διατήρηση της γλυκόζης του αίματος σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης, γεγονός που πιθανώς να συμβάλει στην διατήρηση των αποθεμάτων του μυϊκού γλυκογόνου, ώστε να είναι δυνατή η παροχή της απαραίτητης ενέργειας στα κρίσιμα στάδια πριν την εξάντληση.

Η χορήγηση CHO σε τακτά διαστήματα κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης φαίνεται ότι επίσης καθυστερεί την εξάντληση. Η χορήγηση 1g CHO/Kg ΣΜ στα πρώτα 20 min της άσκησης και κατόπιν στα 60 min, 90 min και 120 min άσκησης έντασης 70 – 80%  $VO_{2max}$  σε εργομετρικό ποδήλατο μέχρι εξάντλησης, οδήγησε σε μεγαλύτερο χρόνο άσκησης (CHO: 157 ± 5 min) συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος (134 ± 6 min) (Coyle 1983). Παρόμοια, η χορήγηση 2g CHO/Kg ΣΜ στα πρώτα 20 min και στη συνέχεια 0,4 g CHO/Kg ΣΜ κάθε 20 min ποδηλασίας στο 71%  $VO_{2max}$  μέχρι εξάντλησης, βελτίωσε την απόδοση κατά 1 h σε σχέση με το εικονικό σκεύασμα (Coyle 1986). Σε αυτή τη μελέτη, με τη χορήγηση CHO διατηρήθηκε η ευγλυκαιμία και το αναπνευστικό πηλίκο στα αρχικά επίπεδα σε όλη τη διάρκεια της άσκησης, σε αντίθεση με το εικονικό

σκεύασμα όπου παρατηρήθηκε πτώση της γλυκόζης του αίματος σε επίπεδα υπογλυκαιμίας ( $2.5 \pm 0.5$  mM) και αντίστοιχα μείωση του αναπνευστικού πηλίκου πριν την εξάντληση.

Η χορήγηση CHO αργά κατά τη διάρκεια της άσκησης, μπορεί επίσης να επιφέρει ευεργετικά αποτελέσματα στην απόδοση. Η χορήγηση CHO στο 135<sup>ο</sup> min ποδηλασίας με ένταση 70%  $VO_{2max}$  ως την εξάντληση, οδήγησε σε μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης σε σχέση με εικονικό σκεύασμα (Coggan 1989). Η καλύτερη απόδοση στη συνθήκη των CHO συνοδεύτηκε από αυξημένη οξείδωση CHO και αυξημένο αναπνευστικό πηλίκο, μετά τα 135 min.

Η χορήγηση CHO ακόμη και μετά την αρχική εξάντληση, επιτρέπει τη συνέχιση της άσκησης για μεγαλύτερη διάρκεια συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος. Οι Coggan & Coyle (1987) υπέβαλαν 7 ποδηλάτες σε άσκηση έντασης στο 70%  $VO_{2max}$  για 170min. Οι αθλητές εξαντλήθηκαν, όταν παρουσίασαν πτώση της γλυκόζης του αίματος στα επίπεδα των 3,1mmol/L. Στη συνέχεια τους χορηγήθηκε εικονικό σκεύασμα ή πολυμερές γλυκόζης (3g/kg ΣΜ) και συνέχισαν την άσκηση. Με τη συμπληρωματική χορήγηση γλυκόζης παρατάθηκε η άσκηση κατά 26 min, ενώ με το εικονικό σκεύασμα μόνο κατά 10 min.

#### ***Χορήγηση υδατανθράκων μικτού μοντέλου (πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης)***

Η χορήγηση CHO πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης αποτελεί ακόμα ένα μοντέλο ενίσχυσης της απόδοσης, με κύριο στόχο την διατήρηση των ενδογενών αποθεμάτων, αλλά και της γλυκόζης του αίματος σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης. Μάλιστα τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών δείχνουν ότι αυτό το μοντέλο ίσως είναι πιο αποτελεσματικό στη βελτίωση της απόδοσης, τόσο σε σχέση με τη χορήγηση CHO κάποιες ώρες πριν, όσο και σε σχέση με τη χορήγηση CHO κατά τη διάρκεια της αθλητικής δραστηριότητας (Febbraio 2000b).

Οι Febbraio και συν (2000b) συνέκριναν την αποτελεσματικότητα της χορήγησης CHO (2 g/kg ΣΜ) πριν και κατά τη διάρκεια άσκησης, συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος πριν και κατά τη διάρκεια, εικονικού σκευάσματος πριν και CHO κατά τη διάρκεια, και, CHO πριν και εικονικού σκευάσματος κατά τη διάρκεια ποδηλασίας διάρκειας 120 min με ένταση στο 70%  $VO_{2peak}$  ακολουθούμενη από ΜΔ (7Kj/Kg/ΣΜ στο μικρότερο δυνατό χρόνο). Καταγράφηκε υψηλότερη απόδοση στη ΜΔ για την συνθήκη που χορηγήθηκαν CHO πριν και κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, σε σχέση με όλες τις άλλες συνθήκες, ενώ και σε αυτή που χορηγήθηκαν εικονικό σκεύασμα πριν και CHO κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας αναφέρθηκε υψηλότερη απόδοση στη ΜΔ από τις υπόλοιπες. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψε ότι η χορήγηση CHO πριν από την άσκηση βελτιώνει την απόδοση μόνο όταν διατηρείται και κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ένα επίσης σημαντικό εύρημα της έρευνας ήταν ότι παρά τη μεγάλη ποσότητα γλυκόζης που χορηγήθηκε, ο ρυθμός οξείδωσης ήταν μόνο 0,4 g/min, κάτι που επιβεβαίωσε τους (Jeukendrup 1999), που ανέφεραν, ότι ο μέγιστος ρυθμός οξείδωσης των CHO είναι <1 g/min. Η βελτίωση της απόδοσης στις παραπάνω μελέτες, θα μπορούσε να αποδοθεί στην ευγλυκαμία κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης άσκησης και στην πιθανή επακόλουθη εξοικονόμηση του μυϊκού γλυκογόνου. Οι Tsintzas και συν (1995), διαπίστωσαν εξοικονόμηση μυϊκού γλυκογόνου στις μυϊκές ίνες τύπου I (38%) με την χορήγηση διαλύματος CHO-ιχνοστοιχείων (5,5%) σε σύγκριση με εικονικό σκεύασμα (νερό). Η χορήγηση των συμπληρωμάτων έγινε ακριβώς πριν την έναρξη και κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας (διάδρομος) η οποία είχε ένταση 70%  $VO_{2max}$  και διάρκεια 60 min. Παράλληλα καταγράφηκαν χαμηλότερες τιμές των ΕΛΟ στο συμπλήρωμα CHO, ενώ στη  $VO_2$  και στο αναπνευστικό πηλίκο δεν εντοπίστηκαν διαφορές μεταξύ των συνθηκών.

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και σε άλλες μελέτες, σε σχέση με τη χορήγηση CHO πριν και κατά τη διάρκεια παρατεταμένης αερόβιας άσκησης συγκριτικά με τη χορήγηση εικονικού σκευάσματος. Η χορήγηση 8 ml διαλύματος CHO/kg ΣΜ σε αθλητές πριν την έναρξη της άσκησης έντασης ~70%  $VO_{2max}$  και κάθε 15 min κατά τη διάρκεια αυτής, οδήγησε σε βελτίωση της απόδοσης κατά 30% (η άσκηση διήρκεσε 47 min περισσότερο), συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα (McConel 1999). Η βελτίωση

στην απόδοση επιτεύχθηκε χωρίς να υπάρξουν σημαντικές διαφορές σε δείκτες καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας μεταξύ των συνθηκών, ενώ η γλυκόζη του αίματος ήταν σημαντικά υψηλότερη στη συνθήκη των CHO.

Η χορήγηση CHO πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης επιφέρει βελτίωση της απόδοσης και σε παρατεταμένη διαλειμματική αερόβια άσκηση με ποικίλες εντάσεις (Iny 2003, Alghannam 2011). Αθλητές ποδηλασίας έλαβαν 200 ml διαλύματος CHO (7,75 %) ή εικονικού σκευάσματος 5 min πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης, η οποία περιλάμβανε ποικίλες εντάσεις μεταξύ του 45% και 75%VO<sub>2max</sub> διάρκειας 3 h, ακολουθούμενη από ΜΔ στο 85% VO<sub>2max</sub> μέχρι εξάντλησης (Iny 2003). Η χορήγηση των CHO βελτίωσε τον χρόνο της ΜΔ συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα (19,7 ±4,6 min και 12,7 ±3,1 min αντίστοιχα). Η βελτιωμένη επίδοση στη συνθήκη CHO συνδυάστηκε με αυξημένη οξείδωση CHO, υψηλότερη γλυκόζη αίματος και αντίστοιχα μειωμένη οξείδωση ΕΛΟ, καταδεικνύοντας την παρουσία αυξημένης γλυκόζης αίματος στα κρίσιμα λεπτά της ΜΔ. Παρόμοια, η χορήγηση 1 g διαλύματος CHO (6,9%)/kg ΣΜ 15 min πριν και κατά τη διάρκεια τρεξίματος (5 σετ x 15 min) εναλλασσόμενης έντασης ακολουθούμενη από ΜΔ έντασης 80% VO<sub>2max</sub> μέχρι εξάντλησης, οδήγησε σε μεγαλύτερη διάρκεια ΜΔ (16,49 ± 3,25 min) συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα (11 ± 2,80 min) (Alghannam 2011).

Εκτός από τη βελτίωση της αερόβιας απόδοσης, η χορήγηση CHO φαίνεται να επιδρά θετικά και στην ικανότητα εκτέλεσης τεχνικών δεξιοτήτων σε παρατεταμένη διάρκεια άσκησης, ή στο τέλος του αγώνα. Στη μελέτη των (MacRae & Galloway 2012), παρατηρήθηκε καλύτερη απόδοση στα πρώτα σερβίς και περισσότερα πετυχημένα σερβίς σε κρίσιμα σημεία του αγώνα, με τη χορήγηση διαλύματος CHO (6,4%) πριν και κατά τη διάρκεια ενός αγώνα τένις διάρκειας 2 ωρών, συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα. Τα επίπεδα της γλυκόζης του αίματος ήταν επίσης υψηλότερα σε όλη τη διάρκεια το αγώνα για τη συνθήκη των CHO, ενώ παράλληλα οι αθλητές ανέφεραν ότι αισθάνονταν μία αυξημένη ενεργητικότητα και καλή διάθεση σε όλη τη διάρκεια.

### 2.2.2 Επίδραση της μορφής του συμπληρώματος υδατανθράκων

Μία παράμετρος που έχει προβληματίσει την επιστημονική κοινότητα είναι η ιδανική μορφή των CHO, που καταναλώνονται πριν από άσκηση με σκοπό την μεγιστοποίηση της απόδοσης. Κάποιοι ερευνητές υποστήριξαν ότι οι CHO σε στερεή μορφή είναι πιο αποτελεσματικοί, σε σχέση με CHO σε υγρή μορφή, καθώς προκαλούν καθυστέρηση στην πέψη, στην απορρόφηση και διανομή των θρεπτικών συστατικών των τροφών, με αποτέλεσμα τη σταθερή τροφοδοσία του αίματος με γλυκόζη και κατ' επέκταση τη θετική επίδραση στην αθλητική απόδοση (Colleman 1994). Αντίθετα, κάποιοι άλλοι ερευνητές υποστήριξαν ότι οι υγρής μορφής CHO υπερτερούν έναντι της στερεής μορφής, καθώς με τη χορήγηση υγρής μορφής CHO κατά τη διάρκεια αθλητικής δραστηριότητας γίνεται άμεσα η τροφοδοσία των αθλητών σε ενέργεια (Colleman 1994). Παρόλα αυτά, τόσο οι στερεάς όσο και οι υγρής μορφής CHO, φαίνεται να είναι εξίσου αποτελεσματικοί στην αύξηση των επιπέδων της γλυκόζης του αίματος και της απόδοσης, όταν χορηγούνται κατά τη διάρκεια αερόβιας άσκησης (Colleman 1994). Οι Yaspelkis και συν (1993), αναφέρουν παρόμοια βελτίωση στην απόδοση μετά από χορήγηση CHO υγρής και στερεής μορφής κατά τη διάρκεια διαλειμματικής άσκησης ποδηλασίας εναλλασσόμενης έντασης ακολουθούμενη από ΜΔ στο 80 %  $VO_{2max}$  μέχρι εξάντλησης, έναντι του εικονικού σκευάσματος. Στις δύο συνθήκες των CHO σημειώθηκαν παρόμοιες καρδιοαναπνευστικές και μεταβολικές αποκρίσεις, ενώ το αναπνευστικό πηλίκο, η οξειδωση των CHO και η γλυκόζη αίματος ήταν αυξημένα έναντι του εικονικού σκευάσματος. Αντίθετα, όπως προκύπτει και από την προηγούμενη ενότητα, δεν είναι ξεκάθαρο αν η στερεάς και υγρής μορφής CHO είναι το ίδιο αποτελεσματικοί ως προς την ευγλυκαιμία και την απόδοση όταν λαμβάνονται πριν από την άσκηση (Colleman, 1994). Στη μελέτη των (Neufur 1987) η χορήγηση 45 g CHO σε μορφή μπάρας ή 400 ml διαλύματος γλυκόζης 5 min πριν από συνεχόμενη άσκηση διάρκειας 1 h (ποδηλασία για 45 min στο 77%  $VO_{2max}$  + 15 min ΜΔ), οδήγησε σε παρόμοια βελτίωση της απόδοσης συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα.

Διαφορετικής μορφής CHO φαίνεται επίσης να οδηγούν σε παρόμοια βελτίωση της απόδοσης και στην περίπτωση που αυτοί χορηγούνται πριν και κατά τη διάρκεια της

άσκησης (μικτό μοντέλο). Η απόδοση σε ΜΔ ποδηλασίας 10 Km μετά από άσκηση διάρκειας 80 min και έντασης 75 %  $VO_{2max}$ , ήταν παρόμοια μετά από χορήγηση 0,6 g CHO/kg ΣΜ με τη μορφή sport beans, αθλητικών ποτών και gel, ενώ υψηλότερη συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα (Campbell 2008). Παρόμοια μεταξύ των τριών σκευασμάτων CHO, ενώ υψηλότερη συγκριτικά με το εικονικό σκεύασμα, ήταν η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα και η οξείδωση των CHO κατά την άσκηση.

Ενώ η μορφή του συμπληρώματος CHO δεν φαίνεται να επιφέρει διαφορετικές επιδράσεις στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και στην απόδοση, ο συνδυασμός CHO, πιθανώς να παίζει κάποιο ρόλο. Οι Currell & Jeukendrup (2008) ανέφεραν καλύτερο χρόνο στη ΜΔ μέχρι εξάντλησης μετά από ποδηλασία διάρκειας 2 h στο 55%  $VO_{2max}$  με τη συνδυαστική χορήγηση διαλύματος γλυκόζης και φρουκτόζης κατά 8% έναντι μόνο γλυκόζης, και κατά 19% έναντι του εικονικού σκευάσματος. Πιθανώς η συνδυαστική χορήγηση διαλύματος γλυκόζης και φρουκτόζης να οδήγησε σε μεγαλύτερη οικονομία των αποθεμάτων CHO, καθώς η οξείδωση των εξωγενών CHO έχει καταγραφεί να είναι υψηλότερη όταν συνδυάζεται η γλυκόζη με τη φρουκτόζη (Jentjens & Jeukendrup 2005).

### **2.2.3 Επίδραση της ποσότητας των υδατανθράκων που χορηγούνται**

Η ποσότητα των CHO που καταναλώνεται πριν από αθλητική δραστηριότητα δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την απόδοση σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση. Η χορήγηση μικρής (22 g), μέτριας (75 g), ή ακόμα και μεγάλης (155 g) ποσότητας CHO 1h πριν από υπομέγιστη αθλητική δραστηριότητα (62 – 72  $VO_{2max}$  %), οδηγεί σε παρόμοια επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, παρόμοια καρδιοαναπνευστική λειτουργία και απόδοση (Jeukendrup & Killer 2010, Jentjens 2003, Sherman 1991). Οι παρόμοιες καρδιοαναπνευστικές και μεταβολικές αποκρίσεις, αλλά και η παρόμοια απόδοση μεταξύ διαφορετικών ποσοτήτων CHO, ίσως να εξηγείται από το γεγονός ότι η αύξηση στο ρυθμό οξείδωσης των εξωγενών CHO δεν είναι ανάλογη με την αύξηση της ποσότητας των CHO που χορηγούνται κατά τη διάρκεια αθλητικής δραστηριότητας (Rehrer 1992, Wagenmaker 1993). Έτσι, ο τετραπλασιασμός της ποσότητας της γλυκόζης



από 58 g σε 220 g σε άσκηση ποδηλασίας 80 min και έντασης 70%  $VO_{2max}$ , δεν αύξησε τέσσερις φορές των ρυθμό οξειδωσης της γλυκόζης (Rehrer 1992). Αντίστοιχα, η συνολική ποσότητα των CHO που οξειδώθηκαν κατά τη διάρκεια ποδηλασίας στο 70%  $VO_{2max}$  για 90 min ακολουθούμενη από ΜΔ, ήταν παρόμοια μετά από χορήγηση 1,1 g CHO/ kg ΣΜ και 2,2 g CHO/ kg ΣΜ.

Όσον αφορά στην ποσότητα των εξωγενών CHO που μπορούν να οξειδωθούν, φαίνεται να υπάρχει περιορισμός, καθώς η πλειοψηφία των μελετών συμπεραίνει ότι ο μέγιστος ρυθμός οξειδωσης CHO μπορεί να φτάσει το 1 έως 1,1 g/min (Jeukendrup & Jentjens 2000), αν και ρυθμός κατανάλωσης 1,26 g/min έχει επίσης αναφερθεί (Jentjens & Jeukendrup 2005). Οι Jeukendrup και συν (1999), ανέφεραν, ότι η κατανάλωση διαλύματος 70 g γλυκόζης σε ποδηλασία προκάλεσε οξείδωση CHO 0,58 g/min, ενώ τα 360 g γλυκόζης μόνο 0,94 g/min. Στην έρευνα των (Wagenmaker 1993) χορηγήθηκε σε ερασιτέχνες ποδηλάτες, ποσότητα CHO από 72 g έως 289 g, σε άσκηση 120 min με ένταση στο 65%  $VO_{2max}$ . Παρ' όλο που μελετήθηκαν διάφορες ποσότητες, ο ρυθμός οξειδωσης των CHO δεν ξεπέρασε τα 1,07 g /min.

#### **2.2.4 Επίδραση του Γλυκαιμικού δείκτη του συμπληρώματος CHO**

Ο γλυκαιμικός δείκτης των συμπληρωμάτων CHO, έχει λάβει αρκετά μεγάλη προσοχή στην προσπάθεια βελτίωσης της απόδοσης και ταυτόχρονα της αποφυγής της αντιδραστικής υπογλυκαιμίας. Οι CHO χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες με βάση τον γλυκαιμικό δείκτη: χαμηλό <55, μέτριο από 56 μέχρι 70 και υψηλό 70 – 100. Ο προσδιορισμός του γλυκαιμικού δείκτη ενός CHO γίνεται με βάση τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα 2 h μετά από κατανάλωση 50 g CHO, σε σύγκριση με τρόφιμο αναφοράς (γλυκόζη ή άσπρο ψωμί με γλυκαιμικό δείκτη 100) (Jeukendrup & Killer 2010). Είχε προταθεί από τους επιστήμονες, ότι με τη χορήγηση ενός συμπληρώματος CHO με χαμηλό ή μέτριο γλυκαιμικό δείκτη θα επιτυγχάνονταν ηπιότερες μεταβολικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζονται τα αποθέματα γλυκογόνου από την αρχή της άσκησης και τελικά η απόδοση των αθλητών. Σε πολλές έρευνες αναφέρεται,

ότι η χορήγηση CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, προκαλεί ταχύτερη αύξηση της γλυκόζης στην αρχή της άσκησης σε σχέση με αυτούς με χαμηλό (Thomas 1991, Febbraio 2000a) ή μέτριο γλυκαιμικό δείκτη (Kirwan 2001a, Kern 2007) και απότομη πτώση της στα πρώτα 15 – 20 min. Παρόλα αυτά, δεν συμφωνούν όλες οι μελέτες ότι οι CHO με χαμηλό και μέτριο γλυκαιμικό δείκτη υπερτερούν έναντι των CHO με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη ως προς την αθλητική απόδοση (Hargreaves 1987, Stannard 2000, Jentjens 2003; Kern 2007). Η χορήγηση από τους Stannard και συν (2000) σε προπονημένους ποδηλάτες, 1g/Kg ΣΜ CHO χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (μακαρόνια) και υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (γλυκόζη) πριν από άσκηση ποδηλασίας μεταβαλλόμενης δυσκολίας μέχρι εξάντλησης, δεν οδήγησαν σε διαφορετική απόδοση, παρά την διαφορετική απόκριση σε μεταβολικούς και καρδιοαναπνευστικούς δείκτες κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας. Αλλά και πριν από συνεχόμενη άσκηση ποδηλασίας, η χορήγηση CHO διαφορετικού γλυκαιμικού δείκτη (γλυκόζης, γαλακτόζης ή τρεχαλόζης), επίσης δεν οδήγησε σε διαφορετική απόδοση. Αντίθετα, οι Kirwan και συν (2001a) αναφέρουν υψηλότερη απόδοση με τη χορήγηση 75 g CHO μέτριου γλυκαιμικού δείκτη (νιφάδες βρώμης) συγκριτικά με CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (ρύζι), έναντι της χορήγησης μόνο νερού, σε δοκιμασία ποδηλασίας με ένταση 60 %  $VO_{2max}$  και μέχρι εξάντλησης. Η καρδιοαναπνευστική λειτουργία ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών, ενώ οι CHO με το μέτριο γλυκαιμικό δείκτη διατήρησαν τη γλυκόζη σε υψηλότερα επίπεδα και τα ΕΛΟ σε χαμηλότερα επίπεδα για το μεγαλύτερο διάστημα της άσκησης.

**Πίνακας 2.1:** Επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης CHO στην ευγλυκαιμία, καρδιοαναπνευστική λειτουργία και απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση.

ΜΕΛΕΤΕΣ	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<b>Χορήγηση CHO πριν από άσκηση</b>			
El-Sayed et al., (1997)	Χορήγηση διαλύματος CHO (γλυκόζη 8%) ή εικονικού σκευάσματος 25 min πριν από ΜΔ άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 1 h	8 ποδηλάτες προπονημένοι, ηλικίας 24 ± 1,9 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ επίδοση στη ΜΔ για συνθήκη CHO</li> <li>• ↔ ΑΠ μεταξύ συνθηκών</li> <li>• ↔ ΕΛΟ μεταξύ συνθηκών</li> </ul>
Jentjens et al., (2003)	Χορήγηση 500 ml διαλύματος CHO (0 g, 25 g, 75 g, 200 g γλυκόζης) 45 min πριν από άσκηση ποδηλασίας υπομέγιστης έντασης και διάρκειας 20 min ακολουθούμενη από ΜΔ 691 KJ μέχρι εξάντλησης	9 προπονημένοι ποδηλάτες ή τριαθλητές, ηλικίας 29,6 ± 2,4 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ αθλητική απόδοση</li> </ul>
Sherman et al., (1991)	Χορήγηση 400 ml διαλύματος CHO ( 1,1 ή 2,2 g/Kg/ΣΒ) ή εικονικό σκεύασμα, 1 h πριν από άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 90 min και έντασης 70% VO <sub>2max</sub> + ΜΔ (πραγματοποίηση του αριθμού περιστροφών που αντιστοιχούν σε 45 min ποδηλάτησης στο 70% VO <sub>2max</sub> στο μικρότερο δυνατό χρόνο)	9 ερασιτέχνες άνδρες, ηλικίας 24 ± 1 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ 12,5 % απόδοση στη ΜΔ στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Thomas et al., (1991)	Χορήγηση CHO (1g/Kg/ΣΒ) χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (φακές), υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (πατάτες), γλυκόζης ή νερού, 60 min πριν από άσκηση ποδηλασίας έντασης 65-70% VO <sub>2max</sub> μέχρι εξάντλησης	8 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 29 ± 6 χρονών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ επίδοση στη ΜΔ στη συνθήκη των CHO με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη</li> <li>• ↓ GLU αίματος, ↓ INS στη συνθήκη των CHO χαμηλού έναντι υψηλού γλυκαιμικού δείκτη 30 και 60 min μετά τη λήψη</li> <li>• ↑ ΕΛΟ στη συνθήκη του νερού, ακολουθούμενη από τη συνθήκη</li> </ul>

			<p>CHO χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, το διάλυμα γλυκόζης και τους CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ οξείδωση CHO στη συνθήκη του νερού, ακολουθούμενη από τη συνθήκη CHO χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, γλυκόζη, CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη</li> </ul>
Febbraio et al., (2000a)	Χορήγηση CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (πατάτες), χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (μούσλι), ή εικονικού σκευάσματος, 30 min πριν από άσκηση ποδηλασίας έντασης 70% $VO_{2max}$ για 120 min + 30 min ΜΔ (παραγόμενο έργο)	8 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας $26 \pm 6$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ Επίδοση στη ΜΔ</li> <li>• ↑ INS στη συνθήκη των CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη</li> <li>• ↓ ΕΛΟ στη συνθήκη των CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη</li> <li>• ↑ GLU στη συνθήκη των CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη</li> <li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη των CHO και εικονικό σκεύασμα</li> </ul>
Moseley et al., (2002)	Χορήγηση 500 ml διαλύματος CHO (75 g γλυκόζη) 15, 45 ή 75 min πριν από άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 20 min στο 65% $VO_{2max}$ , + 40 min ΜΔ (ισχύς σε έργο 685 W)	8 αθλητές αντοχής, ηλικίας $28 \pm 3$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ GLU αίματος</li> <li>• ↔ επίδοση στη ΜΔ</li> </ul>
Hargreaves et al., (1987)	Χορήγηση 350 ml διαλύματος CHO (75 g γλυκόζη ή φρουκτόζη ή εικονικό σκεύασμα) 45 min πριν από άσκηση ποδηλασίας με ένταση 75% $VO_{2max}$ , και μέχρι εξάντλησης	6 ερασιτέχνες ποδηλάτες, ηλικίας $20,8 \pm 0,7$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ χρόνος εξάντλησης</li> <li>• ↔ ΑΠ</li> </ul>
Crysanthopoulos et al., (1994)	Χορήγηση 300 ml διαλύματος CHO (75 γλυκόζη) ή νερού, 30 min πριν από τρέξιμο σε δαπεδοεργόμετρο στο 70% $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	5 άνδρες και 4 γυναίκες ερασιτέχνες δρομείς, ηλικίας $24,5 \pm 1,4$ χρονών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ GLU στη συνθήκη των CHO στα πρώτα 30 min της άσκησης έναντι του νερού</li> <li>• ↔ ΑΠ</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ οξείδωση λιπών και CHO κατά την άσκηση</li> </ul>
Foster et al., (1979)	Χορήγηση CHO (διάλυμα γλυκόζης 75 g) ή νερού 30-45 min πριν από άσκηση ποδηλασίας με ένταση 80 % $VO_{2max}$ και μέχρι εξάντλησης	8 μαθητές και μαθήτριες	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ 19 % επίδοση για συνθήκη CHO</li> <li>• ↓ GLU αίματος &lt;3,5 mM σε συνθήκη CHO στα πρώτα 30-40 min</li> <li>• ↓ ΕΛΟ για συνθήκη CHO καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης</li> </ul>
Tokmakidis & Karamanolis (2008)	Χορήγηση διαλύματος 400 ml CHO ( γλυκόζης 1 g/Kg/ΣΒ) ή εικονικού σκευάσματος πριν από τρέξιμο εναλλασσόμενης έντασης (5 min 60 % $VO_{2max}$ , 45 min 70 % $VO_{2max}$ ) + ΜΔ (80 % μέχρι εξάντλησης)	11 ερασιτέχνες δρομείς (10 άνδρες+1 γυναίκα), ηλικίας 25,3 ± 2,4 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ ΜΔ στη συνθήκη γλυκόζης</li> <li>• ↔ οξείδωση CHO</li> </ul>
Brouns et al., (1989)	Χορήγηση 300ml ή 600ml διαλύματος CHO (σουκρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη, μαλτοδεξτρίνη), ή εικονικού σκευάσματος στο 10° min και 20° min της προθέρμανσης, πριν από ποδηλασία διάρκειας 45 min με ΚΣ 150 παλμών ανά λεπτό	18 προπονημένοι ερασιτέχνες ποδηλάτες, ηλικίας 26,7 ± 4,5 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διατήρηση της ευγλυκαιμίας κατά την άσκηση σε όλες τις συνθήκες</li> </ul>
<b>Χορήγηση CHO κατά τη διάρκεια της άσκησης</b>			
Coyle et al. (1983)	Χορήγηση CHO (140 ml διάλυμα γλυκόζης, 1g/Kg/ΣΒ CHO στα πρώτα 20 min της άσκησης + διάλυμα 300 ml, 0,25g/Kg/ΣΒ CHO στα 60-90, 120 min) ή εικονικού σκευάσματος, σε ποδηλασία στο 70-80 % $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	10 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ 20-40% GLU αίματος, στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ διάρκεια άσκησης στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Coyle et al. (1986)	Χορήγηση 2g CHO/Kg/ΣΒ διαλύματος γλυκόζης στο 20° min της άσκησης και 0,4g CHO/Kg/ΣΒ κάθε 20 min κατά τη διάρκεια ποδηλασίας στο 71% $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	7 ποδηλάτες αντοχής, ηλικίας 28 ± 1 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ διάρκεια άσκησης κατά 1h στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ ΑΠ στη συνθήκη των CHO</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ GLU αίματος στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Cryssanthopoulos et al., (2002)	Χορήγηση διαλύματος CHO 6,9% ή εικονικού σκευάσματος κατά τη διάρκεια τρεξίματος σε δαπεδοεργόμετρο στο 70% VO <sub>2max</sub> μέχρι εξάντλησης	10 ερασιτέχνες δρομείς, ηλικίας 30,1 ± 2,3 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ διάρκεια άσκησης στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ GLU αίματος κατά την άσκηση στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Coggan & Coyle (1989)	Χορήγηση διαλύματος 3g CHO/Kg ΣΒ ή εικονικού σκευάσματος στο 135° min ποδηλασίας στο 70% VO <sub>2max</sub> μέχρι εξάντλησης	6 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 24 ± 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ χρόνος εξάντλησης κατά 21% στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ GLU αίματος κατά την άσκηση στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Coggan & Coyle (1987)	Χορήγηση διαλύματος CHO (διάλυμα γλυκόζης και σουκρόζης, 3g/Kg/ΣΒ) ή εικονικού σκευάσματος μετά από άσκηση στο 70% VO <sub>2max</sub> έως την εξάντληση + συνέχιση της άσκησης μέχρι εξάντλησης (περίπου 170 min).	7 προπονημένοι ποδηλάτες ή τριαθλητές, ηλικίας 23 ± 2 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ χρόνου εξάντλησης κατά 26 min στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Hargreaves et al., (1984)	Χορήγηση 43 g σουκρόζης ή εικονικού σκευάσματος στις 0, 1, 2, 3 h σε άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 4 h + ΜΔ στο 100 % VO <sub>2max</sub> μέχρι εξάντλησης	10 άνδρες, ηλικίας 21,8 ± 0,6 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ χρόνος εξάντλησης κατά 45% στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ GLU στο 230° min άσκησης στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ ΑΠ κατά την άσκηση στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↓ χρήση μυϊκού γλυκογόνου στη συνθήκη των CHO</li> </ul>
Carter et al., (2004)	Πλύση στόματος για 5 sec με διάλυμα 25 ml CHO (6,4% μαλτοδεξτρίνη) ή εικονικού σκευάσματος κάθε 12,5 % του συνολικού προκαθορισμένου έργου σε άσκηση ποδηλασίας	9 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 24 ± 3,8 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ απόδοσης στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↔ ΚΣ και υποκειμενική κόπωση</li> </ul>

### Χορήγηση CHO πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης

Febbraio et al., (2001b)	Χορήγηση διαλύματος CHO (2 g /Kg/ΣΒ) ή εικονικού σκευάσματος: (α) χορήγηση εικονικού σκευάσματος πριν και κατά τη διάρκεια, (β) χορήγηση εικονικού σκευάσματος πριν και διάλυμα CHO κατά τη διάρκεια, (γ) χορήγηση διαλύματος CHO πριν και εικονικού σκευάσματος κατά τη διάρκεια, και (δ) χορήγηση διαλύματος CHO πριν και κατά τη διάρκεια, άσκησης ποδηλασίας διάρκειας 120 min στο 63% $VO_{2max}$ + ΜΔ 7 KJ/Kg/ΣΒ	7 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 26,9 ± 6,4 ετών	<ul style="list-style-type: none"><li>• ↑ απόδοσης στη συνθήκη (β) και (δ)</li><li>• GLU αίματος: ↓ στα πρώτα min και ↔ στα 90 min σε όλες τις συνθήκες, ↓ στα τελευταία 30 min στις συνθήκες (α) και (γ), ↔ στις συνθήκες (β) και (δ)</li><li>• ↑ ΕΛΟ και γλυκερόλη στα τελευταία 60 min στη συνθήκη (α)</li><li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη (δ) στα 105 και 120 min</li></ul>
Jeukendrup et al., (1999)	Χορήγηση διαλύματος CHO (γλυκόζη 4 %, ή 22 %) ή νερού σε άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 120 min στο 50% $VO_{2max}$	6 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 21,8 ± 0,2 ετών	<ul style="list-style-type: none"><li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη των CHO</li><li>• ↑ οξείδωση ΕΛΟ στη συνθήκη του νερού</li><li>• ↑ ΑΠ για συνθήκη με 22 % γλυκόζη</li></ul>
Tsintzas et al., (1995)	Χορήγηση διαλύματος CHO 5.5 % (γλυκόζη, φρουκτόζη, μαλτόζη και ηλεκτρολύτες) ή εικονικού σκευάσματος αμέσως πριν και κατά τη διάρκεια τρεξίματος σε δαπεδοεργόμετρο στο 70% $VO_{2max}$	7 ερασιτέχνες δρομείς, ηλικίας 29,2 ± 2,1 ετών	<ul style="list-style-type: none"><li>• ↑ GLU αίματος στη συνθήκη των CHO</li><li>• ↓ οξείδωση γλυκογόνου, εξοικονόμηση γλυκογόνου σε μυϊκές ίνες Τύπου 1 στη συνθήκη των CHO</li></ul>
McConell et al., (1999)	Χορήγηση διαλύματος 250 ml CHO (διάλυμα 8% CHO) ή εικονικού σκευάσματος πριν και κατά τη διάρκεια ποδηλασίας στο 69% $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	8 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 21,4 ± 0,9 ετών	<ul style="list-style-type: none"><li>• ↑ επίδοση κατά 30 % στη συνθήκη των CHO</li><li>• ↑ GLU αίματος στη συνθήκη των CHO</li><li>• ↔ ΑΠ</li></ul>

Ivy et al., (2003)	Χορήγηση διαλύματος 200 ml CHO (7,75%) ή εικονικού σκευάσματος κατά τη διάρκεια ποδηλασίας εναλλασσόμενης έντασης (45-75% $VO_{2max}$ ) για 3h, + ΜΔ στο 85 % $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	9 προπονημένοι άνδρες ποδηλάτες, ηλικίας 27,3 ± 1,3 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ χρόνος εξάντλησης στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ GLU αίματος στη συνθήκη των CHO κατά την άσκηση</li> </ul>
Alghannam (2011)	Χορήγηση διαλύματος 515 ml CHO ( 6,9% μαλτοδεξτρίνη) ή εικονικού σκευάσματος πριν και κατά τη διάρκεια τρεξίματος εναλλασσόμενης έντασης διάρκειας 75 min + ΜΔ στο 80% $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	6 ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές, ηλικίας 26 ± 2 χρονών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ χρόνος εξάντλησης ΜΔ στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ GLU αίματος στη συνθήκη των CHO κατά την άσκηση</li> </ul>
McRae & Galloway (2012)	Χορήγηση διαλύματος CHO (6,4%) ή εικονικού σκευάσματος πριν (5 ml/Kg/ΣΒ) και κάθε 20 min κατά τη διάρκεια (3 ml/Kg/ΣΒ) αγώνων τένις διάρκειας 2 h.	15 άνδρες + 7 γυναίκες επαγγελματίες αθλητές τένις, ηλικίας 22± 7,3 χρονών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περισσότερα πετυχημένα σερίβις σε κρίσιμα σημεία των αγώνων για συνθήκη CHO</li> </ul>
Utter et al., (2004)	Χορήγηση διαλύματος CHO (6 %) ή εικονικού σκευάσματος 15-30 min πριν (12 ml/Kg/ΣΒ) και κάθε 15 min κατά τη διάρκεια (4ml/Kg/ΣΒ) τρεξίματος σε δαπεδοεργόμετρο διάρκειας 3 h στο 70 % $VO_{2max}$ .	16 μαραθωνοδρόμοι, ηλικίας 50 ± 1,5 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ ΑΠ στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↔ χρήση του μυϊκού γλυκογόνου</li> </ul>
<b>Μορφή του συμπληρώματος των CHO</b>			
Yaspelkis et al, (1993)	Χορήγηση 25 g CHO στερεής μορφής (φρουκτόζη, μαλτοδεξτρίνη), υγρής μορφής (10 % πολυμερείς CHO) ή εικονικού σκευάσματος (νερό) σε άσκηση ποδηλασίας κυμαινόμενης έντασης από 45-75 % $VO_{2max}$ + ΜΔ στο 80% $VO_{2max}$ μέχρι εξάντλησης	7 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 23 ± 1,2 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ χρόνος εξάντλησης στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ ΑΠ στη συνθήκη των CHO κατά την άσκηση</li> <li>•</li> </ul>
Neufer et al., (1987)	Χορήγηση διαλύματος 400 ml CHO (45 g πολυμερής γλυκόζη), ή εικονικού σκευάσματος ή CHO στερεής μορφής (45 g CHO) 5 min πριν	10 καλά προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας 22,8 ± 0,9 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ απόδοσης στη ΜΔ στη συνθήκη των CHO</li> </ul>



	από άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 45 min στο 77% $VO_{2max}$ + ΜΔ 15 min		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ ΑΠ στη συνθήκη των CHO κατά την άσκηση</li> <li>• ↑ GLU αίματος στη συνθήκη των CHO κατά την άσκηση</li> </ul>
Campbell et al., (2008)	Χορήγηση 0,6 g CHO /Kg/ΣΒ (sports bean, sports drink, gel) ή εικονικού σκευάσματος πριν και κατά τη διάρκεια ποδηλασίας διάρκειας 80 min στο 75% $VO_{2max}$ + ΜΔ 10 Km	16 προπονημένοι ποδηλάτες και τριαθλητές, ηλικίας $35,8 \pm 2,5$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ απόδοσης στις συνθήκες των CHO</li> <li>• ↑ οξείδωση CHO στις συνθήκες των CHO</li> <li>• ↑ GLU αίματος στις συνθήκες των CHO</li> </ul>
Currell & Jeukendrup, (2008)	Χορήγηση διαλύματος 600 ml CHO 14,4 %, (γλυκόζη, ή γλυκόζη + φρουκτόζη σε αναλογία 2:1), ή εικονικού σκευάσματος πριν την άσκηση και 150 ml κάθε 15 min κατά τη διάρκεια ποδηλασίας διάρκειας 120 min στο 55% $VO_{2max}$ + ΜΔ χρόνου επίτευξης προκαθορισμένου έργου	8 ποδηλάτες, ηλικίας $32 \pm 7$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ 8 % χρόνος επίτευξης της ΜΔ στη συνθήκη γλυκόζης + φρουκτόζης έναντι της συνθήκης της γλυκόζης</li> <li>• ↑ 19 % χρόνος επίτευξης της ΜΔ στη συνθήκη γλυκόζης + φρουκτόζης έναντι του εικονικού σκευάσματος</li> <li>• ↑ ΑΠ στη συνθήκη της γλυκόζης και της γλυκόζης + φρουκτόζης έναντι του εικονικού σκευάσματος</li> </ul>
Jentjens & Jeukendrup (2005)	Χορήγηση διαλύματος 600 ml CHO γλυκόζης (1,2 g/min) ή γλυκόζης + φρουκτόζης (2,4 g/min) στην αρχή και 150 ml κάθε 15 min κατά τη διάρκεια ποδηλασίας 150 min στο 50% $VO_{2max}$	8 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας $26,2 \pm 2,6$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ 50 % οξείδωση CHO στη συνθήκη γλυκόζης + φρουκτόζης</li> </ul>
<b>Ποσότητα του συμπληρώματος των CHO</b>			
Jentjens et al., (2003)	Χορήγηση διαλύματος 500 ml CHO (0 g, 25 g, 75 g, 200 g γλυκόζης) 45 min πριν από ποδηλασία υπομέγιστης έντασης διάρκειας 20 min + ΜΔ 691 KJ μέχρι εξάντλησης	9 προπονημένοι ποδηλάτες ή τριαθλητές, ηλικίας $29,6 \pm 2,4$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ αθλητική απόδοση</li> </ul>

Sherman et al., (1991)	Χορήγηση διαλύματος CHO 1,1 g/Kg/ΣΒ (200 g γλυκόζη) ή 2,2 g/Kg/ΣΒ (160 g γλυκόζη και 240 g μαλτοδεξτρίνη) ή εικονικού σκευάσματος πριν από ποδηλασία διάρκειας 90 min στο 70% $VO_{2max}$ + ΜΔ (πραγματοποίηση του αριθμού περιστροφών που αντιστοιχούν σε 45 min ποδηλάτησης στο 70% $VO_{2max}$ στο μικρότερο δυνατό χρόνο)	9 ερασιτέχνες άνδρες, ηλικίας $24 \pm 1$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ 12,5% απόδοση στη ΜΔ στη συνθήκη των CHO</li> <li>• ↑ οξείδωση CHO στη συνθήκη των CHO κατά την άσκηση</li> </ul>
Wagenmaker et al., (1993)	Χορήγηση διαλύματος CHO με μαλτοδεξτρίνη (4,8,12,16 %), ή σουκρόζη (8 %) ή εικονικού σκευάσματος στην προθέρμανση και κάθε 15 min κατά τη διάρκεια ποδηλασίας 2h στο 65% $VO_{2max}$	6 ερασιτέχνες ποδηλάτες, ηλικίας $23,2 \pm 3,2$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ οξείδωση CHO στις συνθήκες των CHO</li> </ul>

#### **Γλυκαιμικός δείκτης του συμπληρώματος των CHO**

Stannard et al., (2000)	Χορήγηση CHO υψηλού (γλυκόζη), χαμηλού (μακαρόνια) γλυκαιμικού δείκτη ή εικονικού σκευάσματος (νερό), 65 min πριν από άσκηση ποδηλασίας αυξανόμενης έντασης κατά 50 Watt κάθε 3 min-μέχρι εξάντλησης	10 προπονημένοι ποδηλάτες, ηλικίας $27 \pm 0,9$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ χρόνος εξάντλησης</li> <li>• ↓ GLU αίματος στην εξάντληση στη συνθήκη του υψηλού γλυκαιμικού δείκτη</li> <li>• ↔ ΑΠ στις συνθήκες των CHO</li> </ul>
Kirwan et al., (2001)a	Χορήγηση CHO μέτριου (βρώμη), υψηλού (ρύζι) γλυκαιμικού δείκτη ή εικονικού σκευάσματος (νερό) 45 min πριν από άσκηση ποδηλασίας έντασης 60 % $VO_{2max}$ , μέχρι εξάντλησης	6 φυσικά δραστήριοι άνδρες, ηλικίας $22 \pm 1$ ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ GLU αίματος στις συνθήκες των CHO</li> <li>• ↑ απόδοση στη συνθήκη της βρώμης</li> </ul>

CHO:Υδατάνθρακες, GLU: Γλυκόζη αίματος, ΑΠ: Αναπνευστικό πηλίκιο, ΜΔ: Μέγιστη δοκιμασία,  $VO_{2max}$ : Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

## 2.3 ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΗ ΣΤΑΦΙΔΑ

### 2.3.1 Ιστορική αναδρομή

Οι σταφίδες αποτελούν το πιο σημαντικό παραδοσιακό ελληνικό προϊόν και παράγονται μετά από την αποξήρανση ποικιλιών σταφυλιών, που δεν διαθέτουν κουκούτσια. Η κατανάλωση των σταφίδων χρονολογείται από τα προϊστορικά χρόνια. Εκείνη την εποχή οι άνθρωποι παρατήρησαν, ότι τα σταφύλια που έπεφταν στο χώμα αποξηραίνονταν από τον ήλιο και έτσι καθιερώθηκε η αποξήρανση τους, καθώς οι σταφίδες μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και τον χειμώνα, ενώ ήταν δυνατή και εύκολη η μεταφορά τους. (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014). Η καλλιέργεια τους αναπτύχθηκε κυρίως στην ευρύτερη λεκάνη της Μεσογείου, ενώ αυτοί που διέδωσαν την παραγωγή και την χρήση των σταφίδων στο Δυτικό κόσμο ήταν οι Φοίνικες και οι Αιγύπτιοι (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014)

Η ΚΣ καλλιεργείται στην Ελλάδα από την εποχή του Ομήρου, ενώ το εμπόριο της διεξάγεται από το 12 αιώνα μ.Χ. (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014). Σήμερα, η παγκόσμια παραγωγή της ΚΣ αντιστοιχεί στο 3% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής αποξηραμένων προϊόντων σταφυλιού και το 80 % της παγκόσμιας παραγωγής παράγεται κυρίως στην Ελλάδα λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών συνθηκών που απαιτεί η καλλιέργεια της. Η καλλιέργεια της εντοπίζεται στη βόρεια και δυτική πλευρά της Πελοποννήσου, καθώς και στη Ζάκυνθο. Η ΚΣ διακρίνεται σε δύο ποιοτικές κατηγορίες. Η ανώτερη κατηγορία συνίσταται σε δύο υποκατηγορίες, τη Vostizza και τη Gulf που παράγονται κυρίως στη Βόρεια Πελοπόννησο. Η Vostizza παράγεται στην περιοχή της Αιγιαλείας και θεωρείται προϊόν Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ), ενώ η ποικιλία Gulf παράγεται στις περιοχές της Κορινθίας του Κιάτο και της Νεμέας. Στη δεύτερη τη τάξει κατηγορία συγκαταλέγεται η ποικιλία Provincial η οποία παράγεται κυρίως στη δυτική Πελοπόννησο και στα Ιόνια νησιά (Κεφαλονιά και Ζάκυνθο) (Chiou 2007).

Τα τσαμπιά της ποικιλίας της ΚΣ είναι μικρά με βάρος περίπου 0,18 Kg. Οι ρώγες είναι πολύ μικρές (0,35-0,6 g) με μαύρο ροδίζον χρώμα. Το εξωτερικό τους δέρμα είναι

λεπτό, ενώ η σάρκα χυμώδης και μαλακή. Μετά την αποξήρανση το βάρος δεν ξεπερνάει τα 0,09 – 0,14 g, ενώ το χρώμα που παίρνουν είναι σκούρο καφέ ή μαύρο (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014). Οι σταφίδες συγκαταλέγονται στην κατηγορία των παραδοσιακών αποξηραμένων φρούτων. Ως τέτοια ορίζονται τα φρούτα στα οποία έχει γίνει μερική απομάκρυνση ενός μεγάλου μέρους του νερού που περιέχουν, είτε με φυσικό τρόπο είτε με τη χρήση στεγνωτηρίων ή αφυγραντήρων (Κανέλλος 2016). Η αποξήρανση των σταφυλιών γίνεται με τρεις μεθόδους, την αποξήρανση στον ήλιο, στην σκιά και τέλος με τη χρήση τεχνικών και μηχανικών μέσων. Η αποξήρανση στον ήλιο αποτελεί μία φυσική μέθοδο, η οποία δεν κοστίζει τίποτα, αλλά αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία και η επιτυχία της εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η αποξήρανση στη σκιά επιδρά στο χρώμα των καρπών, καθώς αυτοί διατηρούν περισσότερη χλωροφύλλη, με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο πράσινοι και φωτεινοί από αυτούς που αποξηραίνονται στον ήλιο. Η χρήση των μηχανικών μέσων γίνεται όταν επιδιώκεται γρήγορη αποξήρανση σε σταθερές και ελεγχόμενες συνθήκες. Οι κορινθιακές σταφίδες αποξηραίνονται με φυσικό τρόπο (ήλιο ή σκιά). Μετά την ολοκλήρωση της αποξήρανσης ακολουθεί καθαρισμός των καρπών από ξένα σώματα με την χρήση νερού. Ακολουθεί νέα αποξήρανση μέχρι να εξαφανιστεί κάθε ίχνος υγρασίας (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014).

Το γεγονός ότι τα αποξηραμένα φρούτα διατηρούν τα περισσότερα θρεπτικά χαρακτηριστικά των αντίστοιχων νωπών οδήγησε πολλές χώρες (ΗΠΑ, Αργεντινή, Αυστραλία, Καναδάς ) να τα θεωρούν διατροφικά ισοδύναμα με τα φρέσκα φρούτα και γι' αυτό το λόγο συμπεριλαμβάνονται στις συστάσεις για την ημερήσια κατανάλωση φρούτων (Κανέλλος 2016). Η επιλογή των αποξηραμένων στην καθημερινό διαιτολόγιο έχει τα πλεονεκτήματα της εύκολης μεταφοράς και αποθήκευσης, του χαμηλού σχετικά κόστους και της ευχάριστης γεύσης λόγω των αυξημένων σακχάρων (Κανέλλος 2016). Τα αποξηραμένα φρούτα είναι πλούσια σε κάλιο, φυτικές ίνες και ελάχιστα λιπαρά, ενώ με την κατανάλωση 40 g αποξηραμένων φρούτων μπορεί να καλυφθεί από 3,8-9,9 % των ημερήσιων αναγκών σε κάλιο και 9,9 % των φυτικών ινών (Chang 2016). Οι Keast και συν (2011) προσδιόρισαν τα οφέλη από την καθημερινή κατανάλωση αποξηραμένων

φρούτων. Ανέφεραν χαμηλότερο σωματικό βάρος, δείκτη σωματικής μάζας, και περιφέρεια μέσης στα άτομα που καταναλώνανε συστηματικά αποξηραμένα φρούτα. Επιπλέον τα ίδια άτομα προσλαμβάνανε καθημερινά μεγαλύτερες ποσότητες σε ορισμένες βιταμίνες (A, E, C), καθώς και σε συγκεκριμένα ιχνοστοιχεία (ασβέστιο, κάλιο, φώσφορο, μαγνήσιο). Τέλος το σκορ τους στο total Healthy Eating Index 2005, ήταν μεγαλύτερο από αυτών που δεν συγκαταλέγονταν στην κατηγορία των ατόμων που καταναλώνανε συστηματικά αποξηραμένα φρούτα. Επιπρόσθετα οι Lloyd-Williams και συν (2008) υπολόγισαν, ότι με την αντικατάσταση ενός ανθυγιεινού σνακ την ημέρα με ένα υγιεινό που περιλάμβανε και αποξηραμένα φρούτα μπορούσαν να αποτραπούν 6000 περιπτώσεις καρδιαγγειακών ασθενειών το χρόνο.

### **2.3.2 Θρεπτική αξία της κορινθιακής σταφίδας**

Οι σταφίδες διαθέτουν υψηλή θρεπτική αξία καθώς περιέχουν μεγάλο αριθμό σακχάρων, φυτικές ίνες, ιχνοστοιχεία βιταμίνες και φυτοχημικά στοιχεία. Οι σταφίδες αποτελούν το πιο διαδεδομένο αποξηραμένο φρούτο λόγω της γλυκιάς τους γεύσης και τρώγονται τόσο ωμές, όσο και μαγειρεμένες σε διάφορες συνταγές. Η γλυκιά τους γεύση σχετίζεται με την υψηλή τους περιεκτικότητα σε σάκχαρα (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014). Έχει υπολογιστεί ότι τα σάκχαρα των ΚΣ είναι 66% με κυρίαρχα τη φρουκτόζη και τη γλυκόζη σε παραπλήσια ποσοστά (33 g και 32,5 g/100 g, αντίστοιχα). Επιπλέον, η περιεκτικότητα των ΚΣ σε λίπος είναι σχεδόν μηδενική, ενώ οι πρωτεΐνες αντιστοιχούν στο 2,2 %. (Nikolidaki 2016) (Πίνακας 2.2). Οι σταφίδες περιέχουν σημαντική ποσότητα βορίου (1,7 mg/100 g) (Naghii 1996), ενώ σημαντικές είναι και οι ποσότητες καλίου και σιδήρου που διαθέτουν (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014).

Παρ' όλο που οι σταφίδες περιέχουν μεγάλο ποσοστό σακχάρων, ο γλυκαιμικός τους δείκτης δεν είναι υψηλός. Αντιθέτως είναι χαμηλός προς μέτριος. Αρχικά είχε προσδιοριστεί, ότι είναι 64 (Jenkins 1981) Αργότερα υπολογίστηκε στα υγιή άτομα να είναι χαμηλός (Γ.Δ.:49,4), ενώ για αθλητές μέτριος (Γ.Δ.:62,3) (Kim 2008). Σε πρόσφατη έρευνα ο γλυκαιμικός δείκτης των ΚΣ προσδιορίστηκε για τα υγιή άτομα  $66,3 \pm 3,4$  και για τα διαβητικά  $51,1 \pm 7,6$  (Kanellios 2013a). Επιπλέον οι σταφίδες είναι πλούσιες σε

φυτικές ίνες. Διαθέτουν περί τα 6,8 g φυτικών ινών, από τις οποίες το 30 % είναι διαλυτές. Περιέχουν ελάχιστη ποσότητα λιγνίνης, ενώ το 50 % των φυτικών ινών είναι πηκτίνες (Vasiloroulou & Trichoroulou 2014). Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των σταφίδων είναι η περιεκτικότητά τους σε φρουκτοολισαγαχαρίτες (φρουκτάνες FOS) που φτάνει στα 5,7 g/100 g τροφίμου. Οι φρουκτάνες συγκαταλέγονται στις φυτικές ίνες (Camire & Dougherty 2003, Κανέλλος 2016) και θεωρούνται, ότι διαθέτουν πρεβιοτικές ιδιότητες. Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι στις σταφίδες υπάρχουν σημαντικές ποσότητες ταρταρικού οξέος (2-3,5 g) το οποίο συσχετίζεται με την καλή λειτουργία του εντέρου (Mandalari 2016).

**Πίνακας 2.2 Διατροφική Αξία Κορινθιακής Σταφίδας ανά 100 g Τροφίμου**

<b>Θρεπτικά Συστατικά</b>	<b>Διατροφική Αξία /100 g</b>
Ενέργεια (Kcal)	325
Υγρασία (g)	13.8
Ολικά Σάκχαρα (g)	66
Φρουκτόζη (g)	33
Γλυκόζη (g)	32.5
Σαχαρόζη (g)	0.4
Μαλτόζη (g)	6.9
Πρωτεΐνες (g)	2.2
Λίπη (g)	0.4
<i>Πηγή: Κανέλλος (2016).</i>	

Οι σταφίδες διαθέτουν μεγάλη ποικιλία σε φυτοχημικά. Τα φυτοχημικά, βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα, θεωρούνται δευτερογενείς μεταβολίτες δηλαδή δεν συμμετέχουν σε βασικές λειτουργίες, όπως αναπνοή, ανάπτυξη, ενώ προστατεύουν τα φυτά από φυτοφάγα ζώα και μικροβιακές μολύνσεις. Διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα флаβονοειδή και στα μη флаβονοειδή (Manach 2004). Τα флаβονοειδή αριθμούν περί τις 8000 ενώσεις βρίσκονται στην επιδερμίδα των φύλλων και στο δέρμα των καρπών και δίνουν το χρώμα στα λουλούδια και στους καρπούς των φυτών. Καθώς διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες θεωρούνται, ότι μπορούν να αποτρέψουν ασθένειες που σχετίζονται με οξειδωτικό στρες (καρδιοαναπνευστικές, νευροεκφυλιστικές ασθένειες και καρκίνους) (Block 1992, Liu 1999). Στα флаβονοειδή ανήκουν οι флаβόνες, οι флаβονόλες, флаβανόλες, ισοφλαβόνες, флаβανόνες και ανθοκυανιδίνες. Στα μη флаβονοειδή περιλαμβάνονται οι λιγνάνες, τα στιλβένια και φαινολικά οξέα (Manach 2004). Οι Chang και συν (2016), ανέφεραν, ότι οι σταφίδες συγκαταλέγονται στα αποξηραμένα φρούτα με το μεγαλύτερο φαινολικό περιεχόμενο (TPC), ενώ οι Wu και συν (2004) και οι Halvorsen και συν (2006) επισήμαναν, ότι όταν οι σταφίδες συγκρίνονται με άλλα φρούτα και λαχανικά βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικής δραστηριότητας. Επιπρόσθετα οι Lambert και συν (2005), υποστήριξαν, ότι οι σταφίδες είναι πλούσιες σε πολυφαινόλες και φαινολικά οξέα που μπορεί να εμφανίζουν αντιοξειδωτική δράση και να περιορίζουν τις φλεγμονές, με σημαντικά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία. Τέλος οι Halvorsen και συν (2006) διαπίστωσαν, ότι οι σταφίδες διατηρούν αρκετά από τα φυτοχημικά των σταφυλιών, ενώ κάποια άλλα δημιουργούνται κατά την αποξήρανση και ανευρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από ότι στα σταφύλια.

Το πλούσιο φαινολικό περιεχόμενο των ΚΣ διερεύνησαν οι (Chiou 2007) χρησιμοποιώντας και τις τρεις υποποικιλίες της ΚΣ (Vostizza, Provincial, Gulf). Ειδικότερα, ανιχνεύθηκαν 17 ενώσεις στις ποικιλίες Provincial και Gulf και 16 στη Vostizza. Σε κανένα δείγμα της Vostizza δεν ταυτοποιήθηκε το 3,4 διϋδροξυ-φαινολακετικό οξύ. Το βανιλλικό οξύ ήταν η κυρίαρχη πολυφαινόλη, ενώ σε σημαντικές ποσότητες βρέθηκαν καφεϊκό οξύ, γαλλικό οξύ, συριγγικό οξύ, κερκετίνη. Επίσης ταυτοποιήθηκαν και ποσότητες

ρεσβερατρόλης. Η συνολική ποσότητα πολυφαινολών που προσδιορίστηκαν με αέρια χρωματογραφία - φασματομετρία (GC/MS) στις τρεις υποποικιλίες της ΚΣ κυμαίνονται από  $4,81 \pm 0,99$  mg/100 g έως  $6,71 \pm 2,03$  mg/100 g, ενώ με την μέθοδο Follin-Ciocalteu οι πολυφαινόλες βρέθηκαν να είναι  $191 \pm 26$  mg GAE/100 g σταφίδων. Η παραπάνω διαδικασία είναι μία φωτομετρική μέθοδος που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων από το αντιδραστήριο Follin-Ciocalteu, το οποίο είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων.

Σε ανάλογη έρευνα που επικεντρώθηκε στα φυτοχημικά συστατικά που περιέχονται στις ΚΣ, καθώς και στη βιοδιαθεσιμότητά τους, ταυτοποιήθηκαν 25 φυτοχημικά, ενώ από αυτά, τα 17 ανιχνεύθηκαν στο πλάσμα. Το χαρακτηριστικό στοιχείο ήταν, ότι τα περισσότερα φυτοχημικά παρουσίασαν αυξημένες συγκεντρώσεις στην 1 ώρα μετά την κατανάλωση των σταφίδων (καφεϊκό, βανιλλικό οξύ, καμφερόλη, κερκετίνη κ.α.), ενώ κάποια πιο λίγα στις 4 ώρες (ολεανολικό, π-υδροξυ-βενζοϊκό οξύ (Kanellos 2013b) (Πίνακας 2.3).



**Πίνακας 2.3.** Συγκεντρώσεις (ng/ml) φυτοχημικών ενώσεων στο πλάσμα μετά από κατανάλωση ΚΣ με αέρια χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας (GC-SM), σε διαδοχικές χρονικές περιόδους (1, 2, 3 και 4 h). Οι τιμές δίνονται σε μέσους όρους ± τυπικές αποκλίσεις.

<b>Συστατικά (ng/ml)</b>	<b>0 h</b>	<b>1h</b>	<b>2h</b>	<b>3h</b>	<b>4h</b>
Βανιλίνη	4.8 ± 0.4	4.9 ± 0.4	3.2 ± 0.4	4.3 ± 0.4	4.2 ± 0.5
Τυροσόλη	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	1.1 ± 0.6	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.1
π-υδροξυ-βενζοϊκό οξύ	119.7 ± 59	90.9 ± 31.7	111 ± 39.3	95.2 ± 34.3	151 ± 63.4
π-υδροξυ-φαινυλοξικό οξύ	219.3 ± 49.2	223.3 ± 49.7	176 ± 44.1	198.3 ± 44.8	322 ± 53
Βανιλλικό οξύ	42.6 ± 8.6	48.6 ± 10.2	37.6 ± 7.9	40.6 ± 8.3	44.2 ± 9.7
Πρωτοκατεχικό οξύ	118.6 ± 2.7	122 ± 27.4	91.5 ± 22.8	104.8 ± 24.2	118.2 ± 29.4
Συρινγικό οξύ	12.5 ± 2.7	16.5 ± 3.8	11.6 ± 2.6	12.3 ± 2.6	13.9 ± 3
Γαλλικό οξύ	7.7 ± 2.3	10.3 ± 4.5	3.1 ± 0.8	3 ± 0.8	4.1 ± 1.2
3,4 δι-υδροξυ-φαινυλοξικό οξύ	34.2 ± 8.5	37.5 ± 9.3	27.6 ± 7.6	31.7 ± 7.9	39.3 ± 11.9
Φλωρετικό οξύ	60.4 ± 13.3	60.7 ± 13	48 ± 11.5	56.4 ± 12.6	58.9 ± 13.6
Φερουλικό οξύ	12.5 ± 2.5	15.9 ± 3.6	10.7 ± 2	9.2 ± 1.6	14.3 ± 4.3
Καφεϊκό οξύ	64.8 ± 16.4	96.2 ± 36.5	56.8 ± 15.8	41.6 ± 8.5	95.9 ± 53.4
Χρυσίνη	61.7 ± 5.4	67.6 ± 7.2	59.9 ± 3.9	52.9 ± 8.2	62.9 ± 7.9
Καμφερόλη	55.2 ± 11.9	60 ± 14	58.7 ± 14.9	51.6 ± 11.3	51.9 ± 11.8
Κερκετίνη	44.4 ± 7.1	46.6 ± 8.3	45.1 ± 8.8	41.3 ± 6.7	42.9 ± 6.8
Ναριγκενίνη	30.6 ± 3.9	3.1 ± 5.5	27.5 ± 4.7	23.8 ± 3.7	25 ± 3.2
Ολεανολικό οξύ	7.8 ± 1.8	10.6 ± 2.5	10.7 ± 1.9	10.3 ± 1.5	24.4 ± 14.4

*Πηγή: Kanellou και συν (2013b).*

### 2.3.3 Η επίδραση της κατανάλωσης Κορινθιακής σταφίδας σε δείκτες υγείας.

Η κατανάλωση ΚΣ σχετίζεται με ευεργετικές επιδράσεις για την υγεία (Πίνακας 2.4). Η κατανάλωση ΚΣ σχετίζεται με χαμηλότερο σωματικό βάρος και δείκτη σωματικής μάζας και μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης μεταβολικού συνδρόμου (Fulgoni 2017).

Η συστηματική κατανάλωση ΚΣ επηρεάζει θετικά διάφορους δείκτες που σχετίζονται με την καρδιαγγειακή υγεία. Η κατανάλωση ενός φλυτζανιού σταφίδων οδήγησε σε σημαντικά χαμηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση, καθώς και σε μείωση της ολικής και LDL χοληστερόλης (Puglisi 2008, Bruce 2000).

Στις σταφίδες έχουν αποδοθεί αντικαρκινικές ιδιότητες κυρίως εξαιτίας των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους. Εκχυλίσματα μεθανόλης από αποξηραμένες σταφίδες διαφορετικών ποικιλιών, είχαν ευεργετική δράση έναντι του καρκίνου του στομάχου, καθώς περιορίζουν τον πολλαπλασιασμό, προκαλούν κυτταρικό θάνατο και μειώνουν τα επίπεδα του ICAM-1 σε καρκινικά κύτταρα AGS (Kaliora 2008). Αντίστοιχη αντικαρκινική δράση εκχυλισμάτων μεθανόλης από ΚΣ αναφέρθηκε και έναντι καρκινικών κυττάρων του παχέος εντέρου (Kountouri 2013). Επιπλέον καταγράφηκε σημαντική μείωση των επιπέδων της γλουταθειόνης, της κυκλοοξυγεννάσης 2, της IL-8 και του NF-κΒ, πιστοποιώντας την αντιοξειδωτική δράση των σταφίδων στα καρκινικά κύτταρα του παχέος εντέρου, η οποία συσχετίστηκε με το αυξημένο φαινολικό περιεχόμενο των σταφίδων (Kountouri 2013).

Η κατανάλωση σταφίδων φαίνεται να επιφέρει θετικές επιδράσεις και στον σακχαρώδη διαβήτη. Η κατανάλωση σταφίδων σε μορφή snack (50g CHO) προκάλεσε μειωμένη μεταγευματική γλυκαιμική και ινσουλιναϊκή απόκριση σε σχέση με την κατανάλωση ενός snack γλυκόζης ή ενεργειακής μπάρας τόσο σε άτομα με μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη, όσο και σε υγιή άτομα (Byrne 2011). Αντίστοιχα μειωμένη γλυκαιμική και ινσουλιναϊκή απόκριση μετά από χορήγηση σταφίδων σε υγιή άτομα και σε άτομα με διαβήτη τύπου 2 ανέφεραν και οι (Esfahani 2013, Bays 2015). Επιπλέον οι Bays και συν (2015) παρατήρησαν μείωση της γλυκόζης νηστείας κατά 19% και της συστολικής πίεσης κατά 8,7 mmHg. Οι Kanellos και συν (2014) επίσης κατέγραψαν

μείωση της διαστολικής πίεσης και αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, σε άτομα με διαβήτη τύπου 2.

Ευεργετική επίδραση στην ανθοκυανινών μαύρων σταφίδων στην περιφερειακή κυκλοφορία αναφέρεται από τους (Matsumoto 2005). Η χορήγηση μαύρων σταφίδων σε κάψουλες αύξησαν τη ροή του αίματος στον αριστερό βραχίονα σε σχέση με το εικονικό σκεύασμα.

Οι σταφίδες, λόγω του πλούσιου περιεχομένου τους σε φυτικές ίνες φρουκτάνες και ταρταρικό οξύ, μπορούν να συμβάλουν θετικά στη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος (Κανέλος 2016). Σύμφωνα με τους (Mandalari 2016) μετά από χορήγηση σταφίδων διαπιστώθηκε αύξηση στον πληθυσμό των καλών βακτηρίων του εντέρου και παράλληλα μείωση των παθογόνων βακτηρίων. Θετική επίδραση στη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος ανέφεραν και οι (Spiller 2003). Συγκεκριμένα, η χορήγηση 120 g σταφίδων αύξησε τη μαλακότητα των κοπράνων και μείωσε τον χρόνο κένωσης του εντέρου.

Η κατανάλωση σταφίδων έχει σχετιστεί θετικά και με την υγεία της στοματικής κοιλότητας. Η κατανάλωση σταφίδων περιορίσει την ανάπτυξη των παθογόνων βακτηρίων (*P. Gingivalis* και των *S. Mutans*) (Rivero-Cruz 2008, (Wong 2013), και διατήρησε το pH της στοματικής κοιλότητας.

**Πίνακας 2.4. Η επίδραση της κατανάλωσης σταφίδας σε δείκτες υγείας.**

ΜΕΛΕΤΕΣ	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Bays et al., (2015)	Χορήγηση 28 g σταφίδων για 12 εβδομάδες	Άτομα με διαβήτη Τύπου 2, ηλικίας >18 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ Συστολικής πίεσης (ΣΠ)</li> <li>• ↔ LDL, HDL, TG</li> <li>• ↓ μεταγευματική GLU αίματος</li> </ul>
Bruce et al., (2000)	Διατροφή πλούσια σε ραφιναρισμένα τρόφιμα έναντι διατροφής πλούσια σε φυτοχημικά (42 g σταφίδες)	12 υπερλιπιδαιμικές γυναίκες, ηλικίας 57 ± 4,6 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ Chol για συνθήκη σταφίδων</li> <li>• ↓ LDL για συνθήκη σταφίδων</li> </ul>
Byrne et al., (2011)	Χορήγηση 50 g CHO (σταφίδες ή ενεργειακή μπάρα ή γλυκόζη) ή εικονικό σκεύασμα (νερό) σε άσκηση ποδηλασίας έντασης 50 % VO <sub>2</sub> max	9 Υγιή άτομα, ηλικίας 48 ± 3,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ γλυκαιμική – ινσουλιναϊκή απόκριση</li> </ul>
Esfahani et al., (2013)	Χορήγηση άσπρου ψωμιού (108 g), ή σταφίδων (20 g ή 69 g)	10 υγιή άτομα, ηλικίας 18-75 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ γλυκαιμική και ινσουλιναϊκή απόκριση για συνθήκη με σταφίδες</li> </ul>
Kalioras et al., (2008)	Χορήγηση εκχύλισμα 500 μg ΚΣ	Έκχυση στα AGS κύτταρα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ ICAM -1,</li> <li>• ↔ IL-8, IL-8 mRNA</li> </ul>
Kanellos et al., (2013a)	Χορήγηση 74 g ΚΣ (50 g CHO) ή 50 g γλυκόζης	15 άτομα διαβήτη Τύπου 2 + 15 υγιή άτομα, ηλικίας 25,9 ± 0,8 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ γλυκαιμική-ινσουλιναϊκή απόκριση στη συνθήκη της ΚΣ</li> </ul>
Kanellos et al., (2014)	Χορήγηση 36 g ΚΣ ημέρα για 24 εβδομάδες	48 άτομα με διαβήτη Τύπου 2, ηλικίας 63,7 ± 6,3 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ Διαστολικής αρτηριακής πίεσης</li> <li>• ↔ Συστολική αρτηριακή πίεση</li> <li>• ↓ TNFα, ↓ IL-6</li> </ul>
Kountouri et., (2013)	Έκχυση εκχυλίσματος 500 μg ΚΣ	Έκχυση σε HT <sub>29</sub> κύτταρα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓COX<sub>2</sub>, ↓ IL-8</li> <li>• ↔ GSH</li> </ul>

Matsumoto et al., (2005)	Χορήγηση χαπιών με 17 mg/Kg/ΣΒ ανθοκυανίνες μαύρων σταφίδων πριν από δοκιμασία δακτυλογράφησης	9 υγιή άτομα, ηλικίας 29,9 ± 1,1 ετών, 11 υγιή άτομα, ηλικίας 39 ± 11,6 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ περιφερειακής κυκλοφορίας</li> <li>• βελτίωση ελαστικότητας μυών,</li> <li>• ↔ απόδοση στη δακτυλογράφηση</li> </ul>
Puglisi et al., (2008)	Χορήγηση 1 φλυτζάνι σταφίδων για 6 εβδομάδες	34 άνδρες + γυναίκες, ηλικίας 54,4 ± 3,5 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ Συστολική αρτηριακή πίεση,</li> <li>• ↓ Chol</li> </ul>
Rivero-Cruz et al., (2008)	Χορήγηση 8 συστατικών από σταφίδες σε παθογόνα βακτήρια		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δράση εναντίον παθογόνων βακτηρίων</li> </ul>
Spiller et al., (2003)	Χορήγηση 120 g σταφίδων για 9 εβδομάδες	13 υγιή άτομα, ηλικίας 47 ± 13 ετών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ μαλακότητα κοπράνων</li> <li>• ↑ χρόνος κένωσης των εντέρων,</li> <li>• ↓ χολικά οξέα</li> </ul>

LDL: Λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας, HDL: Λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας, TG: Τριγλυκερίδια, Chol: Ολική χοληστερόλη, CHO: Υδατάνθρακες, GLU: Γλυκόζη αίματος, AGS : καρκινικά κύτταρα από στομάχι, ICAM-1: Μόριο διακυτταρικής προσκόλλησης, IL-8: Ιντερλευκίνη-8, T2DM: Σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2, CRP: C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, TNF-α: Παράγοντας νέκρωσης όγκων-α, IL-6 Ιντερλευκίνη-6, Cox 2: Κυκλοοξυγενάση-2, GSH: Ανηγγμένη γλουταθειόνη.

#### **2.3.4 Η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης κορινθιακής σταφίδας στην ευγλυκαιμία, την καρδιοαναπνευστική λειτουργία και την απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση.**

Το πλούσιο περιεχόμενο της ΚΣ σε CHO, θα μπορούσε να συμβάλλει θετικά στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και στην απόδοση σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση. Ωστόσο, τα δεδομένα σχετικά με την πιθανή αυτή ευεργετική επίδραση των σταφίδων είναι ελάχιστα. Από όσο γνωρίζουμε, μόνο τρεις μελέτες (Too 2012, Kern 2007, Rietschier 2011) διερεύνησαν την πιθανή αυτή δράση των σταφίδων, ενώ μόνο η μία από αυτές (Kern 2012) σύγκρινε τις επιδράσεις των σταφίδων με εικονικό σκεύασμα. Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών παρατίθενται στον Πίνακα 2.5.

Στη μελέτη των Too και συν (2012), ερευνήθηκε η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης σταφίδων, αθλητικών μαστιχών έναντι ενός εικονικού σκευάσματος (νερό), στο μεταβολισμό και στην απόδοση σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση. Πιο συγκεκριμένα, χορηγήθηκαν σε δρομείς 0,5 g CHO/Kg ΣΒ αμέσως πριν την έναρξη και 0,2 g CHO/Kg ΣΒ κάθε 20 min, κατά τη διάρκεια τρεξίματος υπομέγιστης έντασης (75%  $VO_{2max}$ ) σε δαπεδοεργόμετρο. Η συνολική διάρκεια της άσκησης ήταν 80 min και ακολουθούσαν από ΜΔ 5 Km. Η κατανάλωση σταφίδων και μαστιχών βελτίωσε την επίδοση στη ΜΔ περίπου κατά 1 min, σε σχέση με την κατανάλωση νερού. Η οξείδωση των CHO ήταν σημαντικά αυξημένη για τις μαστίχες σε σχέση με τις σταφίδες και το νερό στα πρώτα 60 min της υπομέγιστης άσκησης, ενώ στα 60 και 80 min ήταν σημαντικά αυξημένη στις συνθήκες και των σταφίδων και των μαστιχών, σε σχέση με αυτή του νερού. Το αναπνευστικό πηλίκο ήταν αυξημένο με τις μαστίχες και τις σταφίδες, ενώ η συγκέντρωση των ΕΛΟ ήταν υψηλότερη στη συνθήκη του νερού. Δεν διαπιστώθηκαν διαφορές στη γλυκόζη του αίματος και τη ΚΣ μεταξύ των συνθηκών. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι οι σταφίδες, όταν χορηγούνται αμέσως πριν από αερόβια παρατεταμένη άσκηση και κατά τη διάρκεια αυτής, αποτελούν το ίδιο αξιόπιστο συμπλήρωμα, όσο και οι αθλητικές μαστίχες, ενώ επιπρόσθετα είναι πιο αποτελεσματικές συγκριτικά με το νερό.

Οι Kern και συν (2007), μελέτησαν τις πιθανές διαφορές στην απόδοση με τη χορήγηση ενός φυσικού προϊόντος, όπως η σταφίδα, σε σύγκριση με ένα αθλητικό συμπλήρωμα CHO του εμπορίου σε μορφή αθλητικού gel. Τα δύο συμπληρώματα (1 g CHO/kg ΣΜ), χορηγήθηκαν σε αθλητές αντοχής, 45 min πριν από άσκηση ποδηλασίας στο 70 %  $VO_{2max}$ , με διάρκεια 45 min ακολουθούμενο από ΜΔ διάρκειας 15min. Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν έδειξαν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών στην απόδοση, καθώς η επίδοση στη 15-λεπτη ΜΔ ήταν παρόμοια και στις δύο συνθήκες. Τα επίπεδα- γλυκόζης του αίματος ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο συνθηκών. Η αύξηση στην συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης ήταν παρόμοια και στις δύο συνθήκες, ενώ η συγκέντρωση των ΕΛΟ αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της άσκησης μόνο στη συνθήκη των σταφίδων. Οι ερευνητές συμπέραναν, ότι οι σταφίδες αποτελούν μία οικονομική πηγή CHO, το ίδιο αποτελεσματική με τα αθλητικά gel και θα μπορούσαν να χορηγούνται σε αθλητές, ως συμπλήρωμα CHO πριν από αερόβια παρατεταμένη άσκηση.

Στη μελέτη των (Rietschier 2011) διερευνήθηκαν οι πιθανές επιδράσεις στην απόδοση σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση της χορήγησης σταφίδων έναντι ενός εμπορικού προϊόντος (jelly beans). Οι ερευνητές χορήγησαν σε προπονημένους αθλητές, κατά τη διάρκεια δραστηριότητας (ποδηλασίας) 120 min ακολουθούμενη από ΜΔ 10 Km, συμπλήρωμα με σταφίδες ή jelly beans. Η αφορμή γι' αυτή την έρευνα ήταν η τριπλάσια τιμή των jelly beans σε σχέση με τις σταφίδες. Η καρδιοαναπνευστική λειτουργία, η οξείδωση των ΕΛΟ και των CHO, καθώς και η επίδοση στη ΜΔ ήταν παρόμοια μεταξύ των σταφίδων και των jelly beans. Συμπληρωματικά, ζητήθηκε από τους αθλητές να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με τα συναισθήματα ευχαρίστησης και ευφορίας που τους προκάλεσαν η κατανάλωση των δύο συμπληρωμάτων CHO. Οι αθλητές θεώρησαν, ότι οι σταφίδες είναι πιο αποδεκτές στη γεύση από τα jelly beans και ότι τους δημιουργούσαν πιο ευχάριστα συναισθήματα. Τα ευρήματα της μελέτης επιβεβαίωσαν την αρχική υπόθεση, ότι οι σταφίδες θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα οικονομικό αλλά παράλληλα εξίσου αποτελεσματικό συμπλήρωμα CHO με ένα εμπορικό

προϊόν και θα μπορούσαν να ενταχθούν στο πρόγραμμα διατροφικής ενίσχυσης των αθλητών.

---



**Πίνακας 2.5.** Η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης κορινθιακής σταφίδας στην ευγλυκαιμία, την καρδιοαναπνευστική λειτουργία και την απόδοση κατά την παρατεταμένη αερόβια άσκηση.

ΜΕΛΕΤΕΣ	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Kern et al., (2007)	Χορήγηση 1g σταφίδων /Kg/ΣΒ ή αθλητικού gel, 45 min πριν από ποδηλασία διάρκειας 45 min στο 70% VO <sub>2max</sub> + ΜΔ 15 min	4 άνδρες-4 γυναίκες, ηλικίας 30 ± 5 ετών	Σταφίδες: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ ΕΛΟ</li> <li>• ↔ ΜΔ</li> <li>• ↔ GLU αίματος</li> <li>• ↔ TG</li> </ul> Αθλητικό gel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ ΜΔ</li> <li>• ↔ ΕΛΟ</li> <li>• ↔ ΓΟ</li> <li>• ↔ GLU αίματος</li> <li>• ↔ TG</li> </ul>
Rietschier et al., (2011)	Χορήγηση 1,1 g/min σταφίδων, ή αθλητικών gel κάθε 20 min σε άσκηση ποδηλασίας διάρκειας 120 min + ΜΔ 10 Km	10 υγιείς άνδρες ποδηλάτες-τριαθλητές, ηλικίας 24,4 ± 4,7 ετών	Σταφίδες: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ ΜΔ</li> <li>• ↔ ΑΠ</li> <li>• ↔ οξείδωση CHO και λιπών</li> </ul> Αθλητικά gel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ ΜΔ</li> <li>• ↔ ΑΠ</li> <li>• ↔ οξείδωση CHO και λιπών</li> </ul>
Too et al., (2012)	Χορήγηση 31 g σταφίδων ή αθλητικών μαστίχων (30 g) (0,5 g CHO/Kg/ΣΒ) ή	11 προπονημένοι δρομείς, ηλικίας 29,3 ± 7,9 ετών	Σταφίδες:

---

νερού, στην αρχή και κάθε 20 min (0,2 g CHO/Kg/ΣΒ), κατά τη διάρκεια τρεξίματος 80 min στο 75%  $VO_{2max}$  + ΜΔ 15 min

- ↑ ΑΠ σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ GLU αίματος σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ ΜΔ σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ ΕΛΟ από συνθήκη μαστιχών στα 60min

Αθλητικές μαστίχες:

- ↑ ΑΠ σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ GLU αίματος σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ ΜΔ σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ οξείδωση CHO στο 60 και 80 min σε σχέση με συνθήκη νερού
- ↑ οξείδωση CHO στο 60 min σε σχέση με συνθήκη σταφίδων

Νερό:

- ↑ ΕΛΟ σε σχέση με συνθήκες CHO

---

CHO: Υδατάνθρακες, GLU: Γλυκόζη αίματος, Fat: Λίπη, ΕΛΟ: Ελεύθερα λιπαρά οξέα, Kg/ΣΒ: Ανά κιλό σωματικού βάρους, ΑΠ: Αναπνευστικό πηλίκιο, TG: Τριγλυκερίδια, ΜΔ: Δοκιμασία χρόνου,  $VO_{2max}$  : Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

---

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### 3.1 Συμμετέχοντες.

Σύμφωνα με την ανάλυση ισχύος που πραγματοποιήθηκε (πιθανότητα σφάλματος 0,05 και στατιστική ισχύς 80%), ένα δείγμα 10 ατόμων ανά ομάδα θεωρήθηκε κατάλληλο για την ανίχνευση στατιστικά σημαντικών αλλαγών μεταξύ των ομάδων. Η ανάλυση ισχύος βασίστηκε σε μελέτες που εξέτασαν τις επιδράσεις της χορήγησης σταφίδων σε καρδιοαναπνευστικές παραμέτρους και στην απόδοση σε οξεία άσκηση (Kern, 2007, Too 2012). Έντεκα υγιείς ενήλικες άντρες (n = 9) και γυναίκες (n = 2) (20-45 ετών), που ασκούσαν ερασιτεχνικά, συμμετείχαν στην παρούσα, ελεγχόμενη, τυχαιοποιημένη μελέτη. Τα κριτήρια συμμετοχής περιλάμβαναν φυσιολογικό BMI, απουσία μυοσκελετικού τραυματισμού κάτω άκρων, μεταβολικών ασθενειών, λήψη φαρμάκων, λήψη συμπληρωμάτων και αερόβια ικανότητα  $VO_{2max} >35$  ml/kg/min). Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και η ανάλυση της διατροφής των συμμετεχόντων παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.1. Οι συμμετέχοντες αφού ενημερώθηκαν λεπτομερώς για τις διαδικασίες της μελέτης, παρείχαν γραπτή συναίνεση. Οι διαδικασίες ήταν σύμφωνες με τη Διακήρυξη του Ελσίνκι του 1975 και εγκρίθηκαν από την Επιτροπή Έρευνας και Δεοντολογίας (4-4/12-2-2014) του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η μελέτη έχει επίσης καταχωρηθεί στο ClinicalTrials.gov, ID: NCT03288064.

#### 3.2 Χορήγηση κορινθιακής σταφίδας – διαλύματος γλυκόζης.

Τριάντα λεπτά πριν από την άσκηση και μέσα σε ένα χρονικό διάστημα 5 min οι συμμετέχοντες κατανάλωναν ισοθερμιδική ποσότητα CHO (1,5 g CHO/kg/ΣΒ) από: α) ΚΣ (ένας μέσος άνθρωπος καταναλώνει ~ 112 g ΚΣ), β) διάλυμα γλυκόζης (Top Star 100, Esteriplas, Portugal), ή γ) μόνο νερό (7 ml/kg ΣΜ). Η πρόσληψη υγρών ήταν σταθερή στα 7 ml/kg/ΣΜ πριν από την άσκηση, 3 ml/kg ΣΜ κάθε 20 min κατά τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης των 90 min και 7 ml/kg ΣΜ εντός 15 min μετά την άσκηση.

**Πίνακας 3.1.** Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά και Διατροφική Ανάλυση των Συμμετεχόντων<sup>1</sup>

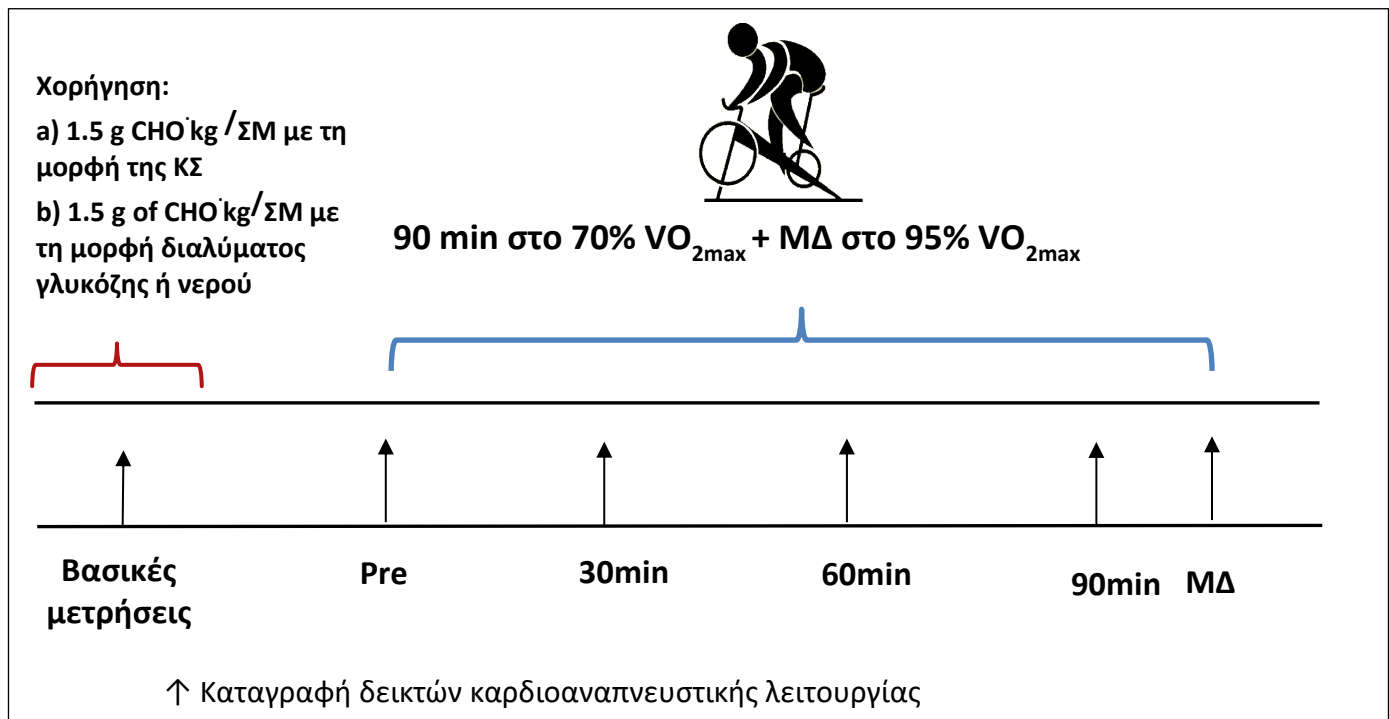
<b>Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά</b>	
Ηλικία	33.27 ± 2.43
Σωματικό Βάρος (kg)	73.0 ± 2.6
Ύψος(cm)	172.0 ± 0.03
ΔΜΣ (kg/m <sup>2</sup> )	24.9 ± 0.5
Σωματικό Λίπος (%)	13.4 ± 1.6
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	46.2 ± 1.9
<b>Διατροφική Ανάλυση</b>	
Ημερήσια Ενεργειακή Πρόσληψη (Kj/day)	9.54 ± 1,2
Ημερήσια Πρόσληψη Υδατανθράκων (% Συνολικής Ενεργειακής Πρόσληψης )	51.2 ± 3.2
Ημερήσια Πρόσληψη Λίπους (% Συνολικής Ενεργειακής Πρόσληψης)	28.4 ± 2.4
Βιταμίνη C (mg)	91.0 ± 21.0
Βιταμίνη E (mg)	15.0 ± 4.0

<sup>1</sup>Οι τιμές παρουσιάζονται σε μέσους όρους και τυπικά σφάλματα

### 3.3 Σχεδιασμός μελέτης

Ο πειραματικός σχεδιασμός της μελέτης απεικονίζεται στην εικόνα 3.1. Οι συμμετέχοντες επισκέφθηκαν το εργαστήριο τέσσερις φορές συνολικά. Κατά την πρώτη επίσκεψή τους εκτιμήθηκε η σωματική μάζα (Beam Balance 710, Seca, Birmingham, United Kingdom) και το σωματικό ύψος (Stadiometer 208, Seca). Το σωματικό λίπος υπολογίστηκε από μετρήσεις 7 δερματοπτυχών με δερματοπτυχόμετρο Harpenden

(John Bull, St Albans, United Kingdom) μέσω της εξίσωσης Siri και η  $VO_{2max}$  αξιολογήθηκε μέσω ενός αναλυτή αερίων (CareFusion, Viasis). Τόσο το πρωτόκολλο για την αξιολόγηση της  $VO_{2max}$  όσο και το πρωτόκολλο άσκησης πραγματοποιήθηκαν σε κυκλοεργόμετρο (Cycloergometer, Monark 834, ERGOMED C, Sweeden). Κατά τη διάρκεια της δεύτερης επίσκεψής τους (εντός της επόμενης εβδομάδας), ανατέθηκε στους συμμετέχοντες τυχαία, μία από τις τρεις πειραματικές συνθήκες και πραγματοποίησαν το πειραματικό πρωτόκολλο άσκησης. Κατά την τρίτη και την τέταρτη επίσκεψή τους, οι συμμετέχοντες επανέλαβαν την πειραματική διαδικασία συμμετέχοντας στις υπόλοιπες συνθήκες. Μεταξύ των προβλεπόμενων δοκιμασιών μεσολαβούσε περίοδος έκπλυσης δύο εβδομάδων.



**Εικόνα 1.** Πειραματικός σχεδιασμός μελέτης.

### **3.4 Πρωτόκολλο εκτίμησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_{2max}$ )**

Οι συμμετέχοντες αφού πραγματοποίησαν προθέρμανση διάρκειας οκτώ λεπτών (80-100 στροφές/min) σε κυκλοεργόμετρο (Monark 834, ERGOMED C, Sweeden) και διατακτικές ασκήσεις διάρκειας πέντε λεπτών, εκτιμήθηκε η αερόβια ικανότητα τους. Οι συμμετέχοντες έκαναν ποδήλατο με σταθερή ταχύτητα 60-70 rpm μέχρι εξάντλησης, με επιπλέον βάρος 1 kg κατά τη διάρκεια του πρώτου λεπτού. Στη συνέχεια προστέθηκε επιπλέον βάρος προοδευτικά ως ακολούθως: 0,5 kg κατά τη διάρκεια του δεύτερου λεπτού και στη συνέχεια 0,5 kg κάθε δύο λεπτά. Η ανταλλαγή αερίων καταγράφονταν μέσω του αναλυτή αερίων (CareFusion, Viasis). Η καρδιακή συχνότητα καταγράφονταν κάθε ένα λεπτό.

### **3.5 Πειραματικό πρωτόκολλο άσκησης.**

Πριν από την άσκηση, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν την προθέρμανση που χρησιμοποιήθηκε κατά την αξιολόγηση της  $VO_{2max}$ . Το πρωτόκολλο άσκησης περιλάμβανε 90 min ποδηλασίας στο 60% - 70%  $VO_{2max}$ , ακολουθούμενη από μέγιστη δοκιμασία (ΜΔ) στο 95%  $VO_{2max}$  μέχρι εξάντλησης. Η ανταλλαγή αερίων και η καρδιακή συχνότητα καταγράφονταν συνεχώς στα πρώτα 15 min μέχρι την επίτευξη της επιθυμητής σταθερής κατάστασης, στα 30 min και στη συνέχεια κάθε 25 min για συνολική διάρκεια 5 min.

### **3.6 Ανάλυση διατροφής.**

Οι συμμετέχοντες κατέγραψαν τη συνήθη διατροφή τους για τρεις ημέρες πριν από τις περιόδους άσκησης και έλαβαν ένα αντίγραφο, ώστε να ακολουθήσουν κατά το δυνατό την ίδια δίαιτα πριν από τη κάθε πειραματική δοκιμασία. Τα δεδομένα της διατροφής αναλύθηκαν με το πρόγραμμα ScienceFit Diet 200A (Science Technologies, Athens, Greece). Η διατροφή των συμμετεχόντων συνοψίζεται στον Πίνακα 3.1.

### 3.7 Υπολογισμός της οξείδωσης των CHO και των λιπών

Η οξείδωση των υδατανθράκων και των λιπών υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις του Frayn υποθέτοντας, ότι η οξείδωση πρωτεΐνης ήταν μηδέν όπως περιγράφηκε προηγουμένως (Rietschier 2011):

$$\text{Οξείδωση CHO (g/min)} = 4.58 \times VCO_2 - 3.23 \times VO_2$$

$$\text{Οξείδωση λιπών (g/min)} = 1.70 \times VO_2 - 1.69 \times CO_2$$

#### 4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η κανονικότητα της κατανομής του δείγματος εξετάστηκε με Kolmogorov-Smirnov τεστ. Η ΜΔ υποβλήθηκε σε λογαριθμική μετατροπή σύμφωνα με προηγούμενη μελέτη (Brown 1997). Όλες οι εξαρτώμενες μεταβλητές (εκτός από τη ΜΔ) αναλύθηκαν με ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA, δοκιμασία × χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Όπου υπήρχαν σημαντικές κύριες επιδράσεις ή αλληλεπιδράσεις, πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις ανά ζεύγη Sidak. Οι επιδράσεις του συμπληρώματος στη ΜΔ εξετάστηκαν με ανάλυση διακύμανσης μιας μεταβλητής (one-way ANOVA) με post hoc αναλύσεις Sheffe. Το επίπεδο σημαντικότητας καθορίστηκε στο  $p < 0.05$ . Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το πακέτο SPSS, έκδοση PASW 18.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill.). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα.

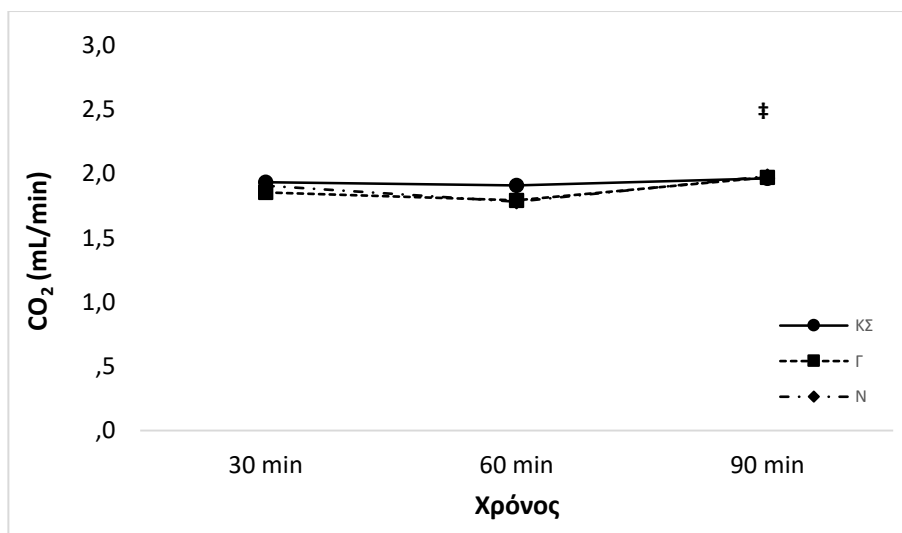


## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

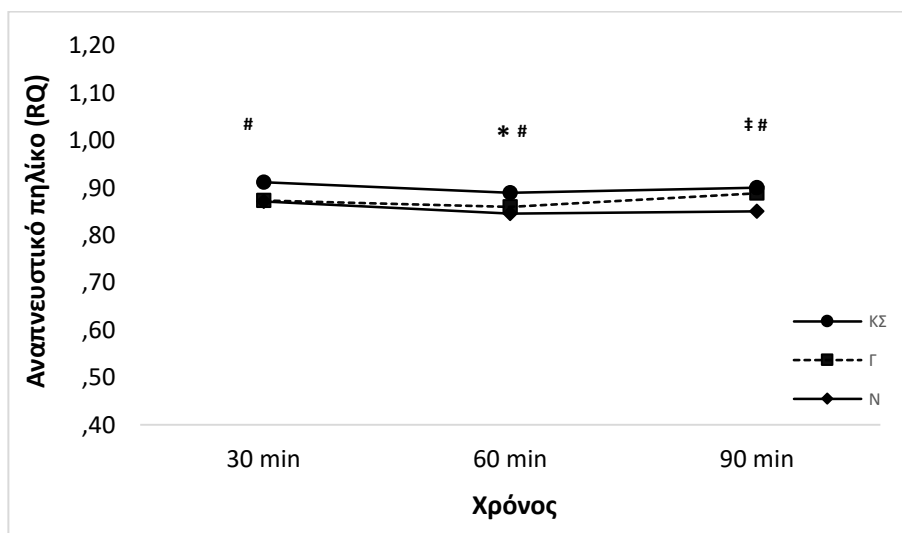
### 5.1 Καρδιοαναπνευστική απόκριση κατά την υπομέγιστη άσκηση

Υπήρξε κύρια επίδραση του χρόνου για την παραγωγή CO<sub>2</sub> [ $F_{(2,58)} = 4.653$ ,  $\eta^2 = 0.138$ ,  $p < 0.05$ ] (εικόνα 5.1), το αναπνευστικό πηλίκο (RQ) [ $F_{(2,58)} = 5,796$ ,  $\eta^2 = 0,167$ ,  $p < 0,01$ ] (εικόνα 5.2), τον πνευμονικό αερισμό (VE) [ $F_{(2,58)} = 6,363$ ,  $\eta^2 = 0,180$ ,  $p < 0,01$ ] (εικόνα 5.3), την οξείδωση των CHO [ $F_{(2,58)} = 4,996$ ,  $\eta^2 = 0,0147$ ,  $p < 0,05$ ] (εικόνα 5.4) και την οξείδωση των λιπών [ $F_{(2,58)} = 5,019$ , ( $\eta^2 = 0,148$ ),  $p < 0,05$ ] (εικόνα 5.5). Κύρια επίδραση της συνθήκης υπήρξε για το αναπνευστικό πηλίκο (RQ) [ $F_{(2,29)} = 4,606$ , ( $\eta^2 = 0,241$ ),  $p < 0,05$ ] και την οξείδωση CHO [ $F_{(2,29)} = 4.088$ , ( $\eta^2 = 0.220$ ),  $p < 0.05$ ], ενώ η κύρια επίδραση της συνθήκης άγγιξε τη σημαντικότητα για την οξείδωση των λιπών [ $F_{(2,29)} = 3,306$ , ( $\eta^2 = 0,186$ ),  $p = 0,051$ ]. Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Η παραγωγή CO<sub>2</sub> ήταν υψηλότερη στα 90 min σε σύγκριση με τα 60 min υπομέγιστης άσκησης υπό όλες τις συνθήκες (Σχήμα 5.1). Το αναπνευστικό πηλίκο μειώθηκε στα 60 min και 90 min σε σύγκριση με τα 30 min άσκησης σε όλες τις συνθήκες. Ωστόσο, το αναπνευστικό πηλίκο ήταν υψηλότερο στη συνθήκη της ΚΣ σε σύγκριση με αυτή του νερού, ενώ παρόμοια με αυτή του διαλύματος της γλυκόζης σε όλη τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης (Σχήμα 5.2). Ο πνευμονικός αερισμός ήταν υψηλότερος στα 90 min σε σύγκριση με τα 30 min και 60 min της υπομέγιστης άσκησης σε όλες τις συνθήκες (Σχήμα 5.3).



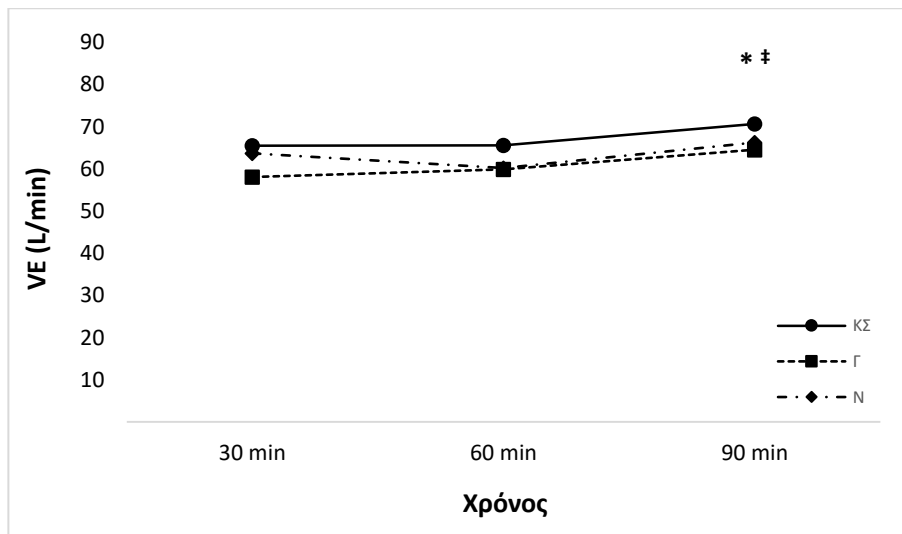
**Εικόνα 5.1** Παραγωγή CO<sub>2</sub> στις συνθήκες της ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (N). ‡Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 60 min σε όλες τις συνθήκες.



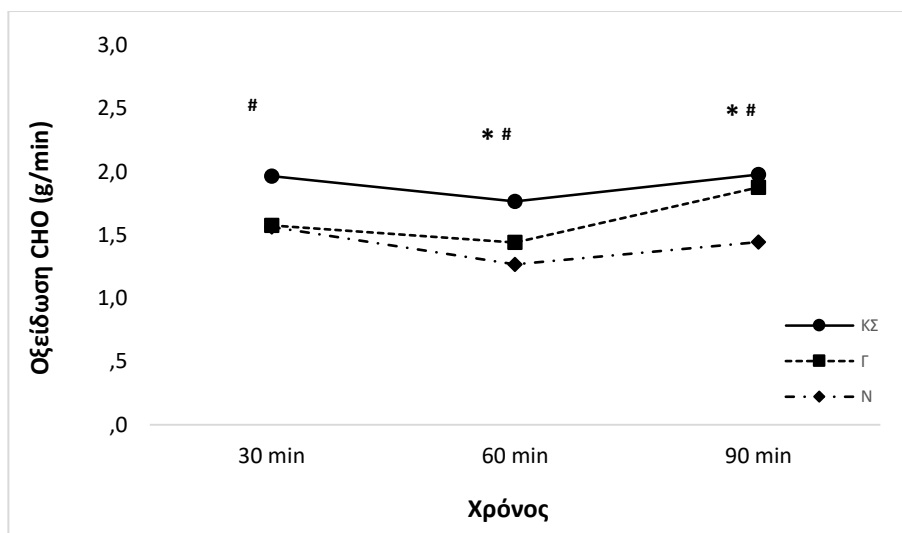
**Εικόνα 5.2** Αναπνευστικό πηλίκο (RQ) στις συνθήκες της ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (N). \*Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 30 min σε όλες τις συνθήκες. #Σημαντική διαφορά μεταξύ ΚΣ και N σε όλες τις χρονικές στιγμές. ‡Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 60 min σε όλες τις συνθήκες.

Η οξείδωση CHO ήταν χαμηλότερη στα 60 min και υψηλότερη στα 90 min σε σύγκριση με τα 30 min της υπομέγιστης άσκησης σε όλες τις συνθήκες. Η οξείδωση των λιπών ήταν υψηλότερη στα 90 min σε σύγκριση με τα 30 min της υπομέγιστης άσκησης σε όλες τις συνθήκες. Ωστόσο, η οξείδωση CHO στη ΚΣ ήταν υψηλότερη και η οξείδωση των λιπών χαμηλότερη σε σύγκριση με το νερό, ενώ παρόμοιες σε σύγκριση με το διάλυμα γλυκόζης, σε όλη τη διάρκεια της μελέτης (Πίνακας 5.1).

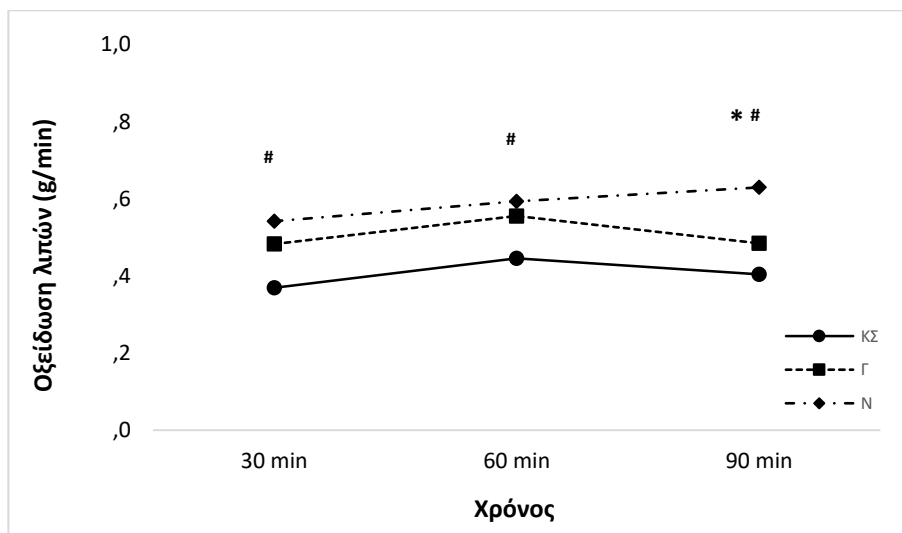
Η κατανάλωση οξυγόνου ( $VO_2$ ) (L/min) και η κατανάλωση οξυγόνου σε σχέση με τη σωματική μάζα  $VO_2$  (ml/kg ΣΒ/min) ήταν παρόμοια σε όλη τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης μεταξύ των συνθηκών (Πίνακας 5.1).



**Εικόνα 5.3.** Πνευμονικός αερισμός VE (L/min) αερισμός στις συνθήκες ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (N). \*Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 30 min σε όλες τις συνθήκες. †Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 60 min σε όλες τις συνθήκες.



**Εικόνα 5.4.** Οξειδωση CHO στις συνθήκες ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζης (Γ) και του νερού (N). \* Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 30 min σε όλες τις συνθήκες , # Σημαντική διαφορά μεταξύ ΚΣ και N σε όλες τις χρονικές στιγμές .



**Εικόνα 5.5.** Οξειδωση των λιπών (g/min) στις συνθήκες ΚΣ, του διαλύματος γλυκόζη (G) και του νερού (N) οι τιμές είναι σε μέσους όρους και τυπικά σφάλματα, για  $p < 0,05$ . \* Σημαντική διαφορά συγκριτικά με τα 30 min σε όλες τις συνθήκες . # Σημαντική διαφορά μεταξύ ΚΣ και N σε όλες τις χρονικές στιγμές.

## 5.2 Απόδοση

Παρόμοια απόδοση παρατηρήθηκε μεταξύ των τριών συνθηκών ( $p > 0,05$ ). Ο συνολικός χρόνος άσκησης στη ΜΔ (sec) ήταν  $79 \pm 16,3$ ,  $94 \pm 16,3$  και  $77 \pm 16,3$  για την ΚΣ, το διάλυμα γλυκόζης και το νερό αντίστοιχα.

**Πίνακας 5.1.** Καρδιοαναπνευστική λειτουργία κατά τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης<sup>1</sup>.

	Κορινθιακές σταφίδες			Διάλυμα γλυκόζης			Νερό		
	30 min	60 min	90 min	30 min	60 min	90 min	30 min	60 min	90 min
<b>VO<sub>2</sub> (L/min)</b>	2.2 ± 0.12	2.2 ± 0.11	2.2 ± 0.13	2.1 ± 0.12	2.2 ± 0.11	2.2 ± 0.13	2.2 ± 0.12	2.1 ± 0.12	2.3 ± 0.13
<b>VO<sub>2max</sub> (ml/kg /ΣΒ/min)</b>	29.3 ±1.46	29.5 ± 1.70	30.4 ± 1.59	28.5 ±1.46	29.0 ±1.70	29.9 ±1.59	30.2 ±1.53	29.3 ±1.78	31.5 ±1.67
<b>CO<sub>2</sub> (L/min)</b>	1.9 ± 0.11	1.9 ± 0.10	2.0 ± 0.10 <sup>†</sup>	1.9 ± 0.11	1.8 ± 0.10	2.0 ± 0.10 <sup>†</sup>	1.9 ± 0.12	1.8 ± 0.10	2.0 ± 0.10 <sup>†</sup>
<b>RQ</b>	0.91 ± 0.01 <sup>#</sup>	0.89 ± 0.01 <sup>†#</sup>	0.90 ± 0.01 <sup>†#</sup>	0.87 ± 0.01	0.86 ± 0.01 <sup>†</sup>	0.89 ± 0.01 <sup>†</sup>	0.87 ± 0.01	0.85 ± 0.01 <sup>†</sup>	0.85 ± 0.01 <sup>†</sup>
<b>VE (L/min)</b>	66 ± 2.96	66 ± 2.58 <sup>†</sup>	71 ± 3.30 <sup>†</sup>	58 ± 2.95	60 ± 7.58 <sup>†</sup>	65 ± 3.30 <sup>†</sup>	64 ± 3.10	60 ± 2.70 <sup>†</sup>	66 ± 3.46 <sup>†</sup>
<b>Οξείδωση CHO (g/min)</b>	2.0 ± 0.15 <sup>#</sup>	1.8 ± 0.11 <sup>†#</sup>	2.0 ± 0.16 <sup>†#</sup>	1.5 ± 0.15	1.4 ± 0.11 <sup>†</sup>	1.8 ± 0.16 <sup>†</sup>	1.6 ± 0.16	1.3 ± 0.39 <sup>†</sup>	1.5 ± 0.17 <sup>†</sup>
<b>Οξείδωση λιπών (g/min)</b>	0.37 ± 0.05 <sup>#</sup>	0.45 ± 0.05 <sup>†#</sup>	0.40 ± 0.06 <sup>#</sup>	0.48 ± 0.05	0.56 ± 0.05 <sup>†</sup>	0.49 ± 0.06	0.54 ± 0.06	0.59 ± 0.05 <sup>†</sup>	0.63 ± 0.06

VO<sub>2max</sub>: Μέγιστη κατανάλωση O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>: Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, RQ: Αναπνευστικό πηλίκο, VE: Πνευμονικός αερισμός, CHO: Υδατάνθρακες.  
<sup>#</sup>Διαφορετικό από τη συνθήκη νερού στην ίδια χρονική στιγμή. <sup>†</sup>Διαφορετικό σε σχέση με την προηγούμενη χρονική στιγμή. <sup>1</sup>Οι τιμές παρουσιάζονται σε M±SEM.

## 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η πιθανή επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης ΚΣ στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία σε παρατεταμένη αερόβια άσκηση, καθώς και στην απόδοση σε επακόλουθη ΜΔ συγκριτικά με τη συμπληρωματική χορήγηση διαλύματος γλυκόζης, ενώ η χορήγηση νερού χρησιμοποιήθηκε ως συνθήκη ελέγχου. Από τα αποτελέσματα της μελέτης, δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών στην απόδοση. Παρόλα αυτά, οι καρδιοαναπνευστικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης άσκησης στη συνθήκη της ΚΣ ήταν παρόμοιες με τη συνθήκη του διαλύματος της γλυκόζης, ενώ διαφορετικές με τη συνθήκη του νερού, οι οποίες αντικατοπτρίζονται σε υψηλότερο αναπνευστικό πηλίκο και υψηλότερο ρυθμό οξείδωσης των CHO, ενώ αντίστοιχα, χαμηλότερο ρυθμό οξείδωσης των λιπών στη συνθήκη της σταφίδας σε σχέση με τη συνθήκη του νερού κατά την διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης.

### 6.1 Καρδιοαναπνευστική λειτουργία

Στην παρούσα έρευνα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της συνθήκης της ΚΣ και του διαλύματος γλυκόζης στους καρδιοαναπνευστικούς δείκτες που μελετήθηκαν. Συγκεκριμένα, δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές στο αναπνευστικό πηλίκο στη πρόσληψη οξυγόνου, στην οξείδωση των CHO και στην οξείδωση των λιπών. Παρόμοια με τα ευρήματα της δικής μας μελέτης ήταν και τα ευρήματα άλλων μελετών (Rietschier 2011, Kern 2007, Too 2012), οι οποίες επίσης αναφέρουν παρόμοιες αποκρίσεις σε καρδιοαναπνευστικούς δείκτες μετά από την συμπληρωματική χορήγηση σταφίδων και προϊόντων CHO του εμπορίου, πριν από υπομέγιστη άσκηση ακολουθούμενη από ΜΔ.

Στην παρούσα μελέτη, η χορήγηση ΚΣ οδήγησε σε υψηλότερο αναπνευστικό πηλίκο από την χορήγηση νερού σε όλη τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης. Επιπλέον, η συμπληρωματική χορήγηση ΚΣ οδήγησε σε υψηλότερη οξείδωση CHO και χαμηλότερη οξείδωση λίπους σε σύγκριση με τη χορήγηση νερού, σ' όλη τη διάρκεια της υπομέγιστης

άσκησης. Αυτά τα ευρήματα ενισχύουν προηγούμενα ευρήματα σχετικά με την υψηλότερη χρήση CHO κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης με τη χορήγηση CHO (Febbraio 2000a, Hargreaves 1984, Tsintzas 1995, Utter 2004). Επιπλέον, τα αποτελέσματά μας υποδεικνύουν ότι η ΚΣ προωθεί τη χρήση των CHO εξίσου αποτελεσματικά με το διάλυμα της γλυκόζης, επιτρέποντας πιθανώς τη χαμηλότερη χρήση του μυϊκού γλυκογόνου (Tsintzas 1995). Οι Τοο και συν (2012), επίσης αναφέρουν μεγαλύτερη ενεργειακή συμβολή από τις σταφίδες σε σύγκριση με το νερό, στα τελευταία 20 λεπτά της υπομέγιστης άσκησης σε δαπεδοεργόμετρο.

Σύμφωνα με τους Febbraio και συν (2000a), οι CHO με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη προκαλούν μεγαλύτερη οξείδωση CHO σε σύγκριση με αυτούς με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη. Παράλληλα έχει υποστηριχθεί ότι η οξείδωση των ΕΛΟ ύστερα από χορήγηση CHO υψηλού γλυκαιμικού δείκτη είναι χαμηλότερη συγκριτικά με τη χορήγηση CHO χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (Febbraio 2000a, Kern 2007). Βάσει των παραπάνω παραδοχών θα ήταν αναμενόμενο, η χορήγηση σταφίδων να οδηγεί σε χαμηλότερο αναπνευστικό πηλίκιο και χαμηλότερη οξείδωση CHO και υψηλότερη οξείδωση των λιπών. Στην παρούσα έρευνα δεν καταγράφηκαν, διαφορές στη οξείδωση των CHO και των λιπών μεταξύ των συμπληρωμάτων (ΚΣ, διάλυμα γλυκόζης), ούτε μεταξύ των συμπληρωμάτων CHO και του νερού. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί ίσως στο γεγονός ότι η διάρκεια και η ένταση της άσκησης δεν ήταν αρκετά υψηλή, ώστε να προκληθεί εξάντληση των ενδογενών αποθεμάτων CHO και κατ' επέκταση μεγαλύτερη εξάρτηση από την οξείδωση των CHO από τα συμπληρώματα. Επιπλέον αυτή η αναντιστοιχία στις μεταβολικές αποκρίσεις θα μπορούσε ίσως να συσχετιστεί και με τις ατομικές ιδιαιτερότητες των εθελοντών (Tokmakidis & Karamanolis 2008). Καθώς τα άτομα που συμμετέχουν στις έρευνες διαθέτουν τα δικά τους μοναδικά χαρακτηριστικά, δεν αντιδρούν μεταβολικά με τον ίδιο τρόπο, ακόμα και στο ίδιο ερέθισμα. Μπορεί να διαφέρουν ως προς το ύψος της υπεργλυκαιμίας και υπερινσουλιαιμίας που εμφανίζουν, στο ρυθμό απόδοσης των CHO που χορηγούνται και στην ηπατική παραγωγή γλυκόζης (Tokmakidis & Karamanolis 2008).



Όσον αφορά στις αποκρίσεις των καρδιοαναπνευστικών δεικτών μεταξύ των συνθηκών της ΚΣ και του νερού, στην παρούσα μελέτη υπήρξαν σημαντικές διαφορές στο αναπνευστικό πηλίκο καθ' όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας, ενώ σημειώθηκαν και σημαντικές διαφορές σχετικά με την οξείδωση των λιπών. Συγκεκριμένα το αναπνευστικό πηλίκο των σταφίδων ήταν μεγαλύτερο από αυτό του νερού καταδεικνύοντας αυξημένη οξείδωση CHO, κάτι που επιβεβαιώθηκε και από τις τιμές οξείδωσης των CHO. Η αυξημένη οξείδωση των CHO στις σταφίδες σε σχέση με το νερό έχει αναφερθεί και σε άλλες έρευνες (Sherman 1991, Tokmakidis & Karamanolis 2008), ενώ σε κάποιες άλλες δεν διαπιστώθηκαν διαφορές μεταξύ των CHO και του εικονικού σκευάσματος (Kirwan 1998). Σχετικά με την οξείδωση των λιπών αυτή βρέθηκε μεγαλύτερη στο νερό σε όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας. Αυξημένη οξείδωση των λιπών στη συνθήκη του νερού έχει καταγραφεί και σε προηγούμενες έρευνες (Sherman 1991, Kirwan 1998, Tokmakidis & Karamanolis, 2008, Too 2012). Η μεγαλύτερη οξείδωση των λιπών στη συνθήκη του νερού έχει αποδοθεί στην μικρότερη ή μεγαλύτερη αναστολή της λιπόλυσης που παρατηρείται, όταν καταναλώνονται CHO που προκαλούν έκκριση ινσουλίνης (Jeukendrup & Killer 2010). Στην παρούσα έρευνα δεν μετρήθηκε η ινσουλιναϊκή απόκριση. Παρόλα αυτά, ο παραπάνω μηχανισμός ίσως ευθύνεται για την υψηλότερη οξείδωση των λιπών στην συνθήκη του νερού συγκριτικά με τη συνθήκη της ΚΣ και του διαλύματος γλυκόζης.

## 6.2 Απόδοση

Το πλούσιο περιεχόμενο της ΚΣ σε CHO, θα μπορούσε να συμβάλει στη διατήρηση της ευγλυκαιμίας κατά την υπομέγιστη άσκηση, και θα μπορούσε καθυστερήσει την εξάντλησή του μυϊκού γλυκογόνου στη μετέπειτα μέγιστη προσπάθεια (Coyle 1986). Επιπλέον, η υψηλή περιεκτικότητα των σταφίδων σε φυτικές ίνες θεωρητικά θα μπορούσε να συμβάλει στην επίτευξη της επιθυμητής ευγλυκαιμίας, τροφοδοτώντας σταθερά με γλυκόζη την κυκλοφορία του αίματος, καθώς επιβραδύνεται η απελευθέρωση της γλυκόζης από το έντερο, λόγω των φυτικών ινών (Kirwan 1998). Στη μελέτη μας, αν και η χρησιμοποίηση των CHO για παραγωγή ενέργειας κατά την

υπομέγιστη άσκηση με την χορήγηση ΚΣ ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με τη χορήγηση νερού, αυτό δεν οδήγησε και σε καλύτερη απόδοση, σε αντίθεση με προηγούμενες έρευνες (Campbell 2008, Febbraio 2000a, Tsintzas 1995). Η μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης στη ΜΔ που σημειώθηκε με τη χορήγηση διαλύματος γλυκόζης, ίσως να οφείλεται στην καλύτερη απορρόφηση της υγρής μορφής των CHO. Παρόλα αυτά, αυτή η διαφορά δεν ήταν σημαντική. Πιθανώς οι μεταβολικές διαφορές που παρατηρήθηκαν, δεν ήταν αρκετά μεγάλες ώστε να αλλάξουν σημαντικά την απόδοση. Αντιθέτως, οι Τοο και συν (2012) ανέφεραν γρηγορότερο χρόνο στη ΜΔ κάτω από τη χορήγηση μαστιχών CHO και σταφίδων έναντι της χορήγησης νερού. Ωστόσο, σε αυτή τη μελέτη, αντί της υπομέγιστης άσκησης ποδηλασίας και της ΜΔ στο 95%  $VO_{2max}$  έως την εξάντληση, χρησιμοποιήθηκε τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο και ΜΔ 5 km. Ο διαφορετικός τύπος και κατά συνέπεια, οι διαφορετικές απαιτήσεις του πρωτοκόλλου άσκησης και της ΜΔ (Jeukendrup & Killer 2010), πιθανώς να εξηγεί αυτήν την ασυνέπεια στην απόδοση. Οι Febbraio και συν (2000a), αναφέρουν βελτιωμένη απόδοση με τη λήψη CHO, αλλά μόνο όταν η λήψη διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης. Στη μελέτη μας, η χορήγηση CHO εφαρμόστηκε μόνο πριν από την άσκηση, ενώ στη μελέτη των Τοο και συν (2012) η λήψη CHO διατηρήθηκε και κατά τη διάρκεια της άσκησης και αυτό μπορεί επίσης να εξηγήσει στη διαφορετικό αποτέλεσμα ως προς την απόδοση. Ωστόσο, όταν συγκρίνονται οι σταφίδες με άλλες εμπορικές πηγές CHO, προκύπτουν παρόμοια αποτελέσματα ως προς την απόδοση (Kern 2007, Rietschier 2011). Οι Rietschier και συν (2011), αναφέρουν παρόμοια απόδοση σε ΜΔ 10 km όταν κατά τη διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης λαμβάνονται σταφίδες ή αθλητικά gel. Ομοίως, οι Kern και συν (2007), αναφέρουν παρόμοια απόδοση σε ΜΔ 15 λεπτών μετά από υπομέγιστη άσκηση ποδηλασίας 45 διάρκειας 45 min, τόσο με τη λήψη των σταφίδων, όσο και του αθλητικού gel κατά την υπομέγιστη δοκιμασία. Ωστόσο, σε αυτή τη μελέτη, η μικρή διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης (<1 h) μπορεί να δικαιολογήσει αυτά τα αποτελέσματα, καθώς, όταν δεν υπάρχει ο περιορισμός του μυϊκού γλυκογόνου, η βελτίωση της απόδοσης οφείλεται μάλλον σε ένα κεντρικό μηχανισμό που βασίζεται στο νευρικό σύστημα, ενώ ο τύπος και/ή η ποσότητα των CHO, καθώς και η ικανότητά τους να απορροφούνται και

να οξειδώνονται, δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο (Carter 2004, Stellingwerff & Cox 2014).

Συνοψίζοντας, η χορήγηση ΚΣ πριν από παρατεταμένης διάρκειας άσκηση είναι εξίσου αποτελεσματική με ένα διάλυμα γλυκόζης ως προς την καρδιοαναπνευστική λειτουργία και την ενίσχυση της οξείδωσης των CHO κατά τη διάρκεια υπομέγιστης άσκησης. Ως εκ τούτου, η ΚΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική, φυσική, υγιεινή, αλλά εξίσου αποτελεσματική επιλογή σε σχέση μ' ένα διάλυμα γλυκόζης ή και άλλα βιομηχανοποιημένα συμπληρώματα CHO σε παρατεταμένη άσκηση. Σχετικά με την απόδοση, η χορήγηση της ΚΣ δεν οδήγησε σε υψηλότερη επίδοση στη ΜΔ. Παρ' όλα αυτά, πιθανώς η υιοθέτηση ενός διαφορετικού πρωτοκόλλου ΜΔ ή/και υπομέγιστης άσκησης να οδηγήσουν σε καλύτερη αθλητική απόδοση. Περισσότερη έρευνα απαιτείται ώστε να διαλευκανθεί η αποτελεσματικότητα της συμπληρωματικής χορήγησης ΚΣ στην καρδιοαναπνευστική λειτουργία και απόδοση σε παρατεταμένη άσκηση χρησιμοποιώντας μεγαλύτερη συνολική διάρκεια άσκησης, διαφορετικά πρωτόκολλα χορήγησης της ΚΣ και διαφορετικές ΜΔ μετά από υπομέγιστη άσκηση. Επίσης, θα πρέπει να καθοριστεί ο πιο ευνοϊκός τρόπος αλλά και χρόνος χορήγησης της ΚΣ.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Alghannam, A.F. (2011). Carbohydrate –protein ingestion improves subsequent running capacity towards the end of a football specific intermittent exercise. *Annl Physiol Nutr Metab* 36, 748-757.
- Bays, H., Weiter, K. & Anderson, J. (2015). A randomized study of raisins versus alternative snacks on glycemic control and other cardiovascular risk factors in patients with type2 diabetes mellitus. *The Physician and Sportsmedicine* 2015.
- Block, G., Patterson, B. & Subar, A. (1992). Fruit, vegetables and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutrition Cancer*, 18, 1-29.
- Brouns, F., Rehrer, N.J., Saris, W.H., Beckers, E., Menheere, P. & Hoor, F. (1989). Effect of Carbohydrate Intake during warming –up on the regulation of blood glucose during exercise. *Int. J Sports Med*, Vol. 10, suppl 1, pp s 68-s 75.
- Brown, S.J., Child, R.B., Day, S.H. & Donnelly, A.E. (1997). Exercise-induced skeletal muscle damage and adaptation following repeated bouts of eccentric muscle contractions. *Journal of Sports Sciences*, 1997, 15, 215-222.

- Bruce, B., Spiller, G.A., Klevay, L.M. & Gallagher, S.K. (2000). A Diet High in Whole and Unrefined Foods favorably Alter Lipids-Antioxidant Defenses and Colon Function. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol 12 No1, 61-67.
- Byrne, H.K., Kim, Y., Hertzler, S.R., Watt, C.A. & Mattern, C.O. (2011). Glycemic and Insulinemic Response to Different Preexercise Snacks in Participants with Impaired Fasting Glucose. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21, 1-18.
- Camire, M.E. & Dougherty, M.P. (2003). Raisin Dietary fiber Composition and Vitro Bile Binding. *J. Agric Food Chem.*, 2003, 51,3, 834-837.
- Campbell, C., Prince, D., Braun, M., Applegate, E. & Casazza, G.A. (2008). Carbohydrate-Supplement Form and Exercise Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 179-190.
- Carter, J.M., Jeukendrup, A.E. & Jones, D.A. (2004). The Effect of Carbohydrate Mouth Rinse on 1-h Cycle Time Trial Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 36, No. 12, pp. 2107–2111,
- Chang, S.K., Alasalvar, C. & Shahidi, F. (2016). Review of dried fruits: Phytochemicals antioxidant efficacies and health benefits. *Journal of Functional Foods*, 21, 113-132.
- Chiou, A., Karathanos, V.T., Mylona, A., Salta, F.N., Preventi, F. & Andrikopoulos, K. (2007). Currants (*Vitis vinifera* L.) content of simple phenolics and antioxidant activity. *Food of Chemistry*, 102, 516-522.
- Coggan, A.R. & Coyle, E.F. (1987). Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. *J Appl Physiol*, 63,2388.
- Coggan, A.R. & Coyle, E.F. (1989). Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. *Med Sci Sports Exerc*. Vol 21 No 1, pp 59-65.
- Colleman, E. (1994). Update on Carbohydrate : Solid Versus Liquid. *International Journal of Sport Nutrition*, 4, 80-88.
- Colombani, P.C., Mannhart, C. & Mettler, S. (2013). Carbohydrates and exercise performance in nonfasted athletes: A systematic review of studies mimicking real-life. *Nutrition Journal* 2013, 12:16.
- Coyle, E.F., Hagberg, M., Hurley, B.F., Martin W.H., Eshani, A.A. & Holloszy, J.O. (1983). Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise. *J Appl Physiol Respirat Environ Exercise Physiol*, 55(1), 230-235.
- Coyle, E.F., Coggan, A.R., Hemmert, M.K. & Ivy, J.I. (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol*, 61(1), 165-172.
- Crysanthopoulos, C., Hennesu, L.C.M. & Williams, C. (1994). The influence of pre-exercise glucose ingestion on endurance running capacity. *Br J Sp Med*, 28 (2).
- Crysanthopoulos, C., Williams, C., Nowitz, A., kotsiopoulou, C. & Vleck, V. (2002). The Effect of a High Carbohydrate Meal on Endurance Running Capacity. *Int J of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12, 157-171.
- Currell, K. & Jeukendrup. (2008). *Superior Endurance Performance with ingestion of*

- Multiple Transportable Carbohydrate*. *Med Sci Sports Exerc*, Vol 40, No 2, pp 275-281.
- Decombaz, J., Sartari, D., Arnaud, H., Thelin, A.L., Schurch, P. & Howald, H. (1985). Oxidation and Metabolism effects of Fructose or Glucose Ingested before Exercise. *Int J Sports Medicine*, 6, 282-285.
- El- Sayed, M.S., Balmer, J. & Rattu, A.J.M. (1997). Carbohydrate ingestion improves endurance performance during a 1h simulated cycling time trial. *Journal of Sports Sciences*, 1997, 15, 223-230.
- Esfahani, A., Lam, J. & Kendall, C.W.(2014). Acute effects of raisin consumption on glucose and insulin response in healthy individual. *Journal of Nutritional Science*, Vol 3 e1, 1-6.
- Febbraio, M.A., Keenan, J., Angus, D.J., Campbell, S.E. & Garnham, A.P. (2000a). Preexercise carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. *J. Appl. Physiol.*, 89, 1845-1851.
- Febbraio, M.A., Chiu, A., Angus, D.J., Arkinstall, M.J. & Hawley, J.A. (2000b). Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol*, 89, 2220-2226.
- Foster, C., Costill, D.L & Fink, W.J. (1979). Effects of preexercise feedings on endurance performance. *Med Sci Sports*. 1979 Spring;11(1):1-5.
- Fulgoni III, V.L.,Painter, J. & Carughi, A. (2017). Association of raisin consumption with nutrient intake diet quality and healthy risk factors in US adults. National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2012. *Food of Nutrition Research* Vol, 61.
- Halvorsen B.L., Carle, M.H., Phillips, K.M., Bohn, S.K., Holte, K., Jakobs, J.D.R. & Blomhoff, R. (2006). Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in food consumed in the United States. *Am J Clin Nutr*. 84,95-135.
- Harger-Domitrovich, S.G. McClaughry, A.E., Gaskill, S.E. & Ruby.B.C. (2007). Exogenous Carbohydrate Spares Muscle Glycogen in Men and Women during 10 h of Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 39, No. 12, pp. 2171–2179, 2007.
- 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 and Science in Sports and Exercise* Vol. 16. No.3. pp. 219-222, 1984.
- Hargreaves, M., Costill, D.L., Fink, W.J., King, D.S. & Fielding, R.A. (1987). Effect of pre-exercise carbohydrate feedings on endurance cycling performance. *Medicine on Science in Sports and Exercise*, Vol 19 No 1, pp 33-36.
- Hargreaves, M. (2015). Exercise muscles CHO and metabolism. *Scand J Med Sci Sports*, 25 (Suppl 4), 29-33.
- He, F.J., Markandu, N.D., Coltart, R., Barron, J. & MacGregor, G.A. (2005). Effect of Short-Time Supplementation of Potassium Chloride and Potassium Citrate on Blood Pressure in Hypertensives. *Hypertension*, 45, 571-574.
- Ivy, J.L., Res, P.T., Sprague, R.C. & Widzer, M.O. (2003). Effect of Carbohydrate-Protein

- Supplement on Endurance Performance During Exercise of Varying Intensity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13, 382-395.
- Jenkins, D.J.A., Wolever, T.M.S., Taylor, R.H., Borker, H., Fielden, H., Baldwin, J., Bowling, A. & Newman, H.C. (1981). Glycemic index of foods : a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 362-366.
- Jentjens, R.L.P.G. & Jeukendrup, A.E. (2005). High rates of exogenous carbohydrate oxidation from a mixture of glucose and fructose ingested during prolonged cycling exercise. *Br J Nutr*, 93:485-92.
- Jentjens, R.L.P.G., Cale, C., Cutch, C. & Jeukendrup, A. (2003). Effects of pre-exercise ingestion of differing amounts of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 88, 444-452.
- Jentjens, R.L.P.G. & Jeukendrup, A.C. (2003). Effects of pre-exercise ingestion of trehalose galactose and glucose on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 88,459-465.
- Jeukendrup, A., Wagenmakers, A.J.M., Stegen, J.H.C.H., Gijsen, A.P., Brouns, F. & Saris W.H.M. (1999). Carbohydrate ingestion can completely suppress endogenous glucose production during exercise. *Am J Physiol*, 276, 672-683.
- Jeukendrup, A. & Jentjens, R. (2000). Oxidation of Carbohydrate feeding During Prolonged Exercise. *Sport Med.*, 29(6), 407-424.
- Jeukendrup, A. (2004). Carbohydrate Intake During Exercise and Performance. *Nutrition*, 20, 669-677.
- Jeukendrup, A. & Killer, S. (2010). The Myths Surrounding Pre-Exercise Carbohydrate Feeding. *Ann Nutr Metab*, 57 (suppl 2), 18-25.
- Kaliora, A., Kountouri, A., Karathanos, V.T., Koumbi, L., Papadopoulos, N.G. & Andrikopoulou, N.K. (2008). Effect of Greek Raisin (*Vitis vinifera* L.) from different Origins on Gastric Cancer Cell Growth. *Nutritional and Cancer*, 60(6), 792-799.
- Kanellos, P.T., Kaliora, A.C., Liaskos, C., Tentolouris, N.K., Perrea, D. & Karathanos, V.T. (2013a). A study of Glycemic Response to Corinthian Raisins in Health Subjects and in Type 2 Diabetes Mellitus Patient. *Plant Foods Hum. Nutr*, 68, 145-148.
- Kanellos, P.T., Kaliora, A.C., Gioxari, A., Christopoulou, G.O., Kalogeropoulos, N. & Karathanos, V.T. (2013b). Antioxidant Phytochemicals and Increase of Serum Oxidation Resistance in Health Subjects Following Supplementation with Raisins. *Plant Foods Hum Nutr*, 68, 411-415.
- Kanellos, P.T., Kaliora, A.C., Tentolouris, N.K., Argiana, V., Perrea, D., Kalogeropoulos, N., Kountouri, A.M. & Karathanos, V.T. (2014). A pilot randomized controlled trial to examine the health outcomes of raisin consumption in patients with diabetes. *Nutrition* 30, 2014:358-364.
- Keast, D.R., O'Neil, C.E., and Jones, J.M. (2011). Dried fruit consumption is associated with improved diet quality and reduced obesity in US adults : National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. *Nutrition Research*, 31, 460-467.
- Kern, M., Hesling, C.J. & Rezende, R.S. (2007). Metabolic and Performance Effects of Raisin

- Versus Sports Gel as Pre-exercise Feedings in cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1204-1207.
- Kim, Y., Hertzler, S.R., Byrne, H.K. & Mattern, C.O. (2008). Raisins are a low to moderate glycemic index food with a correspondingly low insulin index. *ScienceDirect*, Vol 28, issue 5, pp:304-308.
- Kirwan, J.P., O’Gorman, D. & Evans, W. (1998). A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. *J. Appl. Physiol.* 84(1), 53-59.
- Kirwan, J.P., Cyr-Campbell, D., Campbell, W.W., Scheider, J. & Evans, W. (2001a). Effects of Moderate and High Glycemic Index Meals on Metabolism and Exercise. *Metabolism*, Vol 50(7), 849-855.
- Kountouri, A.M., Gioxari, A., Karvella, E., Kaliora, A.C., Karvelas, M. & Karathanos, V.T. (2013). Chemopreventive properties of raisin originating from Greece in colon cancer cells. *Food Funct*, 4, 366.
- Krogh, A. & Lindhard, J. (1919). The relative value of fat and carbohydrate as sources of muscular energy.
- Lambert, J.D., Hong, J., Yang, G.Y. & Yang, C.S. (2005). Inhibition of carcinogenesis by polyphenols : evidence from laboratory investigation. *Am J Clin Nutr*, 81, 284-291.
- Liu, S., Stampfer, M.J., Hu, F.B., Giovannucci, E., Rimm, E., Manson, J.E., Hennekens, C.H. & Willet, W. (1999). Whole grain consumption and risk of coronary heart disease : results from the Nurses’ Health Study. *Am J Clin Nut*, 70 :412-419.
- Lloyd-Williams, F., Mwatsama, M., Ireland, R. & Capewell, S. (2008). Small changes in snacking behavior: the potential impact on CVD mortality. *Public Health Nutrition*, 12(1), 871-876.
- McConell, G., Snow, R., Proietto, J. & Hargreaves, M. (1999). Muscle metabolism during prolonged exercise in humans: influence of carbohydrate availability. *J. Appl Physiol*, 87 (3) : 1083-1086.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C. & Remesy, C. (2004). Polyphenols food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr*, 79, 727 -747.
- Mandalari, G., Chessa, S., Bisignano, C., Chan, L. & Carughi, A. (2016). The effect of sun-dried raisins (*Vitis vinifera* L) on the in vitro composition of the gut microbiota. *Food and Function* 2016.
- Matsumoto, H., Takenami, E., Iwasaki-Kurashige, K., Osada, T., Katsumura, T. & Hamaoka, J. (2005). Effects of blackcurrant anthocyanins intake on peripheral muscle circulation during work in human. *Eur. J. Appl Physiol*, 94, 36-45.
- McRae, K.A. & Galloway, S.D.R. (2012). *Carbohydrate –Electrolyte Drink Ingestion and Skill Performance During and after 2 h of indoor Tennis Match Play*. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2012, 22, 38-46.
- Meloni, G. & Swinnen, J. (2017). The Standards, Tariffs and Trade: The Rise and Fall of the Raisin Trade Between Greece and France in the Late 19 Century<sup>th</sup>.
- Moseley L, Lancaster GI, Jeukendrup AE: (2003). Effects of timing of pre-exercise ingestion

- of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 88: 453–458.
- Naghii, M.R., Wall, P.M.L. & Samman, S. (1996). The Boron Content of selected foods and the estimation of its Daily intake among free living Subjects. *Journal of the American College of Nutrition* Vol, 15, No 6, 614-619.
- Neufer, P.D., Costill, D.L., Flynn, M.G., Kirwan, J.P., Mitchell, J.B & Houmard, J. (1987). Improvements in exercise performance: Effects of carbohydrate feedings and diet. *Journal of Applied Physiology* 62(3), 983-988.
- Nikolidaki, E.K., Chiou, A., Christea, M., Gkegka, A. P., Kanellos, M. & Karathanos, V.T. (2016). Sun-dried Corinthian currant (*Vitis Vinifera* L.var.Apyrena). simple sugar profile and macronutrient characterization. *Food Chemistry*.
- Ormsbee, M., Bach, C.W. & Baur, D.A. (2014). Pre-Exercise Nutrition: The Role of Macronutrients Modified Starches and Supplements on Metabolism and Endurance. *Nutrients* 6, 1782-1808.
- Puglisi, M.J., Vaishnav, V., Shrestha, S., Torre-Gonzalez, M., Wood, R., Volek, J.S. & Fernandez, M.L. (2008). Raisins and additional Walking have distinct effects on plasma lipids and inflammatory cytokines. *Lipids in Health and Disease*.
- Rehrer, N.J., Wagenmakers, J.M., Beckers, E.J., Halliday, D., Leiper, J.B., Brouns, F., Maughan, R.J, Westerterp, K. & Saris, W.H.M. (1992). Gastric emptying absorption and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. *J. Appl. Physiol*, 72(2), 468-472.
- Rietschier, H.L., Henagan, T.M., Earnest, CP., Baker, B.L., Cortez, C.C. & Stewart, L.K. (2011). Sun-Dried Raisins are a Cost- Effective Alternative to Sports Jelly Beans in Prolonged Cycling. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3150-3156.
- Rivero-Cruz, J.F., Zhui, M., Kinghorn, A.D. & Wu, C.D. (2008). Antimicrobial constituents of Thompson seedless raisins (*Vitis vinifera*) against selected pathogens. *Phytochemistry Letters*, 34.
- Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 5(3), 137-146.
- Sherman, W.M., Peden, M.C. & Wright, D.A. (1991). Carbohydrate Feedings 1 h before exercise improves cycling performance. *Am. J. Clin. Nutr.* 54, 866-870.
- Spiller, G.A., Story, J.A., Furumoto, E.J., Chezem, J.C. & Spiller, M.(2003). Effect of tartaric acid and dietary fibre from sun-dried raisins on colonic function and on bile acid and volatile fatty acid excretion in healthy adults. *British Journal of Nutrition*, 90, 803-807.
- Stannard, S.R., Thompson, M.W. & Miller, J.C.B. (2000). Time effect of Glycemic Index on plasma Glucose and Lactate Levels During Incremental Exercise. *International Journal on Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, 10, 51-61.
- Stellingwerff, T. & Cox, G.R. (2014). Systematic review: Carbohydrate supplementation



- on exercise performance or capacity of varying durations. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39: 998–1011.
- Taylor, R., Magnusson, I., Rothman, D.L., Cline, G.W., Caumo, A., Cabelli, C. & Shulman, G. (1996). Direct Assessment of Liver Glycogen Storage By C Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy and Regulation of Glucose Homeostasis after a Mixed meal in Normal Subjects. *J. Cl. In Invest.* 97, 126-132.
- Thomas, D.E., Brotherhood, J.R. & Brand, J.C. (1991). Carbohydrate feeding before exercise: Effect of Glycemic Index. *International Journal of Sports Medicine* Vo 12, No 2, 180-186.
- Tokmakidis, S.P. & Karamanolis, I.A. (2008). Effects of Carbohydrate ingestion 15 min before exercise on endurance running capacity. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 33, 441-449.
- Too, B.W., Cicai, S., Hockett, K.R., Applegate, E., Davis, B.A. & Casazza, G.A. (2012). Natural versus commercial carbohydrate supplementation and endurance running performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9:27.
- Tsintzas, O.K., Williams, C., Boobis, L. & Greenhaff, P. (1995). Carbohydrate ingestion and glycogen utilization in different muscle fibre types in man. *Journal of Physiology* 489.1, 243-250.
- Utter, A.C., Kang, J.I.E., Nieman, D.C., Dumke, C.L., Mcanulty, S.R., Vinci, D.M. & Mcanulty, L.S. (2004). Carbohydrate Supplementation and Perceived Exertion during Prolonged Running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 36, No. 6, pp. 1036–1041, 2004.
- Vasilopoulou, E. & Trichopoulou, A. (2014). Greek Raisins : A traditional nutritious delicacy. *Journal of Berry Research* 4, 117-125.
- Wagenmakers, A.J.M., Brouns, F., Saris, W.H.M. & Halliday, D. (1993). Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. *J. Appl. Physiol.* 75(6), 2774-2780.
- Wong, A., Yong, D.A., Emmanouil, D.E. Wong, L.M., Waters, A.R. & Booth, M.T. (2013). Raisins and oral health. *Journal of food Science* Vol. 78, S1, 2013.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Hoytowitz, D.B., Gebhardt, S.E. & Prior, P.L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52: 4026-37.
- Yaspekis, B.B., Patterson, J.G., Anderla, P.A., Ding, Z. & Ivy, J.L. (1993). Carbohydrate supplementation spares glycogen during variable-intensity exercise. *J. Appl. Physiol.* 75(4), 1477-1485.
- Κανέλλος, Π. (2016.). Διερεύνηση της Κορινθιακής σταφίδας ως ενός «Λειτουργικού» τροφίμου της Μεσογειακής διατροφής. Διδακτορική Διατριβή. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.