



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
HAROKOPIO UNIVERSITY

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ»

**ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΚΗ ΔΙΑΙΤΑ: ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΕΣ
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ**

ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΑΘΗΝΑ



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
HAROKOPIO UNIVERSITY

**HAROKOPIO UNIVERSITY OF
ATHENS**

NUTRITION AND DIETETICS

POSTGRADUATE PROGRAMME

«NUTRITION AND EXERCISE»

VEGETERIAN DIET: IMPACT OF METABOLIC ADAPTATIONS OF TRAINING

IOANNIS EMMANOUILIDIS

Athens



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
HAROKOPIO UNIVERSITY

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

«ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Αναστασίου Κωνσταντίνος

Επίκουρος Καθηγητής

Γιαννακούλια Μαρία

Καθηγήτρια

Νομικός Τζώρτζης

Αναπληρωτής Καθηγητής

Ο Εμμανουηλίδης Ιωάννης

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
- 3) Όπου υφίστανται δικαιώματα άλλων δημιουργών έχουν διασφαλιστεί όλες οι αναγκαίες άδειες χρήσης ενώ το αντίστοιχο υλικό είναι ευδιάκριτο στην υποβληθείσα εργασία.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το παρόν έργο αποτέλεσε προϊόν έμπνευσης στα πλαίσια των μαθησιακών ερεθισμάτων που έλαβα ως φοιτητής στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διατροφή και Άσκηση» στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ως εκ τούτου, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, που μέσα από τις διδακτικές τους ικανότητες με ενέπνευσαν να ασχοληθώ με ένα θέμα ιδιαίτερα καινοτόμο αλλά ταυτοχρόνως υπομελετημένο.

Περιεχόμενα

Περίληψη στα Ελληνικά.....	
Περίληψη στα Αγγλικά.....	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι – ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΚΕΣ ΔΙΑΙΤΕΣ.....	4
1. Οφέλη για την υγεία	6
1.1. Καρδιαγγειακά οφέλη	6
1.1.2. Οφέλη για τον σακχαρώδη διαβήτη.....	8
1.1.3. Οφέλη για την παχυσαρκία	10
1.1.4. Μεταβολικά οφέλη	10
2. Διατροφικοί κίνδυνοι χορτοφαγικών διαιτών.....	12
2.1. Πρωτεΐνες.....	12
2.2. Ω-3 λιπαρά οξέα	13
2.3. Σίδηρος	15
2.4. Ασβέστιο.....	16
2.5. Βιταμίνη D	17
2.6. Ιώδιο.....	19
2.7. Βιταμίνη B12.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ – Η ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΑ ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ	21
2.1. Στατιστικά στοιχεία χορτοφάγων αθλητών	22
2.2. Οφέλη για την υγεία του αθλητή	24
2.2.1. Αθηροσκλήρωση και καρδιαγγειακή υγεία.....	25
2.2.2. Ασκησιογενές οξειδωτικό στρες.....	27
2.3. Διατροφικοί κίνδυνοι και σημεία προσοχής στους χορτοφάγους αθλητές	35
2.4. Χορτοφαγική δίαιτα και αθλητική απόδοση	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ – ΦΥΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ.....	42
3.1. Ποιότητα φυτικών πρωτεϊνών.....	43
3.2. Φυτικές Πρωτεΐνες και μυϊκή πρωτεΐνοσύνθεση.....	47
3.3. Φυτικές πρωτεΐνες και αθλητική απόδοση	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61

Περίληψη

Η χορτοφαγία αποτελεί ένα πρότυπο διατροφής το οποίο κερδίζει ολοένα και περισσότερη δημοτικότητα παγκοσμίως, τόσο για ιδεολογικούς λόγους όσο και για λόγους υγείας. Αντίστοιχα, η χορτοφαγία είναι αρκετά δημοφιλής και μεταξύ των αθλητών, ενώ ακόμη και κορυφαίοι αθλητές φαίνεται να υιοθετούν το συγκεκριμένο είδος διατροφής. Επειδή η διατροφή έχει άμεση σχέση με την αθλητική απόδοση, στόχος της παρούσας ανασκόπησης ήταν να εξετάσει την επίδραση της χορτοφαγικής διατροφής και των φυτικών πρωτεϊνών στην αύξηση της μυϊκής μάζας και στην αθλητική απόδοση. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης, έδειξαν πως η χορτοφαγική διαίτα όταν είναι καλά σχεδιασμένη μπορεί να καλύψει όλες τις διατροφικές ανάγκες ενός αθλητή, ενώ δεν φαίνεται να περιορίζει την απόδοση του. Σχετικά με τις φυτικές πρωτεΐνες, τα περισσότερα επιστημονικά δεδομένα συγκλίνουν στο εύρημα πως αυτές μάλλον υστερούν στην αύξηση της μυϊκής μάζας σε σχέση με τις ζωικές πρωτεΐνες και κυρίως με την πρωτεΐνη του ορού γάλακτος. Ωστόσο, οι φυτικές πρωτεΐνες φαίνονται το ίδιο αποτελεσματικές με τις ζωικές πρωτεΐνες όταν συγκρίνονται για την επίδραση τους στην μυϊκή δύναμη και γενικότερη στην αθλητική απόδοση.

Λέξεις κλειδιά: (χορτοφαγία, πρωτεΐνες, απόδοση, διατροφή, δύναμη)

Abstract

Veganism is a dietary pattern that is gaining in popularity worldwide, both for ideological and health reasons. Accordingly, veganism is quite popular among athletes, while even elite athletes seem to adopt this type of diet. Because nutrition is directly related to athletic performance, the aim of this review was to examine the effect of a vegan diet and plant proteins on muscle mass and athletic performance. The results of the review showed that a vegan diet, when well-designed, can meet all the nutritional needs of an athlete, while it does not seem to limit performance. Regarding plant proteins, most scientific data show that they are probably inferior in terms of increasing muscle mass compared to animal proteins and especially whey protein. However, plant proteins seem to be just as effective as animal proteins when compared to their effect on muscle strength and overall athletic performance.

Keywords: (veganism, protein, performance, nutrition, power)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χορτοφαγία και η φυτοφαγία αποτελούν δύο είδη διατροφικών σχημάτων τα οποία έχουν ανακτήσει μεγάλη δημοτικότητα τα τελευταία έτη. Η στροφή σε μια διατροφή βασισμένη σε φυτικά τρόφιμα δεν αποτελεί απλώς μια διατροφική τάση της εποχής, όπως πολλοί νομίζουν. Αντιθέτως, για πολλούς η χορτοφαγία έχει ιδεολογική βάση με ρίζες στην οικολογία και την φιλοζωία. Η ακολουθία μιας χορτοφαγικής δίαιτας έχει αρχίσει πλέον να είναι αρκετά διαδεδομένη και μεταξύ των αθλητών. Δεδομένου, ότι η διατροφή ενός αθλητή συνδέεται άμεσα με την απόδοση του είναι εύλογο να αναρωτηθούμε εάν τα διατροφικά σχήματα που έχουν ως βάση την χορτοφαγία μπορούν να επηρεάσουν, είτε θετικά είτε αρνητικά, την απόδοση ενός αθλητή ή αθλητών συγκεκριμένων κατηγοριών.

Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές έχουν προσπαθήσει να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα σχετικά με την ουσία της χορτοφαγικής διατροφής και τις επιδράσεις της στην αθλητική απόδοση (Rogerson, 2017). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι οι χορτοφαγικές δίαιτες, όταν σχεδιάζονται κατάλληλα, μπορούν στην πραγματικότητα να παρέχουν την απαραίτητη ενέργεια καθώς και επαρκή πρόσληψη μακροθρεπτικών συστατικών για να ωφελήσουν τη συνολική υγεία και την αθλητική απόδοση των αθλητών (Rogerson, 2017; Zhou et al., 2013). Αυτό σημαίνει πως ο διατροφολόγος, είτε συμφωνεί είτε όχι με την υιοθέτηση μιας χορτοφαγικής δίαιτας, πρέπει να είναι αρκετά ενημερωμένος σε αυτόν τον τομέα προκειμένου να εξυπηρετήσει καλύτερα τον αθλητή που ακολουθεί μια χορτοφαγική δίαιτα. Συνδυάζοντας τα τρέχοντα ευρήματα της βιβλιογραφίας και τις τεκμηριωμένες συστάσεις διαφόρων διεθνών

οργανισμών, ο αθλητικός διατροφολόγος μπορεί να υποστηρίξει κατάλληλα αθλητές με διατροφικούς περιορισμούς (Winston J. Craig & Mangels, 2009).

Μάλιστα, οι πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες για την διατροφή σε επίπεδο τροφίμων για την Ευρώπη, προτείνουν την ακολουθία μιας πιο βασισμένης στα φυτικά τρόφιμα διατροφής με ταυτόχρονο περιορισμό της κατανάλωσης ζωικών τροφών (Bechthold et al., 2018). Σύμφωνα με μια πρόσφατη έκθεση των Ηνωμένων Εθνών, έχει υπολογισθεί ότι ο συνολικός αριθμός χορτοφάγων στο κόσμο είναι περίπου 78 εκατομμύρια. Είναι πιθανό ότι ορισμένοι από αυτούς που ήδη ακολουθούν μια χορτοφαγική δίαιτα είναι αθλητές. Σε σύγκριση με άλλες απόψεις που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά σχετικά με τη διατροφή και τη βελτίωση της απόδοσης, φαίνεται ότι οι κίνδυνοι και τα οφέλη της χορτοφαγίας έχουν αγνοηθεί σε μεγάλο βαθμό. Οι αθλητές που είναι χορτοφάγοι, χρειάζονται περισσότερη εκπαίδευση σχετικά με τη σωστή πρόσληψη θρεπτικών ουσιών για να διασφαλίσουν ότι καταναλώνουν επαρκή ενέργεια για να επιτύχουν τη βέλτιστη απόδοση (Volpe, 2007).

Παρόλο που σήμερα υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες μελέτες, ο συνδυασμός των πληροφοριών για αθλητές διαφόρων ηλικιών και κατηγοριών θα ήταν χρήσιμος, ώστε να μπορούμε να χαρτογραφήσουμε συγκεκριμένους κινδύνους και οφέλη ανά περίπτωση. Έτσι, ένας συνδυασμός των τρεχόντων ευρημάτων θα επιτρέψει στον ήδη υπάρχοντα πληθυσμό χορτοφάγων που έχει υιοθετήσει τον συγκεκριμένο τρόπο ζωής να το κάνει όσο το δυνατόν πιο ασφαλή.

Η ανησυχία σχετικά με την επάρκεια μιας χορτοφαγικής δίαιτας και ιδιαίτερα ως προς τα μικροθρεπτικά συστατικά έχει οδηγήσει στην διεξαγωγή αρκετών

μελετών πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Σήμερα η βιβλιογραφία είναι αρκετά πλούσια με καλά τεκμηριωμένες προτάσεις και οδηγίες για την αντιμετώπιση της επάρκειας της διατροφής. Ωστόσο, ένα άλλο σημαντικό ζήτημα στη χορτοφαγική διαίτα είναι η πρόσληψη πρωτεΐνης και η επαρκής κατανάλωση όλων των απαραίτητων αμινοξέων. Στα πλαίσια της διατροφής των αθλητών, η κατανάλωση διαιτών με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο και με πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας έχουν απασχολήσει ιδιαίτερα τους αθλητικούς επιστήμονες. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον σχετικά με τις πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης. Μάλιστα, σήμερα συναντάμε στη βιβλιογραφία ορισμένες μελέτες που αξιολογούν την επίδραση των φυτικών πρωτεϊνών στην μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση, ενώ συχνά γίνεται και σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ειδών φυτικής πρωτεΐνης ή σύγκριση φυτικών έναντι ζωικών πρωτεϊνών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι – ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΚΕΣ ΔΙΑΙΤΕΣ

Οι φυτικές δίαιτες αποτελούν μια ιδιαίτερη οικογένεια διατροφικών προτύπων, που ορίζονται κατά βάση από τη χαμηλή συχνότητα κατανάλωσης ζωικών τροφών . Οι χορτοφαγικές δίαιτες είναι μια πιο αυστηρή υποκατηγορία των φυτικών διαιτών που αποκλείουν την πρόσληψη ορισμένων ή όλων των ζωικών τροφών (D. Li, 2014). Στην πιο περιοριστική τους μορφή έχουν την αυστηρή χορτοφαγία, όπου εκεί έχουμε απόκλιση από την κατανάλωση όλων των ζωικών προϊόντων. Από την άλλη πλευρά, οι γαλακτο-χορτοφάγοι καταναλώνουν γαλακτοκομικά προϊόντα, αλλά καμία άλλη ζωική τροφή, ενώ οι γαλακτο-ωο-χορτοφάγοι καταναλώνουν αυγά και γαλακτοκομικά προϊόντα, αποκλείοντας τις άλλες ζωικές τροφές. Οι ψαρο-χορτοφάγοι καταναλώνουν ψάρια, εκτός από αυγά και γαλακτοκομικά προϊόντα, αλλά εξαιρούν τα πουλερικά και το κόκκινο κρέας από τη διατροφή τους. Στην βιβλιογραφία έχουν επίσης αναφερθεί και ορισμένες ημι-χορτοφαγικές δίαιτες, οι οποίες μερικές φορές ορίζονται ως αποκλεισμός μόνο του κόκκινου κρέατος ή άλλες μορφές φυτοφαγίας όπως οι flexiterians, οι pollo-vegetarians, κ.α. (D. Li, 2014; Rocha et al., 2019; S. Tonstad et al., 2013).

Σε επίπεδο μελετών, τα τελευταία χρόνια έχει απασχολήσει και τους επιστήμονες, όχι μόνο ο ορισμός του είδους της χορτοφαγικής διαίτας με βάση τον αποκλεισμό ορισμένων ή όλων των ζωικών τροφών, αλλά και οι διαβαθμίσεις της συμμόρφωσης με μια κατά βάση χορτοφαγική διατροφή. Οι φυτοφαγικές δίαιτες ορίζονται συνήθως με βάση την αναλογία και τη συχνότητα των ζωικών τροφών που καταναλώνονται στη διατροφή. Ωστόσο, δεν είναι όλα τα φυτικά τρόφιμα τα ίδια, και υπάρχει μεγάλη ποικιλία φυτικών τροφών με διαφορετική ποιότητα που περιλαμβάνονται στη διατροφή, και με δυνητικά διαφορετικά οφέλη υγείας (Aune et al., 2017; Dwyer, 2012; Hever, 2016; Kahleova et al., 2017).

Τόσο τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές όσο και επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι δίαιτες με βάση τα φυτά, ιδιαίτερα οι αυστηρά χορτοφαγικές δίαιτες, σχετίζονται με σημαντική μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου, μείωση των παραγόντων κινδύνου όπως ο διαβήτης και η υπέρταση και μείωση της συμπτωματικής ισχαιμίας του μυοκαρδίου αλλά και της στεφανιαίας νόσου (Fraser, 2009; Patel et al., 2017; Williams & Patel, 2017).

Αυτά τα δεδομένα ενισχύονται από αρκετές πρόσφατες δημοσιεύσεις, συμπεριλαμβανομένης μιας μεγάλης προοπτικής μελέτης κοόρτης στην Αμερική, όπου περιγράφεται η σχέση μεταξύ πρόσληψης ζωικών πρωτεϊνών και καρδιαγγειακών, καρκίνου και θνησιμότητας όλων των αιτιών (Song et al., 2016). Σε αυτή τη μελέτη, η υψηλή πρόσληψη ζωικών πρωτεϊνών (συμπεριλαμβανομένου του επεξεργασμένου κόκκινου κρέατος, του μη επεξεργασμένου κόκκινου κρέατος, των γαλακτοκομικών προϊόντων, των πουλερικών και των αυγών) συσχετίστηκε θετικά με τη θνησιμότητα, ενώ το αντίστροφο βρέθηκε για την υψηλή πρόσληψη φυτικών

πρωτεϊνών (Song et al., 2016). Επίσης, σε μια μετα-ανάλυση, βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα με τους χορτοφάγους να παρουσιάζουν σχεδόν 30% χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας από στεφανιαία νόσο σε σχέση με τους μη χορτοφάγους. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν τη σημασία της πηγής πρωτεΐνης και των συστάσεων για την αύξηση της πρόσληψης φυτικών πρωτεϊνών (Kwok et al., 2014).

Βέβαια, τα οφέλη από την κατανάλωση φυτικών τροφίμων και η ακολουθία μιας διατροφής με βάση τα φυτικά τρόφιμα δεν περιορίζονται μόνο στο καρδιαγγειακό σύστημα. Σήμερα, έχουν αναφερθεί πολλά οφέλη από τις χορτοφαγικές δίαιτες και αφορούν τόσο την σωματική όσο και την ψυχική και πνευματική υγεία. Παράλληλα, υπάρχουν και αναφορές για οικολογικά οφέλη.

3)1. Οφέλη για την υγεία

3)1.1. Καρδιαγγειακά οφέλη

Παρά την αξιοσημείωτη δουλειά που έχουν κάνει αρκετοί επιστήμονες στον κλάδο της βιοϊατρικής για τη θεραπεία της στεφανιαίας νόσου, οι καρδιακές παθήσεις εξακολουθούν να είναι η κύρια αιτία θανάτου τόσο στην Αμερική όσο και στην Ευρώπη (Cosentino et al., 2020; Go et al., 2014; Rydén et al., 2013). Μια δυτικού τύπου διαίτα που περιέχει μεγάλες ποσότητες ζάχαρης, αλατιού, χοληστερόλης και λίπους μπορεί να οδηγήσει σε σακχαρώδη διαβήτη, υψηλή αρτηριακή πίεση, υπερλιπιδαιμία, παχυσαρκία και καρδιαγγειακή νόσο (Carrera-Bastos et al., 2011). Κύριοι παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων, είναι η χρήση καπνού, η υπερχοληστερολαιμία, η υπέρταση και ο διαβήτης, και έχουν βρεθεί ότι προκαλούν

μικροτραυματισμό και δυσλειτουργία των αγγειακών ενδοθηλιακών κυττάρων (Andreou & Andreadou, 2009; Ardies & Roberts, 2014). Ο τραυματισμός και η δυσλειτουργία των κυττάρων αυτών οδηγούν σε αθηρογένεση, αθηροσκλήρωση και αθηροθρομβωτική νόσο (Andreou & Andreadou, 2009; Arnett et al., 2019). Η βιβλιογραφία προτείνει ότι η διαχείριση του τρόπου ζωής που περιλαμβάνει μια διατροφή βασισμένη σε φυτικά τρόφιμα μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη και την αντιστροφή των καρδιαγγειακών νόσων (Tuso et al., 2013). Οι χορτοφαγικές δίαιτες εκτός από τα συνήθη θρεπτικά συστατικά είναι και πλούσιες σε ορισμένες βιοδραστικά θρεπτικά συστατικά όπως τα φλαβονοειδή, οι φυτικές στερόλες και οι πολυφαινόλες, που βελτιστοποιούν τη λειτουργία του σώματος. Οι δίαιτες αυτές αποτελούν έναν τρόπο για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη για την υγεία ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τις πιθανές επιβλαβείς εκθέσεις (Winston J. Craig, 2009). Μια φυτική διατροφή είναι εξ ορισμού χαμηλή σε λιπαρά, χοληστερόλη, αλάτι, ζωικά προϊόντα και ζάχαρη. Ως αποτέλεσμα, μια τέτοια διατροφή σχετίζεται με χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Dwyer, 2012). Επομένως, η αλλαγή από μια δυτική δίαιτα σε μια φυτική διατροφή μπορεί να είναι μια απλή, χαμηλού κόστους τροποποίηση που προστατεύει από την εκδήλωση καρδιαγγειακών νόσων. Ο πρωταρχικός στόχος της φυτικής διατροφής είναι να μεγιστοποιήσει την κατανάλωση φυτικών τροφών με πυκνά θρεπτικά συστατικά, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τα επεξεργασμένα τρόφιμα, τα πρόσθετα σάκχαρα, τα έλαια και τα ζωικά τρόφιμα.

Μια μεγάλη μελέτη έδειξε ότι το 82% των ασθενών που διαγνώστηκαν με καρδιακές παθήσεις και ακολούθησαν ένα πρόγραμμα διατροφής βασισμένο σε

φυτικά τρόφιμα, κατάφεραν σε σημαντικό βαθμό να αντιστρέψουν την αθηροσκλήρωση και το 91% από αυτούς εμφάνισε μείωση στη συχνότητα των επεισοδίων στηθάγχης (Dean Ornish et al., 1998). Παράλληλα, μια πρόσφατη μελέτη έδειξε πως μια χορτοφαγική δίαιτα οδήγησε σημαντικά χαμηλότερες τιμές δεικτών φλεγμονής (Shah et al., 2018), που θεωρείτε η βάση της παθογένεσης των καρδιαγγειακών νόσων.

Τα ενδοθηλιακά κύτταρα παίζουν βασικό ρόλο στη ρύθμιση της αγγειακής ομοιόστασης και αρκετές ενδείξεις υποδηλώνουν ότι οι μεταβολές στη λειτουργία του ενδοθηλίου συμβάλλουν στην παθογένεση και την κλινική έκφραση των καρδιαγγειακών νόσων. Αιτίες τραυματισμού των ενδοθηλιακών κυττάρων αποτελούν τα αυξημένα επίπεδα LDL, αυξημένα επίπεδα σακχάρου στο αίμα, ο διαβήτης και η υψηλή αρτηριακή πίεση (Abraham & Distler, 2007; Rask-Madsen & King, 2013). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει πως οι χορτοφαγικές δίαιτες έχουν οφέλη έναντι αρκετών από τους παράγοντες κινδύνου των καρδιαγγειακών, όπως η αρτηριακή πίεση, η παχυσαρκία ο σακχαρώδης διαβήτης, οι υπελιπιδιαμίες, κ.α. (Dwyer, 2012; Ozemek et al., 2018). Επομένως, η αλλαγή σε μια διατροφή βασισμένη στις φυτικές τροφές μπορεί να μειώσει την καρδιαγγειακή θνησιμότητας.

1.1.2. Οφέλη για τον σακχαρώδη διαβήτη

Μεγάλες προοπτικές μελέτες έχουν δείξει ότι ο επιπολασμός και η συχνότητα εμφάνισης διαβήτη τύπου 2 είναι σημαντικά χαμηλότερες μεταξύ εκείνων που ακολουθούν χορτοφαγική δίαιτες σε σύγκριση με τους παμφάγους και ακόμη και τους ημι-χορτοφάγους. Επίσης, εκείνοι που ακολουθούν δίαιτες με βάση τα φυτά τείνουν

να έχουν δείκτες χαμηλότερης μάζας σώματος, κάτι που επίσης προστατεύει από τον διαβήτη τύπου 2 (McMacken & Shah, 2017; Serena Tonstad et al., 2009). Σε μια μεγάλη μελέτη σχεδόν 61.000 ατόμων, ο επιπολασμός του διαβήτη τύπου 2 μειώθηκε σταδιακά με κάθε μείωση των ζωικών προϊόντων στη διατροφή: από 7.6 % σε μη χορτοφάγους, 6.1 % σε ημι-χορτοφάγους, 3.2 % σε ωο-γαλακτο-χορτοφάγους και 2.9% σε αυστηρούς χορτοφάγους. Επίσης, η προστασία αυτή του χορτοφαγικού διατροφικού προτύπου παρέμεινε ακόμη και μετά την προσαρμογή για τον δείκτη μάζας σώματος και άλλες μεταβλητές, με τους χορτοφάγους να έχουν το μισό ποσοστό του διαβήτη τύπου 2 σε σύγκριση με τους μη χορτοφάγους. (Serena Tonstad et al., 2009).

Στη μια από τις μεγαλύτερες προοπτικές μελέτες των χορτοφαγικών διαιτών μέχρι σήμερα (Nurses' Health Study), αξιολογήθηκαν οι διαιτητικές επιλογές και η συχνότητα εμφάνισης διαβήτη τύπου 2. Τα πρότυπα διατροφής στρωματοποιήθηκαν με βάση έναν συνολικό δείκτη διατροφής με βάση την κατανάλωση φυτικών τροφίμων, στον οποίο οι φυτικές τροφές έλαβαν θετική βαθμολογία ενώ οι ζωικές τροφές (συμπεριλαμβανομένων ζωικών λιπών, γαλακτοκομικών προϊόντων, αυγών, ψαριών / θαλασσινών, πουλερικών και κόκκινου κρέατος) έλαβαν αρνητική βαθμολογία. Η ανάλυση δεδομένων που έγινε από συνολικά 4.1 ανθρωποέτη αποκάλυψε ότι όσοι ακολουθούσαν φυτοφαγικές δίαιτες είχαν 34% χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη, με αυτό το εύρημα να είναι ανεξάρτητο από τον δείκτη μάζας σώματος και άλλους παράγοντες κινδύνου για διαβήτη (Satija et al., 2016).

1.1.3. Οφέλη για την παχυσαρκία

Διάφορες ερευνητικές μελέτες έχουν πλέον βρει μια σχέση μεταξύ της υιοθέτησης μιας χορτοφαγικής διατροφής με μείωση του σωματικού βάρους τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά. Επίσης, μελέτες έχουν δείξει χαμηλότερες τιμές ΔΜΣ σε άτομα που τηρούν αυτόν τον τύπο διατροφής. Στη μια μελέτη των Sabate and Wien (2010), η μέση σωματική μάζα ανδρών και γυναικών που ακολουθούσαν μια χορτοφαγική δίαιτα ήταν αντίστοιχα 7.6 kg και 3.3 kg χαμηλότερη σε σύγκριση με εκείνους που κατανάλωναν κρέας στη διατροφή τους (Sabaté & Wien, 2010). Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι τα άτομα που τρώνε κρέας, ηλικίας 20–97 ετών, είχαν σχεδόν διπλάσια ΔΜΣ για τους άνδρες και 1.5 φορές μεγαλύτερο για τις γυναίκες σε σύγκριση με τους χορτοφάγους (Spencer et al., 2003).

Η πιθανή αποτελεσματικότητα των χορτοφαγικών διαιτών για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας παρατηρήθηκε σε μια μελέτη που διεξήχθη σε μια ομάδα 60.000 ανδρών και γυναικών όπου ο ΔΜΣ μετρήθηκε σε έξι διαφορετικές ομάδες (φυτοφάγοι, χορτοφάγοι, γαλακτο-ωο-χορτοφάγοι, ημι-χορτοφάγοι, άτομα που κατανάλωναν ψάρι, και κρεατοφάγοι). Ο μέσος ΔΜΣ βρέθηκε χαμηλότερος στους αυστηρούς χορτοφάγους και αυξανόταν σταδιακά στις υπόλοιπες κατηγορίες με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στους κρεατοφάγους (Serena Tonstad et al., 2009).

1.1.4. Μεταβολικά οφέλη

Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οι υψηλές ποσότητες υδατανθράκων και οι χαμηλές ποσότητες λίπους, όπως παρατηρείται στη χορτοφαγική δίαιτα, αυξάνουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη, παρέχοντας έτσι κάποια προστασία έναντι του

διαβήτη. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, αρκετές μελέτες έχουν δείξει πως η χορτοφαγική διαίτα καθώς και όσο περισσότερα φυτικά τρόφιμα έχει μια διαίτα, δρουν προστατευτικά έναντι της εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (Serena Tonstad et al., 2009). Μια σχετική μελέτη υποστηρίζει την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ της αυξημένης ευαισθησίας στην ινσουλίνη με την κατανάλωση λαχανικών και δημητριακών ολικής αλέσεως (Wolfram & Ismail-Beigi, 2011). Προς υποστήριξη του μεταβολικού οφέλους των χορτοφαγικών διαιτών, έχει βρεθεί επίσης χαμηλότερος κίνδυνος μεταβολικού συνδρόμου σε χορτοφάγους σε σύγκριση με τους ημι-χορτοφάγους και τους κρεατοφάγους, υποδεικνύοντας ότι μια χορτοφαγική διατροφή θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του μεταβολικού συνδρόμου (Rizzo et al., 2011). Αυτό επιβεβαιώνεται από κάποιες μελέτες που έχουν βρει πως οι φυτικές δίαιτες φαίνεται να μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης μεταβολικού συνδρόμου κατά περίπου 50% (Rizzo et al., 2011). Επίσης, μειώνουν τον κίνδυνο μεμονωμένων παραγόντων του μεταβολικού συνδρόμου και σχετίζονται με χαμηλότερη περιφέρεια μέσης, χαμηλότερες συγκεντρώσεις τριγλυκεριδίων, ολική και χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (LDL) χοληστερόλη, σάκχαρο στο αίμα και αρτηριακή πίεση (De Biase et al., 2007; Rizzo et al., 2011; Rosa et al., 2008).

Όσον αφορά την αρτηριακή πίεση, που αποτελεί παράγοντα του μεταβολικού συνδρόμου και παράγοντα κινδύνου για τα καρδιαγγειακά, μια μετα-ανάλυση 7 τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών και 32 μελετών παρατήρησης βρήκε ότι οι χορτοφαγικές δίαιτες μειώνουν την αρτηριακή πίεση (τόσο συστολική όσο και διαστολική), σε σύγκριση με τις κρεατοφαγικές δίαιτες. Σε μελέτες παρατήρησης, οι

χορτοφαγικές δίαιτες συσχετίστηκαν με μετρήσεις της αρτηριακής πίεσης που ήταν κατά μέσο όρο 6.9 mmHg και 4.7 mmHg χαμηλότερες για τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση, αντίστοιχα. Σε τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές, οι χορτοφαγικές δίαιτες μείωσαν τόσο τη συστολική όσο και τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά 4.8 και 2.2 mm Hg, αντίστοιχα (Yokoyama et al., 2014). Η μείωση της συστολικής αρτηριακής είναι ένα μεγάλο στοίχημα για την Δημόσια Υγεία, καθώς μια μείωση της τάξης των 5 mmHg εκτιμάται ότι οδηγεί σε μείωση κατά 7% της θνησιμότητας όλων των αιτιών, μείωση της θνησιμότητας κατά 9% λόγω στεφανιαίας νόσου και 14% μείωση της θνησιμότητας λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου (Yokoyama et al., 2014).

3)2. Διατροφικοί κίνδυνοι χορτοφαγικών διαιτών

Οι χορτοφαγικές δίαιτες και όλο το φάσμα των διαιτών που βασίζονται στην κατανάλωση φυτικών τροφίμων, μπορούν να θεωρηθούν σε κάποια βαθμό «περιοριστικές» δίαιτες, καθώς γίνεται αποκλεισμός κάποιων ομάδων τροφίμων. Έτσι, λόγω αυτών των αποκλεισμών, συχνά υπάρχει ανησυχία για πιθανή έλλειψη σε συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά όπως οι πρωτεΐνες, ο σίδηρος, τα ω-3 λιπαρά οξέα, ο ψευδάργυρος, το ασβέστιο, η βιταμίνη D, το ιώδιο και η βιταμίνη B-12.

3)2.1. Πρωτεΐνες

Οι χορτοφαγικές και φυτοφαγικές οι δίαιτες συνήθως πληρούν ή υπερβαίνουν τις συνιστώμενες προσλήψεις πρωτεϊνών, όταν η πρόσληψη θερμίδων είναι επαρκής (I.O.M., 2005; Wilson, 2011). Οι όροι πλήρεις και ελλιπείς πρωτεΐνη είναι αρκετές

φορές παραπλανητικοί για τις φυτικές πρωτεΐνες. Η πρωτεΐνη από μια ποικιλία φυτικών τροφών, που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, συνήθως παρέχει αρκετά από όλα τα απαραίτητα αμινοξέα όταν ικανοποιούνται οι θερμιδικές ανάγκες (Wilson, 2011). Κίνδυνος όμως μπορεί να υπάρξει σε ορισμένες υποκατηγορίες χορτοφαγικών διαιτών, όπως για παράδειγμα οι δίαιτες με υψηλή κατανάλωση φρούτων, τα οποία έχουν συνήθως χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και άλλα θρεπτικά συστατικά (Messina, 2014). Οι ανάγκες σε πρωτεΐνες σε όλες τις ηλικίες, συμπεριλαμβανομένων των αθλητών, μπορούν να επιτευχθούν με μια ισορροπημένη και καλά σχεδιασμένη χορτοφαγική διαίτα.

3)2.2. Ω-3 λιπαρά οξέα

Ενώ η πρόσληψη α-λινολενικού οξέος από χορτοφάγους και φυτοφάγους είναι παρόμοια με εκείνη των κρεατοφάγων, οι διατροφικές προσλήψεις των λιπαρών οξέων μακράς αλυσού n-3, όπως το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA) και το δοκοσαεξανοϊκό οξύ (DHA), είναι χαμηλότερες σε χορτοφάγους και συνήθως απουσιάζει σε αυτές τις δίαιτες. Σε σύγκριση με τους μη χορτοφάγους, τα επίπεδα EPA και DHA στο αίμα των χορτοφάγων στους ιστούς μπορεί να είναι αρκετά χαμηλότερα (Saunders et al., 2013). Η κλινική σημασία των μειωμένων επιπέδων EPA και DHA μεταξύ των χορτοφάγων και των φυτοφάγων είναι άγνωστη μέχρι στιγμής. Βέβαια, γνωρίζουμε πως τα ω-3 λιπαρά οξέα είναι σημαντικά για την ανάπτυξη και τη συντήρηση του εγκεφάλου, του αμφιβληστροειδούς και των κυτταρικών μεμβρανών και επηρεάζουν ευνοϊκά την έκβαση της εγκυμοσύνης, ενώ παράλληλα μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και άλλων χρόνιων ασθενειών (Gibson et al., 2011; Rosell et al., 2005). Ωστόσο, οι χορτοφάγοι και τα

παιδιά που ακολουθούν χορτοφαγικές δίαιτες δεν φαίνεται να παρουσιάζουν βλάβη στην οπτική ή διανοητική ανάπτυξη, ενώ οι ενήλικες χορτοφάγοι εμφανίζουν το όφελος μειωμένου κινδύνου για καρδιαγγειακά (Orlich et al., 2013). Το α-λινολενικό μπορεί να μετατραπεί ενδογενώς σε EPA και DHA, αλλά αυτή η διαδικασία είναι δεν είναι τόσο αποτελεσματική και επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες όπως το φύλο, τη διατροφική σύσταση, την κατάσταση υγείας και την ηλικία. Για παράδειγμα η υψηλή πρόσληψη λινελαϊκού οξέος μπορεί να καταστέλλει τη μετατροπή του α-λινολενικού σε EPA και DHA (Gibson et al., 2011). Μάλιστα έχει προταθεί λόγος λινελαϊκού οξέος/ α-λινολενικό που δεν υπερβαίνει το 4:1 για βέλτιστη μετατροπή του α-λινολενικού (Messina, 2014; Rosell et al., 2005). Η συντεινόμενη διαιτητικής πρόσληψη για α-λινολενικό είναι 1.6 g/ ημέρα για άνδρες και 1.1 g/ ημέρα για γυναίκες. Για χορτοφάγους και vegans, μπορεί να είναι ωφέλιμο να διασφαλιστεί υψηλότερη πρόσληψη α-λινολενικού (Saunders et al., 2013).

Οι πιο πλούσιες φυτικές πηγές ω-3 λιπαρών οξέων είναι οι σπόροι (λινάρι, τσία, κανόλα και κάνναβη) και τα έλαια τους καθώς και τα καρύδια (Saunders et al., 2013). Υπάρχουν μελέτες που έχουν δείξει ότι οι ανάγκες σε ω-3 υγιών ατόμων μπορούν να καλυφθούν μόνο με α-λινολενικό και ότι η ενδογενής σύνθεση EPA και DHA από το α-λινολενικό είναι αρκετή για να διατηρηθεί σταθερά επίπεδα αυτών των λιπαρών οξέων για αρκετά χρόνια (Sanders, 2009). Επίσης, υπάρχουν φυτικά συμπληρώματα DHA χαμηλής δόσης με βάση τα φύκια που είναι διαθέσιμα για τους χορτοφάγους με αυξημένες ανάγκες (π.χ. έγκυες ή θηλάζουσες γυναίκες) ή με μειωμένη ικανότητα μετατροπής (π.χ., άτομα με υπέρταση ή διαβήτη) (Saunders et al., 2013).

3)2.3. Σίδηρος

Ένα από τα θρεπτικά συστατικά που οι χορτοφάγοι βρίσκονται για κίνδυνο χαμηλής πρόσληψης είναι και ο σίδηρος. Γενικά, η ανεπάρκεια σιδήρου είναι η πιο κοινή ανεπάρκεια θρεπτικού συστατικού στον κόσμο με περίπου το 25% του παγκόσμιου πληθυσμού να έχει μειωμένα αποθέματα σιδήρου (Miller, 2013). Η φυσιολογική ή πρωτογενής ανεπάρκεια σιδήρου αναπτύσσεται όταν οι ανάγκες για σίδηρο δεν καλύπτονται από την απορρόφηση σιδήρου από τη διατροφή.

Η φερριτίνη ορού είναι η πιο αξιόπιστη παράμετρος στη διάγνωση της ανεπάρκειας σιδήρου καθώς και της υπερβολικής πρόσληψης σιδήρου (Polin et al., 2013). Ωστόσο, η φερριτίνη ορού δρα ως πρωτεΐνη οξείας φάσης και αυξάνεται σε φλεγμονώδεις και κακοήθεις ασθένειες, πιθανώς καλύπτοντας κάποια πιθανή ανεπάρκεια σιδήρου, η οποία στην περίπτωση αυτή μπορεί να υπάρχει ακόμη και με υψηλές τιμές φερριτίνης (Abbaspour et al., 2014). Πολλές φυτικές τροφές περιέχουν υψηλές ποσότητες σιδήρου, κυρίως τα όσπρια, τα δημητριακά ολικής αλέσεως και τα σκούρα πράσινα φυλλώδη λαχανικά. Είναι επομένως δυνατό να επιτευχθεί μια χορτοφαγική διατροφή με περιεκτικότητα σε σίδηρο παρόμοια με τις δίαιτες που περιέχουν κρέας (Craig, 2010). Πολλές μεγάλες προοπτικές μελέτες περιγράφουν ακόμη και υψηλότερη πρόσληψη σιδήρου στους χορτοφάγους (Clarys et al., 2014; Shridhar et al., 2014).

Ωστόσο, η βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου από μη ζωικές τροφές είναι αρκετά χαμηλότερη από ό,τι από τις δίαιτες με ζωικά τρόφιμα, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερη απορρόφηση του σιδήρου που προσλαμβάνεται (Hunt & Roughead,

1999). Αυτό οφείλεται σε ανασταλτικούς παράγοντες, κυρίως το φυτικό οξύ αλλά και ορισμένες πολυφαινόλες, όπως το τανικό οξύ και το χλωρογενικό οξύ που βρίσκονται στα λαχανικά, τα φρούτα, ορισμένα δημητριακά και όσπρια, στο τσάι, στο καφέ και στο κόκκινο κρασί (Dainty et al., 2014; Hurrell & Egli, 2010). Από την άλλη πλευρά, τα οργανικά οξέα όπως το ασκορβικό οξύ ενισχύουν τη βιοδιαθεσιμότητα του μη-αιμικού σιδήρου. Έχει αναφερθεί για παράδειγμα ότι η μέση απορρόφηση σιδήρου από μια χορτοφαγική διατροφή είναι 10% σε σύγκριση με το 18% από μια δίαιτα που περιέχει κρέας (Hunt, 2002, 2003).

Αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει την κατάσταση του σιδήρου, κυρίως ως επίπεδα φερρίτινης, σε χορτοφάγους και σε μη χορτοφάγους. Οι περισσότερες μελέτες έδειξαν σημαντικά χαμηλότερα αποθέματα σιδήρου στους χορτοφάγους σε σύγκριση με τους μη χορτοφάγους (Harvey et al., 2005; Yen et al., 2008). Επίσης, μερικές μελέτες ανέφεραν ακόμη και υψηλότερο επιπολασμό σιδηροπενικής αναιμίας σε χορτοφάγους, ειδικά σε γυναίκες (Harvey et al., 2005; Katanachumpol et al., 2011; Shaw et al., 1995).

3)2.4. Ασβεστόιο

Η πρόσληψη ασβεστίου μπορεί να είναι αρκετά διαφορετική ακόμη και μεταξύ των διαφορετικών ειδών χορτοφαγικής δίαιτας. Με την κατανάλωση γαλακτοκομικών σε μια χορτοφαγική δίαιτα συνήθως πληρούνται ή ακόμη και υπερβαίνονται οι συστάσεις πρόσληψης ασβεστίου. Από την άλλη πλευρά, η πρόσληψη ασβεστίου των αυστηρά χορτοφάγων ποικίλλει ευρέως και μερικές φορές πέφτει κάτω από τις συστάσεις. Η βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου από τα φυτικά

τρόφιμα, επηρεάζεται σημαντικά από το οξαλοξικό που περιέχουν, το φυτικό οξύ και τις φυτικές ίνες. Για παράδειγμα υπάρχει μικρή απορρόφηση από λαχανικά με υψηλή περιεκτικότητα σε οξαλικά άλατα, όπως το σπανάκι, ορισμένα χόρτα, το σέσκουλο, κ.α. Έτσι, αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν καλές πηγές ασβεστίου, παρά την υψηλή περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο.

Συγκριτικά, η απορρόφηση από λαχανικά χαμηλής περιεκτικότητας σε οξαλικά άλατα, όπως το λάχανο, τα γογγύλια, και το λάχανο, είναι περίπου 50%, ενώ εκείνη του αγελαδινού γάλακτος είναι περίπου στο 30%. (Weaver et al., 1999). Άλλες φυτικές τροφές, όπως τα λευκά φασόλια, τα αμύγδαλα, το ταχίνι, τα σύκα και τα πορτοκάλια, παρέχουν μέτριες ποσότητες ασβεστίου με χαμηλότερη βιοδιαθεσιμότητα. Συγκρίνοντας τις μορφές ασβεστίου που χρησιμοποιούνται για ενίσχυση των τροφίμων, η βιοδιαθεσιμότητα του κιτρικού ασβεστίου μπορεί να είναι τουλάχιστον 36%, ενώ άλλες είναι περίπου 30% (Patrick, 1999). Οι διαιτολόγοι διατροφολόγοι πρέπει να είναι σε θέση να βοηθήσουν και να παρέχουν σχετικές γνώσεις στους χορτοφάγους ώστε να καλύψουν τις ανάγκες ασβεστίου ενθαρρύνοντας την τακτική κατανάλωση καλών πηγών ασβεστίου και, όταν χρειάζεται, συμπληρώματα ασβεστίου.

3)2.5. Βιταμίνη D

Η μεγαλύτερη ανησυχία που σχετίζεται με την υγεία των οστών στους χορτοφάγους είναι η επάρκεια της πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D. Είναι σαφές ότι η ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου ή/ και βιταμίνης D είναι επιζήμια για τον μεταβολισμό των οστών και αυτό έχει φανεί από αρκετές μελέτες (Fischer, 2019).

Οι αυστηροί χορτοφάγοι, που δεν καταναλώνουν γαλακτοκομικά προϊόντα, εκτός από χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου ενδέχεται να διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανεπαρκούς πρόσληψης βιταμίνης D. Ωστόσο, με τον σωστό προγραμματισμό της διατροφής, ακόμη και οι χορτοφάγοι μπορούν να πετύχουν υγιή επίπεδα βιταμίνης D. Αρκετά τρόφιμα πλέον εμπλουτίζονται σε βιταμίνη D, όπως για παράδειγμα το γάλα σόγιας, το γάλα αμυγδάλου, το γάλα ρυζιού, το γάλα βρώμης, οι χυμοί, ορισμένα δημητριακά πρωινού, τα αυγά, τα μανιτάρια, κ.α., και μπορούν να αποτελέσουν σημαντικές πηγές διαιτητικής πρόσληψης αυτής της βιταμίνης στους χορτοφάγους.

Βέβαια, τα επίπεδα της βιταμίνης D εξαρτώνται και από την έκθεση στο φως του ήλιου. Η έκταση της παραγωγής βιταμίνης D στο δέρμα μετά την έκθεση στο ηλιακό φως είναι πολύ μεταβλητή και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ώρα της ημέρας, η εποχή, το πόσο σκούρο είναι το δέρμα, η χρήση αντηλιακού, τα ρούχα που φοράμε και η ηλικία (Fischer, 2019; Lips, 2006; Nair & Maseeh, 2012; Thacher & Clarke, 2011). Κάποιες μελέτες έχουν αναφέρει χαμηλές προσλήψεις βιταμίνης D σε χορτοφάγους, καθώς και χαμηλά επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D στο αίμα, ειδικά το χειμώνα (Mangels, 2014).

Εάν η έκθεση στον ήλιο και η πρόσληψη εμπλουτισμένων τροφίμων δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες, τότε συνιστώνται συμπληρώματα βιταμίνης D, ειδικά για τους ηλικιωμένους (Wacker & Holick, 2013). Τόσο η βιταμίνη D₂ όσο και η βιταμίνη D₃ χρησιμοποιούνται σε συμπληρώματα αλλά και για την ενίσχυση των τροφίμων. Η βιταμίνη D₃ (χοληκαλσιφερόλη) μπορεί να είναι φυτικής ή ζωικής προέλευσης, ενώ η βιταμίνη D₂ (εργοκαλσιφερόλη) παράγεται από την υπεριώδη ακτινοβολία της εργοστερόλης.

Σε χαμηλές δόσεις, η βιταμίνη D₂ και η βιταμίνη D₃ φαίνεται να είναι ισοδύναμες, αλλά σε υψηλότερες δόσεις η βιταμίνη D₂ φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη βιταμίνη D₃ (Mangels, 2014). Επειδή η βιταμίνη D επηρεάζει μεγάλο αριθμό μεταβολικών οδών πέρα από τον μεταβολισμό των οστών, ορισμένοι ειδικοί προτείνουν καθημερινή πρόσληψη βιταμίνης D από 1.000 έως 2.000 IU ή ακόμα και περισσότερο (I.O.M., 2011; Wacker & Holick, 2013).

3)2.6. Ιώδιο

Επειδή οι φυτικές δίαιτες μπορεί να έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ιώδιο, οι χορτοφάγοι που δεν καταναλώνουν βασικές πηγές ιωδίου, όπως το ιωδιούχο αλάτι ή φυτικά τρόφιμα της θάλασσας (όπως τα φύκια), ενδέχεται να διατρέχουν κίνδυνο ανεπάρκειας ιωδίου (Leung et al., 2011; Wilson, 2011). Η περιεκτικότητα σε ιώδιο των φυτικών τροφίμων της θάλασσας ποικίλλει ευρέως και αρκετοί χορτοφάγοι καταφέρνουν να εξασφαλίζουν σημαντικές ποσότητες ιωδίου. Βέβαια, οι προσλήψεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν το ανώτατο επίπεδο πρόσληψης που είναι 1.100 mg για τους ενήλικες (Teas et al., 2004). Πιο συγκεκριμένα όμως, για τις γυναίκες χορτοφάγους σε ηλικία τεκνοποίησης συστήνεται η συμπληρωματική πρόσληψη 150 mg ιωδίου την ημέρα (Leung et al., 2011). Εκτός από το αλάτι, τα γαλακτοκομικά προϊόντα επίσης μπορεί να περιέχουν ιώδιο, αν και οι ποσότητες είναι συνήθως μικρές και μπορεί να ποικίλλουν σημαντικά.

Μέχρι σήμερα, υπάρχουν τουλάχιστον δύο αναφορές νεογνικού υποθυρεοειδισμού σε νεογνά όπου οι μητέρες ακολουθούσαν αυστηρή χορτοφαγική διαίτα (Borak, 2005; Shaikh et al., 2003). Επίσης, με βάση κάποια ευρήματα από

Ευρωπαϊκές μελέτες φαίνεται πως η περιεκτικότητα σε ιώδιο μιας χορτοφαγικής διαίτας στη Σουηδία δίνει κατά μέσο όρο περίπου 40 µg ιωδίου ανά 1000 kcal, ενώ αντίστοιχα μια μικτή διαίτα μπορεί να δώσει κατά μέσο όρο 156 µg ιωδίου ανά 1000 kcal (Abdulla et al., 1981). Παρόμοια αποτελέσματα έχει δείξει και σχετική έρευνα σε χορτοφάγους στη Γερμανία (Waldmann et al., 2003). Επίσης, αντίστοιχη μελέτη στη Βρετανία έδειξε ότι η περιεκτικότητα χορτοφαγικών διαιτών ήταν κάτω από τα συνιστώμενα επίπεδα πρόσληψης ιωδίου (Draper et al., 1993). Ωστόσο, δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα σχετικά με τη λειτουργία του θυρεοειδή αδένος σε χορτοφάγους για να υπάρχει μια ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με το αν υπάρχει σύνδεση μεταξύ της χαμηλής πρόσληψης ιωδίου και της λειτουργίας του.

3)2.7. Βιταμίνη B12

Η βιταμίνη B12 αποτελεί επίσης ένα συστατικό, η πρόσληψη του οποίου μας ανησυχεί στους χορτοφάγους, καθώς δεν βρίσκεται στα φυτικά τρόφιμα (Baroni et al., 2019; Herrmann & Obeid, 2008; Obeid et al., 2019). Τροφές που έχουν υποστεί ζύμωση αλλά και τρόφιμα όπως η σπιρουλίνα και τα φύκια δεν μπορούν να αποτελέσουν ικανοποιητικές πηγές της βιταμίνης αυτής καθώς περιέχουν μικρές ποσότητες. Συνεπώς, οι χορτοφάγοι πρέπει να καταναλώνουν τακτικά καλές πηγές βιταμίνης B12, δηλαδή τρόφιμα ενισχυμένα στη B12 ή συμπληρώματα που περιέχουν B12 διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος να εμφανίσουν ανεπάρκεια, όπως φαίνεται σε μελέτες περίπτωσης χορτοφάγων βρεφών, παιδιών και ενηλίκων (Lederer et al., 2019; Majchrzak et al., 2007; Schüpbach et al., 2017).

Έτσι τα ενισχυμένα τρόφιμα και τα συμπληρώματα διατροφής αποτελούν μονόδρομο για τους χορτοφάγους, καθώς άλλες πηγές όπως το γάλα ή το αυγό δεν μπορεί να δώσει στο άτομο επαρκή ποσότητα της βιταμίνης. Τα πρώιμα συμπτώματα σοβαρής ανεπάρκειας B12 είναι ασυνήθιστη κόπωση, μυρμήγκιασμα στα δάχτυλα, μείωση της γνωστικής λειτουργίας, προβλήματα στη πέψη και μειωμένη ανάπτυξη στα μικρά παιδιά (Winston John Craig, 2010; O’Leary & Samman, 2010).

Στην υποκλινική φάση της ανεπάρκειας της B12 μπορεί εμφανιστεί αυξημένη ομοκυστεΐνη. Άτομα με χαμηλή ή μηδενική πρόσληψη B12 μπορεί να αισθάνονται υγιή. Ωστόσο, η μακροχρόνια υποκλινική ανεπάρκεια μπορεί να οδηγήσει σε εγκεφαλικό επεισόδιο, άνοια και κακή υγεία των οστών (Donaldson, 2000; Wilson, 2011).

Η B12 μπορεί να βρεθεί σε διάφορες μορφές. Για παράδειγμα, η κυανοκοβαλαμίνη χρησιμοποιείται συχνότερα σε εμπλουτισμένα τρόφιμα και συμπληρώματα διατροφής λόγω της σταθερότητάς της. Η μεθυλοκοβαλαμίνη και η αδενοσυλοκοβαλαμίνη είναι μορφές που χρησιμοποιούνται στις ενζυματικές αντιδράσεις του οργανισμού. Όταν δεν χρησιμοποιείται η κυανοκοβαλαμίνη στο συμπληρώματα αλλά κάποια άλλη μορφή της B12, τότε ίσως χρειάζονται μεγαλύτερες δόσεις για να αποδώσουν το ίδιο φυσιολογικό αποτέλεσμα στον οργανισμό (Obeid et al., 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II – Η ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΑ ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ

Η χορτοφαγία έχει γίνει αρκετά δημοφιλής τα τελευταία χρόνια και θα σε κάποιο βαθμό θα μπορούσαμε να την χαρακτηρίσουμε ως διατροφικό «trend».

Βέβαια, η δημοτικότητα της ενδεχομένως να οφείλεται και στα πολλαπλά οφέλη για την υγεία που προσφέρει, όπως αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η χορτοφαγία μάλιστα έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο και στον αθλητικό κόσμο, με πολλούς αθλητές να πορωθούν και να «διαφημίζουν» την ακολουθία μιας χορτοφαγικής δίαιτας, ιδιαίτερα μέσα από τους προσωπικούς τους λογαριασμούς στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Αρκετοί αθλητές υψηλού επιπέδου και ευρείας αναγνωρισιμότητας, όπως ο πρώην παγκόσμιος πρωταθλητής πυγμαχίας David Haye και η πρωταθλήτρια τένις Venus Williams, φαίνεται πως έχουν υιοθετήσει μια χορτοφαγική διατροφή τα τελευταία χρόνια. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μια ανησυχία σχετικά με την επίδραση μιας χορτοφαγικής δίαιτας στην απόδοση του αθλητή, σήμερα υπάρχουν μερικοί επαγγελματίες χορτοφάγοι αθλητές όπως η Fiona Oakes που συμμετέχει σε υπερ-μαραθωνίους και κατέχει το τέταρτο παγκόσμιο, ο Scott Jurek που έχει επίσης πολλές διακρίσεις στον υπερ-μαραθώνιο και ο Rich Roll που θεωρείται κορυφαίος τριαθλητής (Katharina C, 2020). Η αυξημένη προβολή των χορτοφάγων αθλητών θα μπορούσε να βοηθήσει στη διάδοση της χορτοφαγίας, ιδιαίτερα εάν οι αθλητές που την ακολουθούν είναι αθλητές υψηλού επιπέδου όπως ολυμπιονίκες, παγκόσμιοι πρωταθλητές, κ.λπ.

2.1. Στατιστικά στοιχεία χορτοφάγων αθλητών

Μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν πολλά στατιστικά δεδομένα σχετικά με τα ποσοστά των χορτοφάγων και των άλλων κατηγοριών χορτοφαγικών διαιτών σε αθλητές. Ωστόσο από τα λίγα διαθέσιμα φαίνεται να υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία

όσον αφορά τη συχνότητα των αθλητών που ακολουθούν χορτοφαγική διαίτα, τόσο μεταξύ διαφορετικών χωρών όσο και από άθλημα σε άθλημα.

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στους Αγώνες της Κοινοπολιτείας του Δελχί (διεθνείς αγώνες) το 2010, περίπου το ένα τρίτο όλων των αθλητών ανέφεραν ότι είναι χορτοφάγοι ή αποφεύγουν το κρέας (Pelly & Burkhardt, 2014). Αυτοί οι αθλητές, που πιθανότατα τηρούν χορτοφαγική βασισμένη στα φυτικά τρόφιμα διατροφή, περιλάμβαναν αθλητές αναπτυσσόμενων χωρών (31%), αθλητές που συμμετείχαν σε αθλήματα με κατηγορίες βάρους (42%) και γυναίκες αθλήτριες (Pelly & Burkhardt, 2014). Αρκετοί χορτοφάγοι αθλητές ανέφεραν επίσης ότι ακολουθούσαν μια χορτοφαγική διαίτα για την αποφυγή τροφών που περιείχαν πρόσθετα, και ανέφεραν τη σύνθεση των θρεπτικών συστατικών ως τον κύριο λόγο για την ακολουθία μιας χορτοφαγικής διατροφής.

Μια άλλη μελέτη του 2016 εξέτασε τις διατροφικές συμπεριφορές σε μαραθωνοδρόμους όπου συμμετείχαν 422 άνδρες και γυναίκες δρομείς. Σύμφωνα με τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης οι περισσότεροι συμμετέχοντες, που αντιστοιχούσαν στο 66.1% του συνολικού δείγματος, ανέφεραν ότι ακολουθούσαν μια διαίτα μέτρια σε υδατάνθρακες και λιπαρά. Συνολικά, 139 συμμετέχοντες ακολουθούσαν κάποια ειδική διατροφή τον τελευταίο χρόνο, και από αυτές η πιο συνηθισμένη ήταν η χορτοφαγική διαίτα (9.2 %) και ακολουθούσαν η παλαιολιθική διαίτα (3.8 %), διαίτα χωρίς γλουτένη (3.6 %) και διαίτα χαμηλή σε υδατάνθρακες (4.8). Γενικά, πιστεύεται ότι τα ποσοστά χορτοφαγίας στους αθλητές είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα ποσοστά του γενικού πληθυσμού, όπου υπολογίζεται πως περίπου το

22% του παγκόσμιου πληθυσμού ακολουθούν κάποιο είδος χορτοφαγικής διατροφής (Lis et al., 2019).

2.2. Οφέλη για την υγεία του αθλητή

Το να είναι κάποιος υγιής είναι μια βασική προϋπόθεση για την επιτυχία του στον αθλητισμό. Η επίτευξη των σωρευτικών οφελών για την υγεία που προκύπτουν από την αλληλένδετη εφαρμογή και των δύο βασικών παραγόντων του τρόπου ζωής - μια υγιεινή διατροφή στα πλαίσια της χορτοφαγίας και η άσκηση μέσα από τη συμμετοχή στον αθλητισμό- είναι προφανής σε χορτοφάγους αθλητές.

Παρά το γεγονός ότι οι έρευνες σχετικά με τη σχέση υγείας και χορτοφαγικής διατροφής σε αθλητές είναι περιορισμένες, μπορούμε να ισχυριστούμε πως τα οφέλη των χορτοφαγικών διαιτών που έχουν περιγράψει αναλυτικά για τον γενικό πληθυσμό ισχύουν και για τους αθλητές. Γενικά, πιστεύεται πως ένα άτομο το οποίο ακολουθεί μια χορτοφαγική δίαιτα είναι πιο ευαισθητοποιημένο σε θέματα υγείας και το ίδιο φαίνεται να ισχύει και για τους αθλητές.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μιας μελέτης, από ένα σύνολο 245 δρομέων, οι 91 που ήταν αυστηροί χορτοφάγοι ήταν και πιο ευαισθητοποιημένοι για την υγεία τους σε σχέση με τους υπόλοιπους αθλητές (Wirnitzer et al., 2019). Συνολικά, σε οκτώ διαστάσεις της κατάστασης της υγείας που αξιολογήθηκαν στους δρομείς αντοχής, η συμβολή των χορτοφάγων στην καλή κατάσταση των δρομέων κυμάνθηκε από 61 έως 91%. Με το 75% αυτών να εμφανίζουν τις υψηλότερες βαθμολογίες για την διάσταση «επιλογή φαγητού», και να αναφέρουν ότι επιλέγουν φαγητό με γνώμονα τη διατήρηση της υγείας, για να λάβουν συγκεκριμένα συστατικά, π.χ. φυτοχημικά ή ακόμη και για να αποφευχθούν συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά

όπως γλυκαντικά, κορεσμένα λιπίδια και χοληστερόλη. Συμπερασματικά, οι χορτοφάγοι δρομείς βρέθηκαν όχι μόνο να είναι πιο ευαισθητοποιημένοι σε θέματα υγείας αλλά και συνέδεαν και τις τροφικές τους επιλογές για αυτό το λόγο. Επίσης, έχει βρεθεί ότι οι χορτοφάγοι δρομείς έχουν υψηλή βαθμολογία στις κλίμακες ποιότητας ζωής (Boldt et al., 2018).

2.2.1. Αθηροσκλήρωση και καρδιαγγειακή υγεία

Μια χαμηλή σε λιπίδια, χορτοφαγική διαίτα, μαζί με άλλες υγιεινές αλλαγές στον τρόπο ζωής, έχει αποδειχθεί ότι αναστρέφει την αθηροσκλήρωση (D. Ornish et al., 1990). Σε σύγκριση με τους κρεατοφάγους, οι χορτοφάγοι είναι 32% λιγότερο πιθανό να αναπτύξουν στεφανιαία νόσο (Crowe et al., 2013). Οι αρτηριακές αλλαγές που συμβάλλουν στην αθηροσκλήρωση μπορεί να ξεκινήσουν από πολύ νωρίς στη ζωή (Visentin et al., 2014). Μάλιστα, έχει αναφερθεί ότι στις δυτικές κοινωνίες αρκετά παιδιά εμφανίζουν εναπόθεση λίπους στην αριστερή πρόσθια στεφανιαία αρτηρία, και περισσότερο από 5% έχουν πιο προχωρημένη στεφανιαία νόσο (McGill et al., 2000; Strong et al., 1992). Μέχρι την ηλικία των 20 ετών, περίπου το 10% του πληθυσμού στις ανεπτυγμένες χώρες εμφανίζει αθηροσκληρωτικές βλάβες στην κοιλιακή αορτή (Kaupila, 2009).

Οι αθλητές δεν είναι άνευ κινδύνου εμφάνισης αθηροσκλήρωσης ή καρδιακών επεισοδίων (Sheppard, 2012). Παραδόξως, οι αθλητές αντοχής μπορεί να έχουν πιο προχωρημένη αθηροσκλήρωση και περισσότερη βλάβη του μυοκαρδίου, σε σύγκριση με καθιστικά άτομα, ιδιαίτερα καθώς μεγαλώνουν. Σε μια μελέτη του 2017 στο Ηνωμένο Βασίλειο, βρέθηκαν στεφανιαίες πλάκες στο 44% των αθλητών μέσης και μεγαλύτερης ηλικίας που ασχολούνται με ποδηλασία ή τρέξιμο, σε σύγκριση με το 22% των καθιστικών ατόμων (Merghani et al., 2017). Ομοίως, μια μελέτη 50

ανδρών που είχαν τρέξει τουλάχιστον 25 διαδοχικούς μαραθωνίους έδειξε ότι οι δρομείς είχαν αυξημένο συνολικό και ασβεστοποιημένο όγκο αθηρωματικών πλακών σε σύγκριση με άτομα που είχαν καθιστική ζωή (Schwartz et al., 2014). Σε μια μελέτη ενεργών δρομέων μαραθωνίου ηλικίας 50 ετών, η βλάβη του μυοκαρδίου, όπως μετρήθηκε με απεικόνιση μαγνητικού τομογράφου, βρέθηκε στο 12% των ενεργών δρομέων, σε αντίθεση με το 4% των ατόμων με καθιστικές συνήθειες (Breuckmann et al., 2009).

Οι ξαφνικοί καρδιακοί θάνατοι που σχετίζονται με τον αθλητισμό είναι ασυνήθιστοι, αλλά αυξάνονται με την ηλικία. Σε ηλικιωμένους αθλητές, αυτοί οι θάνατοι οφείλονται συνήθως σε στεφανιαία νόσο, στη οποία μάλιστα αποδίδεται πάνω από το 80% των περιπτώσεων (Chugh & Weiss, 2015). Αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι ακόμη και οι καλά προπονημένοι αθλητές διατρέχουν σημαντικό κίνδυνο για αθηροσκλήρωση και βλάβη του μυοκαρδίου. Αυτό που δεν δείχνουν όμως αυτές οι μελέτες είναι αν αυτές οι αλλαγές είναι οι συνέπειες της έντονης αθλητικής δραστηριότητας ή των τροφίμων που χρησιμοποιούνται συχνά για την τροφοδοτήσή της. Στο βαθμό που η αυξημένη κατανάλωση ζωικών προϊόντων παρέχει την ενέργεια για αυξημένη αθλητική δραστηριότητα, τα κορεσμένα λιπίδια και η χοληστερόλη τους και η σχετική απουσία αντιοξειδωτικών και φυτικών ινών μπορεί να συμβάλλουν σε αθηροσκληρωτικές αλλαγές. Συνεπώς, η ακολουθία μια δίαιτας βασισμένη σε φυτικά τρόφιμα θα μπορούσε ενδεχομένως να είναι ένας σημαντικός παράγοντας προστασίας σε αυτές τις περιπτώσεις.

2.2.2. Ασκησιογενές οξειδωτικό στρες

Οι ρίζες υπεροξειδίου, το υπεροξειδίο του υδρογόνου, οι ρίζες υδροξυλίου και το απλό οξυγόνο αποτελούν μερικά από τα πιο γνωστά ενεργά είδη οξυγόνου, τα οποία παράγονται ως μεταβολικά υποπροϊόντα στα βιολογικά συστήματα (Sato et al., 2013). Μεταβολικές διαδικασίες, όπως η φωσφορυλίωση των πρωτεϊνών, η ενεργοποίηση πολλών μεταγραφικών παραγόντων, η απόπτωση, η ανοσία και η διαφοροποίηση, εξαρτώνται από την παραγωγή και την παρουσία ενεργών μορφών οξυγόνου μέσα στα κύτταρα, αλλά πρέπει να διατηρηθούν σε χαμηλά επίπεδα (Rajendran et al., 2014). Όταν αυξάνεται η παραγωγή ενεργών μορφών οξυγόνου, αρχίζουν να παρουσιάζονται επιβλαβείς επιδράσεις σε σημαντικές κυτταρικές δομές όπως οι πρωτεΐνες, τα λιπίδια και τα νουκλεϊκά οξέα (Alkadi, 2020). Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητικών δεδομένων έχει δείξει ότι το οξειδωτικό στρες μπορεί να είναι υπεύθυνο, με διαφορετικούς βαθμούς σημαντικότητας, στην έναρξη και την εξέλιξη διαφόρων ασθενειών, όπως ο καρκίνος, ο σακχαρώδης διαβήτης, οι μεταβολικές διαταραχές, η αθηροσκλήρωση και οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Taniyama & Griendling, 2003).

Οι ενεργές μορφές οξυγόνου παράγονται κυρίως από τα μιτοχόνδρια, τόσο σε φυσιολογικές όσο και σε παθολογικές καταστάσεις. Για παράδειγμα, οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου μπορεί να σχηματιστούν κατά την κυτταρική αναπνοή, από λιποξυγενάσες και κυκλοοξυγενάσες κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού του αραχιδονικού οξέος, και από ενδοθηλιακά και φλεγμονώδη κύτταρα (Al-Gubory et al., 2012). Παρά το γεγονός ότι τα μιτοχόνδρια έχουν διάφορους μηχανισμούς εξουδετέρωσης των αντιδραστικών ειδών οξυγόνου, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτοί οι μηχανισμοί πολλές φορές δεν επαρκούν για την αντιμετώπιση της κυτταρικής

ανάγκης για εκκαθάριση της ποσότητας των ενεργών μορφών οξυγόνου που παράγεται από τα μιτοχόνδρια (Alkadi, 2020; Glasauer & Chandel, 2014).

Η ανακάλυψη ότι η μυϊκή άσκηση αυξάνει την οξειδωτική βλάβη στους ανθρώπους και στα ζώα έγινε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 (Brady et al., 1979; Dillard et al., 1978). Αν και η βιολογική σημασία αυτού του ευρήματος αρχικά ήταν ασαφής, αυτές οι μελέτες δημιούργησαν ενδιαφέρον ώστε μελλοντικές έρευνες να εξετάσουν τον σημαντικό ρόλο που παίζουν οι ελεύθερες ρίζες, οι ενεργές μορφές αζώτου και οξυγόνου στους σκελετικούς μυς και σε άλλα μεταβολικά ενεργά όργανα κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Αρκετές μελέτες σε αυτόν τον τομέα έχουν δείξει ότι ενώ η ανεξέλεγκτη παραγωγή ενεργών μορφών αζώτου και οξυγόνου μπορεί να βλάψει τα κύτταρα, τα ενδοκυτταρικά οξειδωτικά παίζουν επίσης σημαντικούς ρυθμιστικούς ρόλους στη παραγωγή της μυϊκής δύναμης, στη ρύθμιση των οδών σηματοδότησης των κυττάρων και στον έλεγχο της γονιδιακής έκφρασης (Dröge, 2002; McClung et al., 2010; Powers et al., 2010; Powers & Jackson, 2008).

Η παραγωγή υψηλών επιπέδων ενεργών μορφών οξυγόνου στα κύτταρα προάγει οξειδοαναγωγικές διαδικασίες που οδηγούν σε οξειδωτική βλάβη στα κυτταρικά συστατικά. Τα ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι η χρόνια οξειδωτική βλάβη σχετίζεται με την παθογένεση αρκετών εκφυλιστικών ασθενειών (Liguori et al., 2018; Valko et al., 2006; Wei et al., 2009).

Παρά το γεγονός ότι η τακτική σωματική δραστηριότητα προάγει οφέλη για την υγεία, η έντονη και η παρατεταμένη άσκηση οδηγεί σε οξεία αύξηση στην παραγωγή αντιδραστικών ειδών οξυγόνου, όπως αποδεικνύεται από αυξημένους

βιοδείκτες οξειδωτικής βλάβης τόσο στο αίμα όσο και στους σκελετικούς μύες μετά την άσκηση (Powers & Jackson, 2008). Το γεγονός ότι η μυϊκή άσκηση προάγει την παραγωγή ενεργών μορφών οξυγόνου έρχεται σε αντίθεση με το γεγονός ότι η τακτική σωματική άσκηση είναι η μια συμπεριφορά υγείας που σχετίζεται με μείωση της θνησιμότητας όλων των αιτιών στους ανθρώπους, αλλά και με τη μείωση της εμφάνισης αρκετών χρόνιων εκφυλιστικών ασθενειών (Kraus et al., 2019).

Βιοχημικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι ενεργές μορφές οξυγόνου παράγονται συνεχώς στο σκελετικό μυ τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και κατά τη διάρκεια της άσκησης. Το σημαντικότερο είναι ότι οι ενεργές μορφές οξυγόνου διαμορφώνουν μια ποικιλία φυσιολογικών διαδικασιών, συμπεριλαμβανομένης της ρύθμισης της ροής του αίματος, της παραγωγής μυϊκής δύναμης και της προσαρμογής των μυών στην άσκηση.

Παρόλο που η άσκηση μικρής διάρκειας και χαμηλής έντασης δεν φαίνεται να προάγει το οξειδωτικό στρες, οι οξείες περίοδοι παρατεταμένης και υψηλής έντασης άσκησης αντοχής σε μη καλά προπονημένα άτομα έχει ως αποτέλεσμα αυξήσεις στους βιοδείκτες του οξειδωτικού στρες τόσο στο αίμα όσο και στους ενεργούς σκελετικούς μύες (Lawler et al., 1993; Quindry et al., 2003). Ωστόσο, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροχρόνια, η προπόνηση αντοχής αυξάνει τις αντιοξειδωτικές ενζυμικές δραστηριότητες στους προπονημένους μύες και αντισταθμίζει το οξειδωτικό στρες που προκαλείται από την άσκηση (Vincent et al., 1999, 2000). 73,74

Η τρέχουσα έρευνα προτείνει διάφορους τρόπους με τους οποίους η άσκηση μπορεί να αυξήσει την παραγωγή ελεύθερων ριζών και στη συνέχεια να προκαλέσει

οξειδωτικό στρες (Kawamura & Muraoka, 2018; Simioni et al., 2018). Η κύρια οδός περιλαμβάνει διαρροή ηλεκτρονίων από τα μιτοχόνδρια κατά την κυτταρική αναπνοή, ειδικά κατά τη διάρκεια της αερόβιας άσκησης, όπου υπάρχει αύξηση της ροής οξυγόνου, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής ελεύθερων ριζών (Mastaloudis et al., 2006). Φυσιολογικές οδοί που σχετίζονται με την άσκηση, όπως αυτές που αφορούν τον μυϊκό τραυματισμό, τις διαταραχές σε πρωτεΐνες που περιέχουν σίδηρο και την παραγωγή της οξειδάσης της ξανθίνης, μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε αυξημένο οξειδωτικό στρες (Bloomer et al., 2005, 2006).

Επιπλέον, η οξείδωση των κατεχολαμινών μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγή ριζών. Ομοίως, οι αιμοπρωτεΐνες όπως η οξυαιμοσφαιρίνη και η οξυμυοσφαιρίνη μπορούν να υποστούν αυτόματη οξείδωση ως αποτέλεσμα της άσκησης, προκαλώντας έτσι σχηματισμό ελεύθερων ριζών, ειδικά υπεροξειδίου (Cooper et al., 2002).

Μια σχετική μετα-ανάλυση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η βλάβη του DNA που συμβαίνει σε ορισμένα κύτταρα αμέσως μετά από μια οξεία περίοδο άσκησης αντοχής διαρκεί έως και 24 ώρες. Ωστόσο, αυτή η βλάβη του DNA που προκαλείται από την άσκηση δεν είναι ανιχνεύσιμη αρκετές ημέρες μετά την άσκηση και αυτό πιθανότατα να οφείλεται στον μηχανισμό επιδιόρθωσης του DNA που έχει αναπτυχθεί λόγω των προσαρμογών στην άσκηση (Tryfidou et al., 2020).

Ωστόσο, η έντονη προπόνηση και ο μεγάλος προπονητικός όγκος που επιτυγχάνεται από τους επαγγελματίες αθλητές και τους αθλητές υψηλού επιπέδου, μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη παραγωγή ελεύθερων ριζών και ενεργών μορφών οξυγόνου. Το αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα του σώματος παίζει καθοριστικό

ρόλο στη μείωση της παρουσίας ελεύθερων ριζών και ενεργών μορφών οξυγόνου που παράγονται μέσω της άσκησης (Bloomer et al., 2006; Hudson et al., 2008).

Τα αντιοξειδωτικά επίσης, παίζουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση του οξειδωτικού στρες καθώς είναι μόρια που αντιδρούν με τα οξειδωτικά μόρια (Clarkson & Thompson, 2000). Τα αντιοξειδωτικά μετριάζουν την επίδραση των ελεύθερων ριζών σε ένα μόριο δεοξυριβονουκλεϊκού οξέος (DNA), υδατάνθρακα ή λιπιδίου, δωρίζοντας ένα ηλεκτρόνιο ή δεχόμενα ένα ηλεκτρόνιο από μια ελεύθερη ρίζα για να το καταστήσουν λιγότερο ενεργό (Fang et al., 2002). Τα αντιοξειδωτικά μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως συμπαράγοντες για να διασφαλίσουν ότι υπάρχει κατάλληλο περιβάλλον μείωσης της οξείδωσης, έτσι ώστε οι ελεύθερες ρίζες να μπορούν να εξουδετερωθούν (Berger et al., 2012; Taherkhani et al., 2021).

Τα αντιοξειδωτικά, τόσο τα ενδογενή όσο και τα εξωγενή, λειτουργούν για την προστασία των κυττάρων του σώματος από τις δυνητικά βλαβερές επιδράσεις του οξειδωτικού στρες (Bouayed & Bohn, 2010; Margaritelis et al., 2018). Η αντιοξειδωτική κατάσταση μπορεί επομένως να προσδιοριστεί από τη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών βιταμινών και μετάλλων σε ένα δείγμα αίματος (Rauma & Mykkanen, 2000). Το κάπνισμα, η προπονητική κατάσταση, η ηλικία και οι συγκεντρώσεις ορισμένων ορμονών είναι μερικοί από τα τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την αντιοξειδωτική κατάσταση σε έναν αθλητή. Μια δίαιτα πλούσια σε αντιοξειδωτικά, όπως μια χορτοφαγική δίαιτα, μπορεί να βελτιώσει την αντιοξειδωτική κατάσταση ενός ατόμου (Rauma & Mykkänen, 2000; Szeto et al., 2004).

Οι χορτοφάγοι έχουν αποδειχθεί ότι καταναλώνουν συνήθως μεγαλύτερες ποσότητες αντιοξειδωτικών από τη διατροφή τους σε σχέση με τους παμφάγους και μπορεί να έχουν βελτιωμένη αντιοξειδωτική κατάσταση (Krajčovicová-Kudlácková et al., 1996; Szeto et al., 2004). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μια κρεατοφαγική διατροφή που περιλαμβάνει επαρκείς ποσότητες φρούτων και λαχανικών μπορεί επίσης να οδηγήσει σε παρόμοια κατάσταση του αντιοξειδωτικού συστήματος (Šebeková et al., 2006).

Οι χορτοφάγοι έχουν υψηλότερες προσλήψεις βιταμίνης C, βιταμίνης E και β-καροτενίου σε σχέση με τους κρεατοφάγους, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αντιοξειδωτική τους κατάσταση μπορεί να είναι υψηλότερη (Szeto et al., 2004; Venderley & Campbell, 2006). Μάλιστα, η πρόσληψη βιταμίνης C έχει σταθερά αποδειχθεί ότι είναι υψηλότερη μεταξύ των χορτοφάγων (Rauma et al., 1995; Szeto et al., 2004), ενώ τα δεδομένα είναι αντικρουόμενα για την πρόσληψη βιταμίνης E, με μερικές μελέτες να προτείνουν ότι οι χορτοφάγοι έχουν υψηλότερη πρόσληψη (Rauma & Mykkänen, 2000), ενώ άλλες μελέτες υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των χορτοφαγικών και των κρεατοφαγικών διαιτών (Szeto et al., 2004). Η βιταμίνη E έχει αποδειχθεί ότι λειτουργεί τόσο ως αντιοξειδωτικό όσο και ως προ-οξειδωτικό ανάλογα με το επίπεδο του οξειδωτικού στρες. Έτσι, ενώ η πρόσληψη βιταμίνης E μπορεί να είναι υψηλότερη στους χορτοφάγους από ότι στους κρεατοφάγους, μπορεί επίσης να δρα ως προ-οξειδωτικό και κατά συνέπεια να προκαλεί ένα οξειδωτικό περιβάλλον.

Σε μια μελέτη των Rauma και συνεργατών (1995), βρέθηκε ότι οι χορτοφάγοι είχαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τους κρεατοφάγους και αυτό

επιβεβαιώθηκε τόσο από διατροφικά δεδομένα όσο και από δείγματα αίματος (Rauma et al., 1995). Συγκεκριμένα, οι χορτοφάγοι είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις βιταμινών C, E, βήτα-καροτενίου και αντιοξειδωτικών ενζύμων στο αίμα από τους κρεατοφάγους (Rauma et al., 1995). Ωστόσο, οι χορτοφάγοι στη συγκεκριμένη μελέτη κατανάλωναν ωμή τροφή, επομένως τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης πρέπει να ερμηνεύεται με προσοχή καθώς δεν καταναλώνουν αποκλειστικά ωμά τρόφιμα όλοι οι χορτοφάγοι. Το ωμό φαγητό μπορεί να διατηρήσει καλύτερα το αντιοξειδωτικό περιεχόμενο του, κάνοντας έτσι άνιση τη σύγκριση με τη διατροφή των κρεατοφάγων (Ismail et al., 2004)

Οι Szeto και συνεργάτες (2004) έδειξαν ότι αν και οι χορτοφάγοι συμμετέχοντες κατανάλωναν σημαντικά περισσότερη βιταμίνη C και συνέβαλαν περισσότερο στην αντιοξειδωτική κατάσταση, η συνολική αντιοξειδωτική κατάσταση δεν ήταν σημαντικά καλύτερη στους χορτοφάγους από ό,τι στους κρεατοφάγους. Φαίνεται ότι δεν υπάρχει επαρκής βιβλιογραφία για τα επίπεδα του οξειδωτικού στρες και της αντιοξειδωτικής κατάστασης των χορτοφάγων σε σύγκριση με τους κρεατοφάγους ως απόκριση στην άσκηση. Η διαθέσιμη βιβλιογραφία παρουσιάζει αντικρουόμενα αποτελέσματα σχετικά με την αντιοξειδωτική κατάσταση των χορτοφάγων σε σύγκριση με τους κρεατοφάγους σε κατάσταση ηρεμίας (Rauma & Mykkänen, 2000; Szeto et al., 2004).

Σε μια πρόσφατη μελέτη των Nebl και συνεργατών (2019) βρέθηκε επίσης ότι η πρόσληψη βιταμίνης C και E ήταν υψηλότερη στους χορτοφάγους αθλητές σε σχέση με τους κρεατοφάγους και του γαλακτο-ωο-φάγους (Nebl, Drabert, et al., 2019). Ωστόσο, οι δείκτες οξειδωτικού στρες πριν την άσκηση, δεν διέφεραν μεταξύ

των τριών αυτών ομάδων. Από την άλλη πλευρά, τα νιτρικά του πλάσματος ήταν υψηλότερα τόσο στους γαλακτο-ωο-φάγους όσο και στους χορτοφάγους. Αυτή η μελέτη έδειξε επίσης πως το ασκησιογενές οξειδωτικό στρες ήταν υψηλότερα στους γαλακτο-ωο-φάγους όσο και στους χορτοφάγους σε σχέση με τους κρεατοφάγους (Nebl, Drabert, et al., 2019). Συνεπώς, με βάση αυτή τη μελέτη δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί η υπεροχή της χορτοφαγικής δίαιτας στο ασκησιογενές οξειδωτικό στρες.

Μια άλλη μελέτη σχετικά με το οξειδωτικό στρες σε χορτοφάγους από τους Vanacore και συνεργάτες (2018) έδειξε ότι υπήρχαν υψηλά επίπεδα δραστικών ουσιών θειοβαρβιτουρικού οξέος και χαμηλά επίπεδα νιτρώδους τόσο στους χορτοφάγους όσο και στους κρεατοφάγους. Οι Vanacore και συνεργάτες (2018) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αυστηρή χορτοφαγική διαίτα είχε μικρή αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με υπόλοιπες άλλες δίαιτες (Vanacore et al., 2018).

Ενώ οι αναλύσεις μεταξύ χορτοφαγικών και κρεατοφαγικών διαιτών καταδεικνύουν ότι η πρόσληψη αντιοξειδωτικών είναι σταθερά υψηλότερη στις χορτοφαγικές δίαιτες, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη αντιοξειδωτική κατάσταση, δεν είναι ξεκάθαρη η επίδραση αυτής της υψηλότερης πρόσληψης στην αντιοξειδωτική ικανότητα. Συνεπώς, τα μέχρι τώρα ευρήματα της βιβλιογραφίας δεν μπορούν να καταστήσουν σαφές το αν η χορτοφαγική διαίτα μπορεί να μειώσει το οξειδωτικό στρες και το ασκησιογενές οξειδωτικό στρες στους αθλητές. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι σχετικές μελέτες στη βιβλιογραφία είναι αρκετά περιορισμένες και απαιτείται εμπλουτισμός της υπάρχουσας βιβλιογραφίας με νέα

δεδομένα, ώστε να έχουμε μία πιο ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με την επίδραση της χορτοφαγικής διαίτας στο οξειδωτικό στρες των αθλητών.

2.3. Διατροφικοί κίνδυνοι και σημεία προσοχής στους χορτοφάγους αθλητές

Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Ένωση Διαιτολόγων (American Dietetic Association, ADA), οι χορτοφαγικές δίαιτες είναι διατροφικά επαρκείς για όλα τα στάδια της ζωής του ανθρώπου και για τους αθλητές. Ωστόσο, πολλές συζητήσεις σχετικά με τη διατροφική επάρκεια της χορτοφαγικής διαίτας επικεντρώνονται στην αποφυγή ελλείψεων σε θρεπτικά συστατικά παρά στη συμπερίληψη ολόκληρων τροφίμων που προάγουν την υγεία, τα οφέλη των οποίων υποστηρίζονται και από τη βιβλιογραφία (Winston J. Craig & Mangels, 2009).

Πολλές έρευνες υποστηρίζουν ότι μια γαλοκτο-ωο-φαγική διατροφή που βασίζεται σε μια ευρεία ποικιλία τροφίμων γενικά διασφαλίζει την παροχή όλων των θρεπτικών συστατικών στους ενήλικες (Winston J. Craig & Mangels, 2009; Hever, 2016). Παράλληλα, οι χορτοφαγικές δίαιτες φαίνεται να έχουν αρκετές ευεργετικές ιδιότητες έναντι πολλών χρόνιων ασθενειών (Orlich et al., 2015; Turner-McGrievy et al., 2015), αν και υπάρχουν ευρήματα ότι οι ισορροπημένες παμφαγικές δίαιτες μπορούν να επιτύχουν παρόμοια αποτελέσματα (Ford et al., 2009). Κατά συνέπεια, πολλές διατροφικές εταιρείες και ενώσεις προτείνουν τις ευέλικτες plant-based δίαιτες ως υγιεινή διατροφή για όλα τα στάδια της ζωής (Winston J. Craig & Mangels, 2009; Leitzmann, 2014).

Αντιθέτως, η αυστηρή χορτοφαγική διατροφή θεωρείται πιο επικίνδυνη λόγω του κινδύνου για ελλιπή πρόσληψη σημαντικών θρεπτικών συστατικών όπως

πρωτεΐνες, ω-3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας, ριβοφλαβίνη, κοβαλαμίνη, βιταμίνη D, ασβέστιο, σίδηρο και ψευδάργυρο (Richter et al., 2016). Συνεπώς, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός μιας αυστηρής χορτοφαγικής διατροφής αλλά και διατροφική εκπαίδευση των χορτοφάγων, ιδιαίτερα στο ξεκίνημα τους.

Γενικά, υπάρχουν αρκετές ανησυχίες σχετικά με την επάρκεια μικροθρεπτικών συστατικών μιας αυστηρής χορτοφαγικής δίαιτας. Η ADA έχει επισημάνει ως θρεπτικά συστατικά για χορτοφάγους που πρέπει να δίνεται προσοχή τα ω-3 λιπαρά, τον σίδηρο, τον ψευδάργυρο, το ιώδιο, το ασβέστιο, τη βιταμίνη D και τη βιταμίνη B12 (Winston J. Craig & Mangels, 2009).

Σε μία μελέτη που εξέτασε την διαιτητική πρόσληψη σε κρεατοφάγους, γαλακτο-ωο-φάγους και χορτοφάγους ερασιτέχνες αθλητές, βρέθηκε πως περισσότεροι από τους μισούς αθλητές και στις τρεις αυτές κατηγορίες δεν κάλυπταν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Η πρωτεϊνική πρόσληψη βρέθηκε χαμηλότερη στην ομάδα των χορτοφάγων (Nebl, Schuchardt, Wasserfurth, et al., 2019). Παράλληλα, βρέθηκε πως η επαρκής πρόσληψη ορισμένων θρεπτικών συστατικών, όπως η βιταμίνη D, φαίνεται να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το αν ο αθλητής λάμβανε κάποιο συμπλήρωμα διατροφής. Επίσης, βρέθηκε πως οι γυναίκες αθλήτριες που ακολουθούσαν μία κρεατοφαγική ή γαλακτο-ωο-φαγική δίαιτα κάλυπταν τις ανάγκες του σε σίδηρο μέσα από χρήση συμπληρωμάτων διατροφής. Αντιθέτως, οι γυναίκες αθλήτριες που ακολουθούσαν μία χορτοφαγική δίαιτα κάλυπταν τις ανάγκες τους εξ' ολοκλήρου από την πρόσληψη τροφίμων. Παρά το γεγονός ότι δεν γνωρίζουμε αν αυτή η επαρκής πρόσληψη σιδήρου μεταφράζεται σε επάρκεια των αποθεμάτων σιδήρου στον οργανισμό, είναι ένα σημαντικό εύρημα δεδομένου ότι τα τρόφιμα

φυτικής προέλευσης περιέχουν αρκετά μικρότερες ποσότητες σιδήρου σε σχέση με τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Συνεπώς, θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστεί για ποιο λόγο παρατηρείται αυτή η διαφορά μεταξύ των αθλητριών που ακολουθούν μία χορτοφαγική δίαιτα και των υπολοίπων, όσον αφορά την πρόσληψη σιδήρου. Ενδεχομένως, η συγκεκριμένη κατηγορία αθλητριών να έχει μία αυξημένη ευαισθητοποίηση σχετικά με την πρόσληψη σιδήρου και να καταφέρνουν να καλύπτουν τις ανάγκες τους εξολοκλήρου μέσα από τα τρόφιμα δίνοντας μεγαλύτερη προσοχή από ότι οι άλλες δύο κατηγορίες αθλητριών. Συχνά, οι χορτοφάγοι αθλητές και ιδίως όσοι ακολουθούν μακροχρόνια μια χορτοφαγική δίαιτα, είναι αρκετά ενήμεροι σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους και γνωρίζουν πως να επιλέγουν τρόφιμα ώστε να καλύπτουν όλες τις ανάγκες τους.

Μία άλλη βιοχημική μελέτη εξέτασε τα επίπεδα ορισμένων θρεπτικών συστατικών στο αίμα αθλητών που ακολουθούσαν κρεατοφαγική, γαλακτο-ωοφαγική και χορτοφαγική δίαιτα. Τα θρεπτικά συστατικά που αξιολογήθηκαν ήταν η βιταμίνη B12, το φυλλικό, η βιταμίνη D και ο σίδηρος. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως περίπου το 80% των αθλητών σε όλες τις ομάδες είχαν επαρκή επίπεδα B12, ενώ όσοι κατανάλωναν συμπληρώματα διατροφής είχαν υψηλότερα επίπεδα ανεξάρτητα από την δίαιτα που ακολουθούσαν (Nebl, Schuchardt, Ströhle, et al., 2019). Επίσης, παρατηρήθηκε χαμηλός επιπολασμός ανεπάρκειας στη βιταμίνη D και στις τρεις ομάδες, σε ποσοστό κάτω από 20%. Παράλληλα, λιγότερο από το 30% των αθλητών κάθε ομάδας βρέθηκε με χαμηλά αποθέματα σιδήρου, ωστόσο, ενώ κανείς αθλητής δεν είχε σιδηροπενική αναιμία (Nebl, Schuchardt, Ströhle, et al., 2019).

Αξίζει να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη μελέτη έγινε σε ένα σχετικά περιορισμένο δείγμα αθλητών (συνολικά 81) χωρίς σαφή μεθοδολογία σχετικά με το πώς επιλέχθηκαν αυτοί οι αθλητές. Συνεπώς, δεν αποτελεί μία μελέτη επιδημιολογικού χαρακτήρα από την οποία μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για το γενικότερο πληθυσμό αυτών των αθλητών. Επίσης, τόσο αυτοί οι αθλητές όσο και οι αθλητές που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη μελέτη ήταν δρομείς. Τα ευρήματα σχετικά με την επαρκή πρόσληψη και τα επίπεδα θρεπτικών συστατικών σε αθλητές άλλων αθλημάτων είναι ελλιπή. Δεδομένου ότι οι αθλητές σε αθλήματα εσωτερικού χώρου συχνά εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D (Farrokhyar et al., 2015), θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να διεξαχθούν μελλοντικές μελέτες όπου θα εξετάζονται τα επίπεδα αυτής της βιταμίνης σε κρεατοφάγους και χορτοφάγους αθλητές.

Οι Yazigi Solis και συνεργάτες (2014), σε μια ενδιαφέρουσα μελέτη εξέτασαν το περιεχόμενο του εγκεφάλου σε κρεατίνη μεταξύ παμφάγων και χορτοφάγων αθλητών. Αφού αξιολόγησαν την περιεκτικότητα του εγκεφάλου σε κρεατίνη στον οπίσθιο φλοιό με φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού πρωτονίων και τη διατροφική πρόσληψη κρεατίνης με 3 ανακλήσεις 24ώρου, παρατήρησαν ότι οι χορτοφάγοι αθλητές είχαν χαμηλότερη διατροφική πρόσληψη κρεατίνης από τους παμφάγους (Yazigi Solis et al., 2014). Ωστόσο, οι χορτοφάγοι και οι παμφάγοι αθλητές είχαν παρόμοια περιεκτικότητα κρεατίνης στον εγκέφαλο. Οι ερευνητές συμπέραναν πως το είδος της διατροφής δεν επηρέασε το περιεχόμενο του εγκεφάλου σε κρεατίνη και ότι αυτό ενδεχομένως να υποδηλώνει ότι σε υγιή άτομα ο εγκέφαλος εξαρτάται από τη δική του σύνθεση κρεατίνης (Yazigi Solis et al., 2014).

2.4. Χορτοφαγική διαίτα και αθλητική απόδοση

Οι μελέτες με χορτοφάγους αθλητές είναι αρκετά περιορισμένες στη διεθνή βιβλιογραφία, ιδιαίτερα αυτές που εξετάζουν την σχέση μεταξύ της χορτοφαγίας και της αθλητικής απόδοσης. Μερικά ανεπίσημα στοιχεία για την αθλητική επιτυχία σε χορτοφάγους, τα οποία έχουν συζητηθεί στο American Journal of Clinical Nutrition αναφέρουν ότι ήδη από τη δεκαετία του 1890, χορτοφάγοι ποδηλάτες και δρομείς μεγάλων αποστάσεων στις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Μεγάλη Βρετανία είχαν εξίσου καλή ή και καλύτερη απόδοση από τους παμφάγους συναθλητές τους (David C. Nieman, 1999). Το 1912, ένας χορτοφάγος ήταν ένας από τους πρώτους άνδρες που ολοκλήρωσαν έναν μααραθώνιο σε λιγότερο από 2 ώρες και 30 λεπτά. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στις αρχές του 1900 έδειξαν ότι η δύναμη και η αντοχή ήταν υψηλότερες σε χορτοφάγους σε σύγκριση με τους παμφάγους αθλητές. Μια μελέτη του 1970 που συνέκρινε το πλάτος των μυών των μηρών και την πνευμονική λειτουργία σε αθλητές δεν έδειξε καμία διαφορά μεταξύ χορτοφάγων και παμφάγων (D C Nieman, 1988; David C. Nieman, 1999). Παρόμοια αποτελέσματα για την πνευμονική λειτουργία, την αντοχή, τις περιφέρειες των άκρων και τη δύναμη παρατηρήθηκαν σε μια μελέτη του 1986 σε χορτοφάγες γυναίκες. Συγκεκριμένα, αυτή η μελέτη δεν διαπίστωσε καμία διαφορά στην ολική πρωτεΐνη ορού μεταξύ χορτοφάγων και μη-χορτοφάγων. Οι χορτοφάγοι αθλητές συχνά έχουν παρόμοια απόδοση με τους παμφάγους συναθλητές τους σε πολλά αθλήματα. Αυτές οι αναφορές, υποδεικνύουν πως ενδεχομένως οι χορτοφάγοι αθλητές δεν υστερούν σε απόδοσης σε σχέση με τους μη χορτοφάγους αθλητές (D C Nieman, 1988; David C. Nieman, 1999). Ωστόσο, πολλές από τις μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω έχουν γίνει σε περιορισμένο δείγμα ή αποτελούν μελέτες περίπτωσης, ενώ πολλές

εμφανίζουν μεθοδολογικές αδυναμίες. Συνεπώς, υπάρχει ακόμη ανάγκη για διερεύνηση της πιθανής επίδρασης μιας χορτοφαγικής διαίτας στην επίδοση του αθλητή.

Οι αθλητές υψηλού επιπέδου εμφανίζουν συχνά ήπια κατασταλτική ανοσολογική λειτουργία και συχνά αντιμετωπίζουν αυξημένη συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Αυτά τα συμπτώματα πιστεύεται ότι είναι συνέπεια του μακροχρόνιου στρες από την έντονη καθημερινή προπόνηση. Ακόμα και βραχυπρόθεσμα, μια μόνο έντονη προπόνηση μειώνει προσωρινά την ανοσολογική λειτουργία. Οι ανοσολογικές παράμετροι που μειώνονται από την έντονη προπόνηση περιλαμβάνουν τον αριθμό των λεμφοκυττάρων και τη δραστηριότητα των ουδετερόφιλων. Η λειτουργία των ουδετερόφιλων είναι η ανοσολογική παράμετρος που επηρεάζεται περισσότερο από την έντονη άσκηση και αυτό μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει σε αυξημένη ευαισθησία σε μικροβιακές λοιμώξεις, να διακόψει την προπόνηση και να θέσει σε κίνδυνο την απόδοση (Gleeson, 2006).

Οι Lynch και συνεργάτες (2016) σύγκριναν τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και τη δύναμη μεταξύ ελίτ χορτοφάγων και παμφάγων αθλητών αντοχής. Στη μελέτη αυτή η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αξιολογήθηκε μέσω μιας δοκιμής σε δαπεδοεργόμετρο, η δύναμη των τετρακεφάλων με δυναμόμετρο και η διαιτητική πρόσληψη με λεπτομερή αρχεία καταγραφής τροφίμων επτά ημερών (Lynch et al., 2016). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου διέφερε μεταξύ χορτοφάγων και παμφάγων αλλά μόνο για τις γυναίκες. Συγκεκριμένα, η αερόβια ικανότητα ήταν μεγαλύτερη στις γυναίκες που ακολουθούσαν μια χορτοφαγική

δίαιτα, Η διαφορά αυτή όμως, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική στους άντρες. Επίσης, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των χορτοφάγων και των παμφάγων όσον αφορά τη δύναμη (Lynch et al., 2016).

Σε μια μελέτη ανασκόπησης από τους Craddock και συνεργάτες (2016) εξετάστηκε η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης μιας χορτοφαγικής διαίτας και της απόδοσης. Σε αυτή την ανασκόπηση συμπεριελήφθησαν 7 κλινικές δοκιμές και 1 cross-sectional μελέτη. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως δεν φαίνεται να υπάρχουν διαφορές στην απόδοση μεταξύ αθλητών που ακολουθούν μια χορτοφαγική δίαιτα και αυτών που ακολουθούν μια παμφαγική (Craddock et al., 2016).

Οι μελέτες που εξετάζουν την επίδραση μιας χορτοφαγικής διαίτας στην αθλητική απόδοση είναι αρκετά περιορισμένες σε αριθμό. Παράλληλα, αρκετές από τις διαθέσιμες μελέτες που εξετάζουν αυτό το θέμα εμφανίζουν μεθοδολογικούς περιορισμούς που θα μπορούσαν να περιορίσουν την αξιοπιστία των ευρημάτων και την ερμηνευσιμότητα τους. Εντούτοις, από την υπάρχουσα βιβλιογραφία αυτό που συμπεραίνεται είναι πως οι αθλητές που ακολουθούν μία χορτοφαγική δίαιτα δεν φαίνεται να υστερούν σε απόδοση σε σχέση με τους παμφάγους συναθλητές τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ III - ΦΥΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Η πρωτεΐνη είναι ένα θρεπτικό συστατικό το οποίο γίνεται όλο και πιο δημοφιλές στους καταναλωτές, ιδιαίτερα σε όσους ασχολούνται με την άσκηση, και αυτό έχει οδηγήσει σε αύξηση της ζήτησης τόσο για φυτικές όσο και για ζωικές πηγές πρωτεΐνης (Henchion et al., 2017). Παράλληλα, υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός κλινικών στοιχείων σε διάφορους πληθυσμούς, που υποστηρίζουν τα οφέλη για την υγεία που σχετίζονται με την κατανάλωση πρωτεΐνη σε επίπεδα ίσα ή μεγαλύτερα από αυτά που διατυπώνονται στις τρέχουσες διατροφικές συστάσεις. Μεταξύ αυτών των οφελών για την υγεία περιλαμβάνονται η αύξηση της άπαχης σωματικής μάζας, λειτουργικά οφέλη όπως η αύξηση της μυϊκής δύναμης και η ταχύτητα βάδισης, καθώς και η βελτίωση της οστικής πυκνότητας (Mitchell et al., 2017; Park et al., 2018; Rapuri et al., 2003).

Εκτός από τα διάφορα οφέλη υγείας που προκύπτουν από την κατανάλωση φυτικής πρωτεΐνης, διάφοροι επιστήμονες έχουν επισημάνει αρκετά οφέλη και σε επίπεδο περιβάλλοντος. Η παγκόσμια αυξημένη παραγωγή πρωτεϊνικών τροφίμων, ιδίως υψηλής ποιότητας ζωικής πρωτεΐνης, θα μπορούσε να παρουσιάσει προκλήσεις περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η παραγωγή 1 κιλού υψηλής ποιότητας ζωικής πρωτεΐνης απαιτεί τη διατροφή των ζώων με 6 κιλά φυτικής πρωτεΐνης, η οποία οδηγεί σε μεγάλη επιβάρυνση των πόρων της γης και του νερού, καθώς και πιθανές αυξήσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που σχετίζονται με την κτηνοτροφία (Henchion et al., 2017).

Η χρήση φυτικών πρωτεϊνών στη διατροφή μπορεί να βοηθήσει στην παροχή επαρκούς πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας, ενώ παράλληλα μπορεί να μειώσει τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τη κατανάλωση ζωικής πρωτεΐνης.

3.1. Ποιότητα φυτικών πρωτεϊνών

Για να θεωρηθεί μια πρωτεΐνη υψηλής ποιότητας ή πλήρης, για τους ανθρώπους, πρέπει να πληρούνται δύο προϋποθέσεις. Η πρώτη προϋπόθεση αφορά τα επαρκή επίπεδα των απαραίτητων αμινοξέων, έτσι ώστε να υποστηρίξουν την ανάπτυξη των ιστών, και η δεύτερη αφορά την εύκολη απορρόφηση και αφομοίωση τους. Διάφορες μέθοδοι για την αξιολόγηση της ποιότητας της πρωτεΐνης έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο των ετών, αλλά η προτεινόμενη μέθοδος από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) είναι η βαθμολόγηση των περιεχομένων αμινοξέων αμινοξέων την πρωτεΐνης (σκορ αμινοξέων) (Boye et al., 2012). Το

διορθωμένο ως προς την πεπτικότητα σκορ των αμινοξέων μιας πρωτεΐνης (Protein Digestibility⁰corrected amino acid score, PDCAAS), αναπτύχθηκε το 1989 από τον FAO και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, με σκοπό να συγκρίνει την περιεκτικότητα των απαραίτητων αμινοξέων με μια πρότυπη πρωτεΐνη (Pellett & Young, 1990). Το απαραίτητο αμινοξύ με την χαμηλότερη συγκέντρωση αναφέρεται ως το περιοριστικό αμινοξύ. Το σκορ των αμινοξέων διορθώνεται για την πραγματική πέψη των πρωτεϊνών (Darragh & Hodgkinson, 2000).

Γενικά, οι περισσότερες πηγές πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης, όπως το γάλα, τα αυγά και το βόειο κρέας, έχουν πολύ υψηλό σκορ PDCAAS (Hoffman & Falvo, 2004). Ως εκ τούτου, θεωρούνται γενικά πηγές πρωτεϊνών που χαρακτηρίζονται ως πλήρεις, καθώς παρέχουν τα απαραίτητα αμινοξέα που χρειάζεται ο οργανισμός του ανθρώπου. Από την άλλη πλευρά, οι φυτικές πρωτεΐνες μπορεί να έχουν ανεπαρκή επίπεδα ενός ή περισσότερων απαραίτητων αμινοξέων. Για παράδειγμα, τα όσπρια είναι συχνά χαμηλά σε αμινοξέα που περιέχουν θείο, όπως η μεθειονίνη και η κυστεΐνη, ενώ η λυσίνη είναι συνήθως το περιοριστικό αμινοξύ στα σιτηρά (Young & Pellett, 1994). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι φυτικές πρωτεΐνες διαφέρουν ως προς τις ποσότητες των περιοριστικών αμινοξέων που περιέχουν. Η σόγια αποτελεί τη μόνη φυτική τροφή της οποίας οι πρωτεΐνες εμφανίζουν σκορ PDCAAS όμοιο με την πρωτεΐνη γάλακτος και τον ορό γάλακτος (ίσο με 1.0). Άλλες φυτικές πηγές πρωτεϊνών με σχετικά καλό σκορ PDCAAS έχουν η πατάτα, το μπιζέλι και το κινόα, αλλά είναι αρκετά χαμηλότερο από τις ζωικές πηγές (σκορ ίσο με 0.75).

Ενώ η κλίμακα αξιολόγησης της ποιότητας των πρωτεϊνών με βάση το PDCAAS των περισσότερων φυτικών πρωτεϊνών μπορεί να είναι μικρότερο από

1.00, το συγκεκριμένο σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των πρωτεϊνών είναι μόνο ένας τρόπος για να αξιολογηθεί η διατροφική αξία μιας πρωτεΐνης. Για παράδειγμα, υπάρχουν αρκετοί άλλοι παράγοντες που μπορούν να αυξήσουν την πιθανή συμβολή των φυτικών πρωτεϊνών στην κάλυψη της συνολικής διαιτητικής πρωτεΐνης και των αναγκών σε αμινοξέα. Μια πτυχή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η ποσότητα της διαιτητικής πρωτεΐνης που συνεισφέρει μια συγκεκριμένη πηγή φυτικής πρωτεΐνης. Στην περίπτωση φυτικών και ζωικών πρωτεϊνών, η κατανάλωση περισσότερης φυτικής πρωτεΐνης μπορεί να βοηθήσει στην παροχή υψηλότερων προσλήψεων αμινοξέων. Δεδομένου ότι πολλές πηγές τροφίμων φυτικών πρωτεϊνών έχουν λιγότερες θερμίδες από τις ζωικές πρωτεΐνες, απαιτείται μεγαλύτερη συνολική πρόσληψη τροφής για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων, οι οποίες, με τη σειρά τους, βοηθούν στην κάλυψη των απαραίτητων απαιτήσεων σε αμινοξέα.

Επίσης, έχει γίνει πλέον πολύ πιο εύκολο για τους καταναλωτές να αυξήσουν την πρόσληψη φυτικών πρωτεϊνών μέσω της διαθεσιμότητας πολλών απομονωμένων φυτικών πρωτεϊνών και συμπληρωμάτων διατροφής. Για παράδειγμα, η σόγια, ο αρακάς, το ρύζι, και άλλα φυτικά τρόφιμα, χρησιμοποιούνται συχνά για τις πρωτεΐνες τους στη βιομηχανία τροφίμων. Κάποτε ήταν δύσκολο για τα άτομα που ακολουθούν μια χορτοφαγική δίαιτα να πάρουν σχετικά μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης από τα φυτικά τρόφιμα, επειδή τα περισσότερα έχουν χαμηλό ποσοστό πρωτεΐνης. Ωστόσο, οι φυτικές πρωτεΐνες που απομονώνονται καθιστούν δυνατή την κατανάλωση 10-20 g ή περισσότερων φυτικής πρωτεΐνης ανά γεύμα.

Η ποικιλία διαιτητικών πρωτεϊνών είναι επίσης βασική για την κάλυψη των ημερήσιων απαιτήσεων σε απαραίτητα αμινοξέα. Ενώ η κλίμακα PDCAAS μιας μεμονωμένης πρωτεΐνης είναι σημαντική όταν αξιολογείται η ποιότητα μιας πρωτεΐνης από μία και μόνο πηγή, γίνεται λιγότερο σημαντική όταν η διατροφή περιέχει πρωτεΐνες από πολλές πηγές. Για παράδειγμα, η λυσίνη είναι συχνά περιοριστική σε πρωτεΐνες σιτηρών, αλλά αυτές οι πρωτεΐνες είναι καλές πηγές αμινοξέων που περιέχουν θείο. Από την άλλη πλευρά, τα όσπρια είναι συχνά πλούσιες πηγές λυσίνης αλλά έχουν περιορισμένη περιεκτικότητα σε αμινοξέα που περιέχουν θείο. Η κατανάλωση αυτών των δύο πηγών πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια της ημέρας, τους επιτρέπει να συμπληρώνουν η μία την άλλη, βοηθώντας στην ικανοποίηση των απαιτήσεων και για τους δύο τύπους απαραίτητων αμινοξέων. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι ο συνδυασμός πρωτεϊνών φακής και ρυζιού. Η ανάμειξη πρωτεϊνών οσπρίων και ρυζιού, που κυμαίνονται από 40-90% ξεχωριστά, μπορούν να επιτύχουν σκορ στην κλίμακα PDCAAS ίσο με 1.00 (Ahnen et al., 2019).

Οι πιο ευέλικτες δίαιτες, στις οποίες τα άτομα καταναλώνουν αυξημένες ποσότητες φυτικών πρωτεϊνών, αλλά περιλαμβάνουν και ζωικές πρωτεΐνες, αντιπροσωπεύουν μια άλλη στρατηγική που βοηθά στην κάλυψη των απαιτήσεων σε απαραίτητα αμινοξέα. Έτσι, η ποιότητα της πρωτεΐνης στη διατροφή μπορεί να είναι αρκετά υψηλή εάν σχεδιαστεί η κατανάλωση μιας ποικιλίας φυτικών πρωτεϊνών με διαφορετικά προφίλ αμινοξέων. Ένα ερώτημα που έχει προκύψει για τους χορτοφάγους είναι αν χρειάζεται να συνδυάζονται συμπληρωματικές πηγές φυτικής πρωτεΐνης στο ίδιο γεύμα. Με αυτό το ερώτημα ασχολήθηκαν σε μια μελέτη ανασκόπησης οι Young και Pellet, οι οποίοι βρήκαν ότι το κοινό περιοριστικό

αμινοξύ στα σιτηρά, η λυσίνη, υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στον σκελετικό μυ (Young & Pellett, 1994). Μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε πρωτεΐνες, υπολόγισαν ότι το 60% της ημερήσιας ανάγκης των ενηλίκων για λυσίνη θα μπορούσε να αποθηκευτεί στους μύες μέσα σε 3 ώρες. Έτσι, αν ένα άτομο καταναλώσει ένα γεύμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη εντός 3 ωρών μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε λυσίνη, θα εξακολουθούσε να έχει διαθέσιμη επαρκή ποσότητα ενδοκυτταρικής λυσίνη για την προώθηση της σύνθεσης πρωτεΐνης (Young & Pellett, 1994). Επομένως, δεν είναι απαραίτητο να καταναλώνουμε συμπληρωματικές πηγές πρωτεΐνης στο ίδιο γεύμα εάν η απόσταση μεταξύ των γευμάτων είναι σχετικά μικρή, καθώς τα συμπληρωματικά αμινοξέα θα είναι διαθέσιμα για πρωτεϊνική σύνθεση.

3.2. Φυτικές Πρωτεΐνες και μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση

Η διατήρηση της σκελετικής μυϊκής μάζας είναι πολύ σημαντική για την μεταβολική ομοιόσταση και την σωματική λειτουργία. Οι ρυθμοί σύνθεσης και καταβολισμού των πρωτεϊνών στους σκελετικούς μύς προσαρμόζονται συνεχώς προκειμένου να διατηρηθεί η μυϊκή μάζα. Η σύνθεση των μυϊκών πρωτεϊνών και τα ποσοστά διάσπασης τους, επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη φυσική δραστηριότητα και την διατροφή (Carbone & Pasiakos, 2019). Σε υγιείς ενήλικες, η διαιτητική πρόσληψη σχετίζεται γενικά με αύξηση των συγκεντρώσεων θρεπτικών ουσιών και ορμονών στο πλάσμα, προκαλώντας αύξηση της πρωτεϊνοσύνθεσης και μείωση των ποσοστών διάσπασης πρωτεϊνών, ιδιαίτερα στους σκελετικούς μύες (Thomas et al., 2016).

Αρκετές μελέτες έχουν αξιολογήσει την επίδραση της κατανάλωσης φυτικών πρωτεϊνών στον μεταβολισμό των μυϊκών πρωτεϊνών σε διαφορετικούς πληθυσμούς όπως νέοι, ενήλικες και ηλικιωμένοι, σε σύγκριση με τις ζωικές πρωτεΐνες, δηλαδή το κρέας, το γάλα και τις πρωτεΐνες του, δηλαδή η καζεΐνη και οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος (Banaszek et al., 2019; Mobley et al., 2017; Pannemans et al., 1998; Wilkinson et al., 2007).

Σε μία τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή, η οποία έγινε σε 60 ηλικιωμένους άνδρες έγινε σύγκριση της επίδρασης της πρωτεΐνης σιταριού σε σχέση με την καζεΐνη και την πρωτεΐνη ορού γάλακτος, όσον αφορά την μεταγευματική συγκέντρωση των αμινοξέων στο πλάσμα και την μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση (Gorissen et al., 2016). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την ισόποση κατανάλωση αυτών των πρωτεϊνών, η μεταγευματική αύξηση των απαραίτητων αμινοξέων στο πλάσμα ήταν μεγαλύτερη μετά την κατανάλωση πρωτεΐνης ορού γάλακτος. Αντιθέτως, η μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση ήταν μεγαλύτερη μετά την κατανάλωση καζεΐνης. Η κατανάλωση μεγαλύτερης ποσότητας πρωτεΐνης σιταριού έδειξε αύξηση στο ρυθμό μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης σε σχέση με τα βασικά επίπεδα, ωστόσο, αυτή η αύξηση παρέμεινε χαμηλότερη σε σχέση με την καζεΐνη (Gorissen et al., 2016). Βέβαια για τη συγκεκριμένη μελέτη πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι τα ευρήματα αφορούν τις άμεσες επιδράσεις από τη λήψη αυτών των πρωτεϊνών, χωρίς να αντικατοπτρίζουν απαραίτητα το τι συμβαίνει μακροχρόνια στη μυϊκή μάζα από τη λήψη τους σε συνδυασμό με άσκηση.

Μία άλλη τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή των Volek και συνεργατών (2013), σύγκρινε την πρωτεΐνη σόγιας έναντι της πρωτεΐνης ορού γάλακτος στην αύξηση της

μυϊκής μάζας, σε καλά προπονημένους αθλητές που δεν είχαν όμως εμπειρία στην προπόνηση αντιστάσεων (Volek et al., 2013). Η συγκεκριμένη μελέτη είχε έναν πολύ καλό μεθοδολογικό σχεδιασμό και διήρκησε για 9 εβδομάδες. Εκτός από το διαχωρισμό των συμμετεχόντων σε τρεις ομάδες, δηλαδή σε αυτούς που λάμβαναν συμπλήρωμα υδατανθράκων, συμπλήρωμα με πρωτεΐνη ορού γάλακτος και συμπλήρωμα με πρωτεΐνη σόγιας, συμμετείχαν και σε προπόνηση αντιστάσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση στην άλιπη μυϊκή μάζα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα που λάμβανε πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες, ενώ η μείωση στην λιπώδη μάζα δεν είχε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Επίσης, βρέθηκε πως οι συγκεντρώσεις της λευκίνης σε κατάσταση νηστείας ήταν σημαντικά μεγαλύτερες στην ομάδα με πρωτεΐνη ορού γάλακτος, όπως αντίστοιχα ήταν υψηλότερες και οι μεταπροπονητικές αυξήσεις της λευκίνης στο πλάσμα (Volek et al., 2013). Συνεπώς, η συγκεκριμένη μελέτη όχι μόνο έδειξε την υπεροχή της πρωτεΐνης ορού γάλακτος έναντι της πρωτεΐνης σόγιας στην αύξηση της μυϊκής μάζας, αλλά υπέδειξε και τον πιθανό μηχανισμό που συμβαίνει, καθώς βρέθηκαν αυξήσεις των επιπέδων λευκίνης το αίμα. Η λευκίνη, θεωρείται το κύριο αμινοξύ που λειτουργεί αναβολικά για τη διαδικασία της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης.

Η σύγκριση της μακροχρόνιας επίδρασης της λευκίνης, της πρωτεΐνης ορού γάλακτος και της πρωτεΐνης σόγιας στην σύσταση του σώματος, εξετάστηκε στα πλαίσια μιας προοπτικής κλινικής δοκιμής από τους Mobley και συνεργάτες (2017). Αυτή η μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ένα σχετικά μεγάλο δείγμα απροπόνητων νεαρών ανδρών ($n = 76$), έδειξαν πως παρά το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες βελτιώσεις στην αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης στις ομάδες πρόσληψης πρωτεΐνης (κάθε είδους) και λευκίνης σε σύγκριση με την ομάδα

ελέγχου, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος οδήγησε σε μεγαλύτερες αυξήσεις στον αριθμό των δορυφορικών κυττάρων. (Mobley et al., 2017). Αυτό θα μπορούσε να έχει θετικές επιδράσεις σε πιο μακροχρόνια στάδια.

Μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή από τους Wilkinson και συνεργάτες (2007) έδειξε πως η πρωτεΐνη ορού γάλακτος που καταναλώνεται μετά την άσκηση αντιστάσεων οδηγεί σε μεγαλύτερα μακροχρόνια οφέλη στην μυϊκή μάζα, σε σχέση με την πρωτεΐνη σόγιας σε νεαρούς άνδρες. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως στη συγκεκριμένη μελέτη η κατανάλωση σόγιας επίσης βρέθηκε να οδηγεί σε θετικό πρωτεϊνικό ισοζύγιο και σε οφέλη για την μυϊκή μάζα (Wilkinson et al., 2007).

Ομοίως, μία μελέτη των Hartman και συνεργατών (2007) που σύγκρινε την μεταπροπονητική κατανάλωση γάλακτος χωρίς λιπαρά με την πρωτεΐνη σόγιας μετά από προπόνηση αντίστασης για 12 εβδομάδες σε αρχάριους αρσιβαρίστες βρήκε πως η κατανάλωση γάλακτος οδήγησε σε μεγαλύτερη μυϊκή υπερτροφία. Εντούτοις, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων στην μυϊκή δύναμη (Hartman et al., 2007).

Από την άλλη πλευρά όμως, όταν η πρωτεΐνη του ορού γάλακτος συγκρίθηκε με την πρωτεΐνη του αρακά σε ένα δείγμα 15 προπονημένων ανδρών και γυναικών, που υποβλήθηκαν σε λειτουργική προπόνηση υψηλής έντασης 8 εβδομάδων, φάνηκε πως οι δύο πρωτεΐνες οδήγησαν σε παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά τη σύσταση του σώματος και το πάχος της μυϊκής μάζας. Αυτό το εύρημα είναι σχετικά οξύμωρο, καθώς η πρωτεΐνη του αρακά εμφανίζει χαμηλότερο σκορ στις κλίμακες αξιολόγησης της ποιότητας των πρωτεϊνών σε σχέση με την πρωτεΐνη σόγιας, ενώ η πρωτεΐνη σόγιας έχει καλύτερο προφίλ απαραίτητο αμινοξέων (Banaszek et al., 2019).

Πέρα από την πρωτεΐνη της σόγιας, ορισμένοι τύποι πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης, όπως της πατάτας και του κινόα, περιέχουν επαρκείς ποσότητες όλων των απαραίτητων αμινοξέων και έτσι μπορούν να προσφέρουν επαρκείς αναβολικές ιδιότητες για τους σκελετικούς μύες, αποτελώντας εναλλακτικές λύσεις έναντι των πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης (Gorissen & Witard, 2018). Μια μελέτη που έγινε σε νεαρές γυναίκες, διαπίστωσε ότι 25 g πρωτεΐνης πατάτας δύο φορές την ημέρα για 2 εβδομάδες (1.6 γραμμάρια/ κιλό σωματικού βάρους) αύξησε την μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση πάνω από τα αρχικά επίπεδα σε κατάσταση ηρεμίας και μετά από προπόνηση αντιστάσεων (Oikawa et al., 2020). Ωστόσο, σε αυτή τη μελέτη η σύγκριση έγινε με μια ομάδα ελέγχου που κατανάλωνε μια δίαιτα με περιεκτικότητα πρωτεΐνης 0.8 γραμμάρια/ κιλό σωματικού βάρους, χωρίς να γίνει απευθείας σύγκριση με κάποια ζωική πρωτεΐνη.

Συμπερασματικά, η μέγιστη πλειοψηφία των διαθέσιμων ερευνών υποδεικνύουν πώς οι φυτικές πρωτεΐνες έχουν κατώτερη αναβολική δράση σε σχέση με την πρωτεΐνη του ορού γάλακτος, η οποία φαίνεται να οδηγεί σε μεγαλύτερη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση, αλλά και σε μεγαλύτερες αυξήσεις στη μυϊκή μάζα, όπως φαίνεται από διάφορες μελέτες. Τα πρωτόκολλα χορήγησης των πρωτεϊνών και οι διάφοροι παράμετροι του μεθοδολογικού σχεδιασμού, όπως για παράδειγμα ο τρόπος χορήγησης, η δοσολογία των πρωτεϊνών, κ.α, διαφέρουν μεταξύ των μελετών. Ωστόσο, οι μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι όλες τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές, που σημαίνει ότι αποτελούν τον μεθοδολογικό σχεδιασμό εκείνο που προτείνεται για συγκρίσεις όσον αφορά την αποτελεσματικότητα διαφορετικών ουσιών, τροφίμων, φαρμάκων, θεραπειών, κ.α. Ιδιαίτερα, κάποιες από αυτές τις

μελέτες έχουν πολύ καλό μεθοδολογικό σχεδιασμό και καλύπτουν ένα μεγάλο διάστημα παρακολούθησης των επιδράσεων των διαφορετικών πρωτεϊνών. Επομένως, μπορούμε να θεωρήσουμε με σχετική ασφάλεια πώς τα αποτελέσματα που δείχνουν αποτυπώνει την πραγματικότητα.

Παρά το γεγονός ότι η πρωτεΐνη του ορού γάλακτος φαίνεται να υπερτερεί έναντι των φυτικών πρωτεϊνών στην αύξηση της μυϊκής μάζας, υπάρχουν ενδείξεις ότι αυτό μπορεί να μην ισχύει απαραίτητα και για την απόδοση διαφόρων λειτουργικών παραμέτρων, όπως η δύναμη. Για αυτό το λόγο, στη συνέχεια παρατίθενται τα στοιχεία εκείνα που εξετάζουν την επίδραση των φυτικών πρωτεϊνών απευθείας στην αθλητική απόδοση των αθλητών.

3.3. Φυτικές πρωτεΐνες και αθλητική απόδοση

Στην προηγούμενη ενότητα φάνηκε με αρκετή σαφήνεια πως οι ζωικές πρωτεΐνες, και συγκεκριμένα η πρωτεΐνη ορού γάλακτος ,υπερτερεί έναντι των φυτικών πρωτεϊνών και κυρίως της πρωτεΐνης σόγιας, στην αναβολική τους επίδραση στο σκελετικό μυ και την μάζα του. Ωστόσο, άγνωστο παραμένει αν υπάρχουν διαφορές όσον αφορά την επίδραση της κάθε πρωτεΐνης σε δείκτες αθλητικής απόδοσης. Κλινικές μελέτες από πειραματόζωα, έχουν δείξει αρκετά ενδιαφέροντα στοιχεία τα οποία αξίζει να σχολιαστούν. Για παράδειγμα, μία μελέτη σε ενήλικους αρουραίους έδειξε πως η απομονωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος και η απομονωμένη πρωτεΐνη σόγιας οδήγησαν σε μεγαλύτερη αύξηση της μυϊκής απόδοσης μετά από 8 εβδομάδες, σε σχέση με την πρωτεΐνη γάλακτος (Khairallah et al., 2017). Μάλιστα, αυτές οι αυξήσεις ήταν μεγαλύτερες στην ομάδα των αρουραίων που λάμβανε

πρωτεΐνη σόγιας. Αξιίζει, επίσης, να σημειωθεί πως η γενικότερη διατροφή που ακολουθούσαν τα πειραματόζωα ήταν υψηλή σε λιπαρά (Khairallah et al., 2017).

Μία μελέτη που έγινε σε ανθρώπους και συγκεκριμένα σε καλά προπονημένους σε προπόνηση αντιστάσεων άνδρες, σύγκρινε την επίδραση της λήψης 24 γραμμαρίων πρωτεΐνης ρυζιού και πρωτεΐνης ορού γάλακτος για 8 εβδομάδες σε συνδυασμό με ένα τυποποιημένο πρόγραμμα αντιστάσεων (Moon et al., 2020). Οι δείκτες απόδοσης που εξετάστηκαν ήταν η μία μέγιστη επανάληψη και η μυϊκή κόπωση στις πιέσεις πάγκου και στις πιέσεις ποδιών, καθώς και η αναερόβια ικανότητα μέσω της δοκιμασίας Wingate. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μεταξύ των ομάδων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μετά την παρέμβαση για καμία από αυτές τις παραμέτρους (Moon et al., 2020).

Οι Xia και συνεργάτες (2018) εξέτασαν τον προστατευτικό ρόλο της πρωτεΐνης βρώμης απέναντι στην οφειλόμενη στην άσκηση μυϊκή καταστροφή, στην φλεγμονή και στη μείωση της αθλητικής απόδοσης μετά από κατηφορικό τρέξιμο (Xia et al., 2018). Η δοσολογία πρωτεΐνης που δόθηκε στους εθελοντές ήταν 25 γραμμάρια πρωτεΐνης βρώμης για 14 ημέρες πριν από τη δοκιμασία με το κατηφορικό τρέξιμο καθώς και 14 ημέρες μετά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το συγκεκριμένο είδος πρωτεΐνης μείωσε σημαντικά τον μυϊκό πόνο, ενώ παράλληλα περιόρισε τις αυξήσεις των επιπέδων της ιντερλευκίνης-6, της κρεατινικής κινάσης, της μυοσφαιρίνης και της CRP. Παράλληλα, περιόρισε τις αρνητικές επιδράσεις στην μυϊκή δύναμη, στο εύρος κίνησης του γονάτου και στο κάθετο άλμα (Xia et al., 2018). Ωστόσο, στη συγκεκριμένη μελέτη η ομάδα σύγκρισης λάμβανε κοινό σκεύασμα και όχι κάποια ζωική πρωτεΐνη. Συνεπώς, το πρωτόκολλο της

συγκεκριμένης μελέτης δεν μας επιτρέπει να συμπεράνουμε εάν το είδος πρωτεΐνης που εξετάστηκε θα μπορούσε να είναι το ίδιο αποτελεσματικό σε σύγκριση με μία ζωική πρωτεΐνη.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη των DeNysschen και συνεργατών (2009), οι οποίοι σύγκριναν την επίδραση της πρωτεΐνης σόγιας με την πρωτεΐνη ορού γάλακτος, σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων για 12 εβδομάδες σε παχύσαρκους άνδρες με υπερχοληστερολαιμία (Denysschen et al., 2009). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η προπόνηση αντιστάσεων από μόνη της ήταν ικανή για να οδηγήσει σε αλλαγές στη σύσταση του σώματος και στην μυϊκή δύναμη, χωρίς να φαίνεται κάποιο επιπλέον όφελος ούτε από την λήψη πρωτεΐνης σόγιας αλλά ούτε και από τη λήψη πρωτεΐνης ορού γάλακτος (Denysschen et al., 2009).

Μία άλλη μελέτη εξέτασε την επίδραση πρωτεΐνης φιστικιών σε συνδυασμό με πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων σε ηλικιωμένους ενήλικες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κατανάλωση της συγκεκριμένης πρωτεΐνης σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων οδήγησε σε αύξηση της μυϊκής υπερτροφίας αλλά και της μυϊκής δύναμης (Lamb et al., 2020). Ωστόσο, πρέπει να τονισθεί πως και στη συγκεκριμένη μελέτη η ομάδα σύγκρισης αποτελούσε μία ομάδα ελέγχου η οποία δεν λάμβανε κανένα συμπλήρωμα διατροφής, ενώ το δείγμα αποτελούνταν από απροπόνητα ηλικιωμένα άτομα. Παράλληλα, η συγκεκριμένα μελέτη έλαβε χρηματοδότηση από το Peanut Institute Foundation.

Από την άλλη πλευρά, μια μελέτη σε απροπόνητους νεαρούς ενήλικες (άνδρες και γυναίκες) εξέτασε την επίδραση της πρωτεΐνης σόγιας έναντι της πρωτεΐνης ορού γάλακτος με παρόμοια επίπεδα λευκίνης στην ανάπτυξη μυϊκής μάζας και μυϊκής

δύναμης. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες και οι εξεταζόμενοι ακολουθούσαν ένα πρόγραμμα αντιστάσεων 3 φορές την εβδομάδα, σε συνδυασμό με 19 γραμμάρια πρωτεΐνης ορού γάλακτος ή 26 γραμμάρια πρωτεΐνης σόγιας. Τα αποτελέσματα αυτής της τυχαιοποιημένης κλινικής δοκιμής έδειξαν πως μεταξύ των δύο ομάδων που λάμβαναν είτε φυτική είτε ζωική πρωτεΐνη, αλλά με παρόμοιο περιεχόμενο στο αμινοξύ λευκίνη, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης (Lynch et al., 2020).

Αντίστοιχα, αποτελέσματα έχει και η μελέτη των Candow και συνεργατών, οι οποίοι στα πλαίσια μιας τυχαιοποιημένης κλινικής δοκιμής σύγκριναν την ισόποση κατανάλωση ενός συμπληρώματος πρωτεΐνης ορού γάλακτος και πρωτεΐνης σόγιας, σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων σε απροπόνητους ενήλικες 18-35 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συμπληρωματική λήψη πρωτεΐνης, ανεξάρτητα από την πηγή, οδήγησε σε σημαντική αύξηση τόσο της άλιπης μάζας σώματος όσο και της μυϊκής δύναμης (Candow et al., 2006).

Σε μια άλλη μελέτη συγκρίθηκε η λήψη συμπληρώματος πρωτεΐνης ορού γάλακτος, πρωτεΐνης σόγιας και συνδυασμού αυτών των δύο στην διατήρηση της μυϊκής μάζας και δύναμης σε ηλικιωμένους με χαμηλή μυϊκή μάζα. Η μελέτη αυτή είχε διάρκεια 6 μηνών και η λήψη συμπληρωματικής πρωτεΐνης αντιστοιχούσε σε 16 γραμμάρια/ ημέρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τόσο η μυϊκή μάζα όσο και η δύναμη διατηρήθηκαν σε όλες τις ομάδες που λάμβαναν πρωτεΐνη σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (placebo) που εμφάνισε μειώσεις, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών ειδών πρωτεΐνης. Να σημειωθεί πως στη συγκεκριμένη μελέτη δεν υπήρχε παρέμβαση με άσκηση (Li et al., 2021).

Αντίστοιχα, οι Sexton και συνεργάτες (2021) εξέτασαν την επίδραση της πρωτεΐνης από φιστίκι στις προσαρμογές της προπόνησης αντιστάσεων. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές τυχαιοποίησαν 47 φοιτητές κολλεγίου είτε στη λήψη 30 γραμμαρίων πρωτεΐνης φιστικιού/ ημέρα ή στην μη λήψη συμπληρώματος, σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων για 10 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν υπήρχαν σημαντικές βελτιώσεις στην άλιπη μάζα και δύναμη από την πρόσληψη πρωτεΐνης φιστικιού (Sexton et al., 2021).

Επίσης, σε μια άλλη μελέτη εξετάστηκε η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης πρωτεΐνης από πράσινο φασόλι (ροβίτσα) σε χορτοφάγους με χαμηλή φυσική δραστηριότητα. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 8 εβδομάδες και περιλάμβανε τη λήψη συμπληρώματος πρωτεΐνης ίση με 18 γραμμάρια/ ημέρα για την ομάδα παρέμβασης και μη λήψη συμπληρώματος για την ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά την παρέμβαση δεν υπήρχαν σημαντικές βελτιώσεις στην άλιπη μάζα σώματος στην ομάδα παρέμβασης, ωστόσο παρατηρήθηκαν κάποιες βελτιώσεις στη δύναμη χωρίς η παρέμβαση να περιλαμβάνει άσκηση (Bartholomae et al., 2019).

Μία επιδημιολογική μελέτη εξέτασε τη σχέση μεταξύ της πρόσληψης πρωτεΐνης και της φυσικής απόδοσης σε ένα δείγμα του γενικού πληθυσμού. Η πρωτεϊνική πρόσληψη αξιολογήθηκε από ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων, ενώ η φυσική απόδοση από την εξάλεπτη δοκιμασία βάρδιας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως η φυτική, αλλά όχι η ζωική πρωτεΐνη, φάνηκε να σχετίζεται με τον συγκεκριμένο δείκτη φυσικής απόδοσης (Gazzani et al., 2019). Βέβαια, η συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί μία μελέτη

παρατήρησης που σημαίνει πως υπόκεινται σε διάφορους μεθοδολογικούς περιορισμούς όσον αφορά την ισχύ των αποτελεσμάτων της.

Συμπερασματικά, οι μελέτες που έχουν εξετάσει στην επίδραση των φυτικών πρωτεϊνών σε διάφορους παράγοντες της αθλητικής απόδοσης είναι αρκετά περιορισμένες. Από τις λίγες διαθέσιμες μελέτες παρατηρούνται μεγάλες διαφορές όσον αφορά τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται, αλλά και χαρακτηριστικά του δείγματος πάνω στα οποία γίνονται οι μελέτες. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες τείνουν να συγκλίνουν προς το εύρημα ότι οι φυτικές πρωτεΐνες εμφανίζουν παρόμοιες επιδράσεις στην αθλητική απόδοση όπως και οι ζωικές πρωτεΐνες.

Από τις μελέτες που εξετάστηκαν εμφανίζονται διάφοροι μεθοδολογικοί περιορισμοί. Ο πιο συχνός και αρκετά σημαντικός περιορισμός για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων, είναι το γεγονός ότι οι κλινικές δοκιμές δεν συγκρίνουν τις ομάδες που λαμβάνουν φυτική πρωτεΐνη με ομάδες που λαμβάνουν ζωική πρωτεΐνη. Συνεπώς, η σύγκριση περιορίζεται με μία ομάδα ελέγχου που συνήθως δεν λαμβάνει κάποια πρωτεΐνη. Επομένως, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε εάν τα οφέλη αυτά αποδίδονται στις φυτικές πρωτεΐνες ή στην παραπανίσια πρόσληψη πρωτεϊνών και αζώτου σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η χορτοφαγία αποτελεί ένα είδος διατροφικού σχήματος το οποίο κερδίζει ολοένα και περισσότερη δημοτικότητα στις σύγχρονες κοινωνίες. Αντίστοιχα, οι χορτοφαγικές δίαιτες συναντώνται όλο και πιο συχνά μεταξύ των αθλητικών πληθυσμών. Λόγω του γεγονότος ότι στα πλαίσια της χορτοφαγίας περιορίζονται αρκετές τροφές, κατά κύριο λόγο οι τροφές ζωικής προέλευσης, προκύπτουν διαφορές ανησυχίες γύρω από την επάρκεια αυτού του είδους διατροφής. Αυτές οι ανησυχίες είναι ακόμη μεγαλύτερες για τους αθλητές, καθώς οι αυξημένες ενεργειακές και μεταβολικές απαιτήσεις που προκύπτουν από την ενασχόλησή τους με την άσκηση οδηγεί ούτως ή άλλως σε υψηλότερες θρεπτικές ανάγκες, ανεξάρτητα από το είδος της διατροφής που ακολουθούν. Από τη βιβλιογραφία που εξετάστηκε στα πλαίσια αυτής της διατριβής, η ανησυχία αυτή στους αθλητές αφορά θρεπτικά συστατικά όπως η βιταμίνη B12, ο σίδηρος, το ασβέστιο και οι πρωτεΐνες. Μάλιστα,

οι τελευταίες όχι απλώς βρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες στα φυτικά τρόφιμα αλλά παρουσιάζουν και ποιοτικές διαφορές σε σχέση με τις ζωικές πρωτεΐνες, γεγονός που έχει βιολογικές συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό. Συγκεκριμένα, οι περισσότερες φυτικές πρωτεΐνες στερούνται ορισμένων απαραίτητων αμινοξέων, γεγονός που τις καθιστά λιγότερο “ολοκληρωμένες” σε σχέση με τις ζωικές πρωτεΐνες.

Οι μελέτες από αναλύσεις τροφίμων έχουν δείξει ότι τα απαραίτητα αμινοξέα που λείπουν από τις φυτικές πρωτεΐνες είναι διαφορετικά από τρόφιμο σε τρόφιμο. Ωστόσο, ο συνδυασμός διαφορετικών πηγών φυτικών πρωτεϊνών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πρόσληψη όλων των απαραίτητων αμινοξέων, καθιστώντας ένα συνολικό χορτοφαγικό γεύμα το ίδιο ποιοτικά, ως προς το πρωτεϊνικό του περιεχόμενο, όπως ένα γεύμα με ζωικά προϊόντα. Πολλές φορές στα πλαίσια μιας μικτής διατροφής, δεν χρειάζεται καν να ανησυχούμε για τον συνδυασμό των φυτικών πρωτεϊνών καθώς, στο σύνολο της ημέρας οι ελλείψεις σε απαραίτητα αμινοξέα μιας φυτικής πηγής πρωτεϊνών ενδέχεται να καλύπτονται σε επόμενα γεύματα.

Κλινικές μελέτες τόσο σε ανθρώπους όσο και σε πειραματόζωα έχουν δείξει πως οι φυτικές πρωτεΐνες είναι λιγότερο αποτελεσματικές όσον αφορά τις αναβολικές τους ιδιότητες στη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση και την αύξηση της μυϊκής μάζας σε σχέση με τις ζωικές πρωτεΐνες, αν και ελάχιστες εξαιρέσεις, επίσης έχουν παρατηρηθεί στη βιβλιογραφία. Αυτή η μειωμένη αποτελεσματικότητα των φυτικών πρωτεϊνών, ενδεχομένως να οφείλεται στο μειωμένο περιεχόμενο τους στο αμινοξύ

λευκίνη, το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά αμινοξέα στη διαδικασία της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης.

Ενώ θα ήταν αναμενόμενο η χαμηλότερη αποτελεσματικότητα των φυτικών πρωτεϊνών στη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση και στη μυϊκή υπερτροφία να οδηγεί αντίστοιχα σε χαμηλότερους δείκτες αθλητικής απόδοσης, όταν συγκρίνονται με τις ζωικές πρωτεΐνες, η βιβλιογραφία δείχνει το αντίθετο. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι η λήψη φυτικών πρωτεϊνών είναι αποτελεσματικές για την βελτίωση παραμέτρων της αθλητικής απόδοσης που σχετίζονται με την δύναμη, όπως η μυϊκή δύναμη και η αλματική ικανότητα. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες συγκρίνουν τις ομάδες που λαμβάνουν φυτικές πρωτεΐνες με ομάδες ελέγχου που δεν λαμβάνουν κάποιο είδος πρωτεΐνης. Παρ' όλα αυτά, ακόμα και οι ελάχιστες μελέτες που έχουν κάνει απευθείας σύγκριση των φυτικών και των ζωικών πρωτεϊνών σε δείκτες αθλητικής απόδοσης έχουν δείξει πως έχουν παρόμοια αποτελεσματικότητα.

Συμπερασματικά, οι χορτοφαγικές δίαιτες στους αθλητές μπορούν μέσα από έναν κατάλληλο και προσεκτικό σχεδιασμό να οδηγήσουν σε πλήρη επάρκεια όλων των θρεπτικών συστατικών. Οι φυτικές πρωτεΐνες φαίνεται να υστερούν όσον αφορά τις αναβολικές τους ιδιότητες στην αύξηση της μυϊκής μάζας, ωστόσο δεν φαίνεται να υστερούν όσον αφορά τους δείκτες αθλητικής απόδοσης. Επομένως, δεν θα πρέπει οι αθλητές να αποθαρρύνονται από το να ακολουθούν μία χορτοφαγική διαίτα, εφόσον το επιθυμούν. Αντιθέτως, θα πρέπει να υπάρχει επαρκής διαιτητική αξιολόγηση και να ενθαρρύνονται στο να ακολουθούν χορτοφαγικές διαιτητικές πρακτικές που θα βελτιώσουν την επάρκεια της διατροφής τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). Review on iron and its importance for human health. In *Journal of Research in Medical Sciences*.
- Abdulla, M., Andersson, I., Asp, N. G., Berthelsen, K., Birkhed, D., Dencker, I., Johansson, C. G., Jägerstad, M., Kolar, K., Nair, B. M., Nilsson-Ehle, P., Nordén, A., Rassner, S., Akesson, B., & Ockerman, P. A. (1981). Nutrient intake and health status of vegans. Chemical analyses of diets using the duplicate portion sampling technique. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.11.2464>
- Abraham, D., & Distler, O. (2007). How does endothelial cell injury start? The role of endothelin in systemic sclerosis. In *Arthritis Research and Therapy*. <https://doi.org/10.1186/ar2186>
- Ahnen, R. T., Jonnalagadda, S. S., & Slavin, J. L. (2019). Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *Nutrition Reviews*, 77(11), 735–747. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz028>
- Al-Gubory, K. H., Garrel, C., Faure, P., & Sugino, N. (2012). Roles of antioxidant enzymes in corpus luteum rescue from reactive oxygen species-induced oxidative stress. *Reproductive Biomedicine Online*, 25(6), 551–560. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2012.08.004>
- Alkadi, H. (2020). A Review on Free Radicals and Antioxidants. *Infectious Disorders Drug Targets*, 20(1), 16–26. <https://doi.org/10.2174/1871526518666180628124323>
- Andreou, D. E., & Andreadou, I. (2009). Atherosclerosis: An inflammatory disease. In *Pharmakeftiki*. <https://doi.org/10.2174/138161212802481237>
- Ardies, C. M., & Roberts, C. K. (2014). Atherosclerosis. In *Diet, Exercise, and Chronic Disease: The Biological Basis of Prevention*. <https://doi.org/10.1201/b16783>
- Arnett, D. K., Blumenthal, R. S., Albert, M. A., Buroker, A. B., Goldberger, Z. D., Hahn, E. J., Himmelfarb, C. D., Khera, A., Lloyd-Jones, D., McEvoy, J. W., Michos, E. D., Miedema, M. D., Muñoz, D., Smith, S. C., Virani, S. S., Williams, K. A., Yeboah, J., & Ziaeian, B. (2019). 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, 140(11), e596–e646. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000678>
- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N. N., Norat, T., Greenwood, D. C., Riboli, E., Vatten, L. J., & Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>
- Banaszek, A., Townsend, J. R., Bender, D., Vantrease, W. C., Marshall, A. C., & Johnson, K. D. (2019). The Effects of Whey vs. Pea Protein on Physical Adaptations Following 8-Weeks of High-Intensity Functional Training (HIFT): A Pilot Study. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/sports7010012>
- Baroni, L., Goggi, S., Battaglini, R., Berveglieri, M., Fasan, I., Filippin, D., Griffith, P., Rizzo, G., Tomasini, C., Tosatti, M. A., & Battino, M. A. (2019). Vegan nutrition for mothers and children: Practical tools for healthcare providers. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11010005>

- Bartholomae, E., Incollingo, A., Vizcaino, M., Wharton, C., & Johnston, C. S. (2019). Mung Bean Protein Supplement Improves Muscular Strength in Healthy, Underactive Vegetarian Adults. *Nutrients*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/nu11102423>
- Bechthold, A., Boeing, H., Tetens, I., Schwingshackl, L., & Nöthlings, U. (2018). Perspective: Food-based dietary guidelines in Europe-scientific concepts, current status, and perspectives. *Advances in Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ADVANCES/NMY033>
- Berger, R. G., Lunkenbein, S., Ströhle, A., & Hahn, A. (2012). Antioxidants in food: mere myth or magic medicine? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(2), 162–171. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.499481>
- Bloomer, R. J., Goldfarb, A. H., & McKenzie, M. J. (2006). Oxidative stress response to aerobic exercise: comparison of antioxidant supplements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1098–1105. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000222839.51144.3e>
- Bloomer, R. J., Goldfarb, A. H., Wideman, L., McKenzie, M. J., & Consitt, L. A. (2005). Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 276–285. <https://doi.org/10.1519/14823.1>
- Boldt, P., Knechtle, B., Nikolaidis, P., Lechleitner, C., Wirnitzer, G., Leitzmann, C., Rosemann, T., & Wirnitzer, K. (2018). Quality of life of female and male vegetarian and vegan endurance runners compared to omnivores - results from the NURMI study (step 2). *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0237-8>
- Borak, J. (2005). Neonatal hypothyroidism due to maternal vegan diet. In *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. <https://doi.org/10.1515/JPEM.2005.18.6.621>
- Bouayed, J., & Bohn, T. (2010). Exogenous antioxidants--Double-edged swords in cellular redox state: Health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 3(4), 228–237. <https://doi.org/10.4161/oxim.3.4.12858>
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *The British Journal of Nutrition*, 108 Suppl, S183-211. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002309>
- Brady, P. S., Brady, L. J., & Ullrey, D. E. (1979). Selenium, vitamin E and the response to swimming stress in the rat. *The Journal of Nutrition*, 109(6), 1103–1109. <https://doi.org/10.1093/jn/109.6.1103>
- Breuckmann, F., Möhlenkamp, S., Nassenstein, K., Lehmann, N., Ladd, S., Schmermund, A., Sievers, B., Schlosser, T., Jöckel, K. H., Heusch, G., Erbel, R., & Barkhausen, J. (2009). Myocardial late gadolinium enhancement: Prevalence, pattern, and prognostic relevance in marathon runners. *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2511081118>
- Candow, D. G., Burke, N. C., Smith-Palmer, T., & Burke, D. G. (2006). Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(3), 233–244. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.3.233>
- Carbone, J. W., & Pasiakos, S. M. (2019). Dietary Protein and Muscle Mass: Translating Science to Application and Health Benefit. *Nutrients*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/nu11051136>

- Carrera-Bastos, P., Fontes, O'Keefe, Lindeberg, & Cordain. (2011). The western diet and lifestyle and diseases of civilization. *Research Reports in Clinical Cardiology*. <https://doi.org/10.2147/rrcc.s16919>
- Chugh, S. S., & Weiss, J. B. (2015). Sudden cardiac death in the older Athlete. In *Journal of the American College of Cardiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.10.064>
- Clarkson, P. M., & Thompson, H. S. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2 Suppl), 637S-46S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.637S>
- Clarys, P., Deliens, T., Huybrechts, I., Deriemaeker, P., Vanaelst, B., De Keyzer, W., Hebbelinck, M., & Mullie, P. (2014). Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu6031318>
- Cooper, C. E., Volvaard, N. B., Choueiri, T., & Wilson, M. T. (2002). Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 30(2), 280–285.
- Cosentino, F., Grant, P. J., Aboyans, V., Bailey, C. J., Ceriello, A., Delgado, V., Federici, M., Filippatos, G., Grobbee, D. E., Hansen, T. B., Huikuri, H. V., Johansson, I., Juni, P., Lettino, M., Marx, N., Mellbin, L. G., Ostgren, C. J., Rocca, B., Roffi, M., ... Chowdhury, T. A. (2020). 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *European Heart Journal*. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz486>
- Craddock, J. C., Probst, Y. C., & Peoples, G. E. (2016). Vegetarian and Omnivorous Nutrition - Comparing Physical Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(3), 212–220. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0231>
- Craig, Winston J. (2009). Health effects of vegan diets. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.26736N>
- Craig, Winston J., & Mangels, A. R. (2009). Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *Journal of the American Dietetic Association*. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.05.027>
- Craig, Winston John. (2010). Nutrition concerns and health effects of vegetarian diets. In *Nutrition in Clinical Practice*. <https://doi.org/10.1177/0884533610385707>
- Crowe, F. L., Appleby, P. N., Travis, R. C., & Key, T. J. (2013). Risk of hospitalization or death from ischemic heart disease among British vegetarians and nonvegetarians: Results from the EPIC-Oxford cohort study1-3. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.044073>
- Dainty, J. R., Berry, R., Lynch, S. R., Harvey, L. J., & Fairweather-Tait, S. J. (2014). Estimation of dietary iron bioavailability from food iron intake and iron status. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111824>
- Darragh, A. J., & Hodgkinson, S. M. (2000). Quantifying the digestibility of dietary protein. *The Journal of Nutrition*, 130(7), 1850S-6S. <https://doi.org/10.1093/jn/130.7.1850S>
- De Biase, S. G., Fernandes, S. F. C., Gianini, R. J., & Duarte, J. L. G. (2007). Vegetarian diet and cholesterol and triglycerides levels. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2007000100006>
- Denysschen, C. A., Burton, H. W., Horvath, P. J., Leddy, J. J., & Browne, R. W. (2009). Resistance training with soy vs whey protein supplements in hyperlipidemic males. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6, 8. <https://doi.org/>

- Dillard, C. J., Litov, R. E., Savin, W. M., Dumelin, E. E., & Tappel, A. L. (1978). Effects of exercise, vitamin E, and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 45(6), 927–932. <https://doi.org/10.1152/jappl.1978.45.6.927>
- Donaldson, M. S. (2000). Metabolic vitamin B12 status on a mostly raw vegan diet with follow-up using tablets, nutritional yeast, or probiotic supplements. *Annals of Nutrition and Metabolism*. <https://doi.org/10.1159/000046689>
- Draper, A., Lewis, J., Malhotra, N., & Wheeler, L. E. (1993). The energy and nutrient intakes of different types of vegetarian: a case for supplements? *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1079/bjn19930004>
- Dröge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews*, 82(1), 47–95. <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2001>
- Dwyer, J. (2012). Vegetarian Diets. In *Encyclopedia of Human Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00272-5>
- Fang, Y.-Z., Yang, S., & Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 18(10), 872–879. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(02\)00916-4](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(02)00916-4)
- Farrokhyar, F., Tabasinejad, R., Dao, D., Peterson, D., Ayeni, O. R., Hadioonzadeh, R., & Bhandari, M. (2015). Prevalence of vitamin D inadequacy in athletes: a systematic-review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(3), 365–378. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0267-6>
- Fischer, K. (2019). Vitamin D. In *Principles of Nutrigenetics and Nutrigenomics: Fundamentals of Individualized Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804572-5.00032-X>
- Ford, E. S., Bergmann, M. M., Kröger, J., Schienkiewitz, A., Weikert, C., & Boeing, H. (2009). Healthy living is the best revenge: findings from the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition-Potsdam study. *Archives of Internal Medicine*, 169(15), 1355–1362. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.237>
- Fraser, G. E. (2009). Vegetarian diets: What do we know of their effects on common chronic diseases? *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.26736K>
- Gazzani, D., Zamboni, F., Spelta, F., Ferrari, P., Mattioli, V., Cazzoletti, L., Zanolini, E., Tardivo, S., & Ferrari, M. (2019). Vegetable but not animal protein intake is associated to a better physical performance: a study on a general population sample of adults. *Food & Nutrition Research*, 63, 10.29219/fnr.v63.3422. <https://doi.org/10.29219/fnr.v63.3422>
- Gibson, R. A., Muhlhausler, B., & Makrides, M. (2011). Conversion of linoleic acid and alpha-linolenic acid to long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFAs), with a focus on pregnancy, lactation and the first 2 years of life. In *Maternal and Child Nutrition*. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2011.00299.x>
- Glasauer, A., & Chandel, N. S. (2014). Targeting antioxidants for cancer therapy. *Biochemical Pharmacology*, 92(1), 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2014.07.017>
- Gleeson, M. (2006). Can nutrition limit exercise-induced immunodepression? *Nutrition Reviews*, 64(3), 119–131. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2006.tb00195.x>
- Go, A. S., Mozaffarian, D., Roger, V. L., Benjamin, E. J., Berry, J. D., Blaha, M. J., Dai, S., Ford, E.

- S., Fox, C. S., Franco, S., Fullerton, H. J., Gillespie, C., Hailpern, S. M., Heit, J. A., Howard, V. J., Huffman, M. D., Judd, S. E., Kissela, B. M., Kittner, S. J., ... Turner, M. B. (2014). Heart Disease and Stroke Statistics - 2014 Update: A report from the American Heart Association. In *Circulation*. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000441139.02102.80>
- Gorissen, S. H., Horstman, A. M., Franssen, R., Crombag, J. J., Langer, H., Bierau, J., Respondek, F., & van Loon, L. J. (2016). Ingestion of Wheat Protein Increases In Vivo Muscle Protein Synthesis Rates in Healthy Older Men in a Randomized Trial. *The Journal of Nutrition*, 146(9), 1651–1659. <https://doi.org/10.3945/jn.116.231340>
- Gorissen, S., & Witard, O. C. (2018). Characterising the muscle anabolic potential of dairy, meat and plant-based protein sources in older adults. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 77(1), 20–31. <https://doi.org/10.1017/S002966511700194X>
- Hartman, J. W., Tang, J. E., Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Lawrence, R. L., Fullerton, A. V., & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86(2), 373–381. <https://doi.org/10.1093/ajcn/86.2.373>
- Harvey, L. J., Armah, C. N., Dainty, J. R., Foxall, R. J., Lewis, D. J., Langford, N. J., & Fairweather-Tait, S. J. (2005). Impact of menstrual blood loss and diet on iron deficiency among women in the UK. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1079/bjn20051493>
- Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A. M., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods (Basel, Switzerland)*, 6(7). <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- Herrmann, W., & Obeid, R. (2008). Causes and Early Diagnosis of Vitamin B12 Deficiency. *Deutsches Aerzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2008.0680>
- Hever, J. (2016). Plant-Based Diets: A Physician's Guide. *The Permanente Journal*. <https://doi.org/10.7812/TPP/15-082>
- Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein - Which is Best? *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118–130.
- Hudson, M. B., Hosick, P. A., McCaulley, G. O., Schrieber, L., Wrieden, J., McAnulty, S. R., Triplett, N. T., McBride, J. M., & Quindry, J. C. (2008). The effect of resistance exercise on humoral markers of oxidative stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(3), 542–548. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31815daf89>
- Hunt, J. R. (2002). Moving toward a plant-based diet: Are iron and zinc at risk? In *Nutrition Reviews*. <https://doi.org/10.1301/00296640260093788>
- Hunt, J. R. (2003). Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.633s>
- Hunt, J. R., & Roughead, Z. K. (1999). Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovo-vegetarian diets for 8 wk. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.5.944>
- Hurrell, R., & Egli, I. (2010). Iron bioavailability and dietary reference values. In *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674F>
- I.O.M. (2005). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). In *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*

- (Macronutrients). <https://doi.org/10.17226/10490>
- I.O.M. (2011). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. In *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. <https://doi.org/10.17226/13050>
- Ismail, A., Marjan, Z. M., & Foong, C. W. (2004). Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, 87(4), 581–586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.010>
- Kahleova, H., Levin, S., & Barnard, N. (2017). Cardio-metabolic benefits of plant-based diets. In *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu9080848>
- Katanachumpol, S., Atamasirikul, K., & Viroonudomphol, D. (2011). Iron Status among Thai vegans. *Journal of the Medical Technologist Association of Thailand*.
- Katharina C, W. (2020). Vegan Diet in Sports and Exercise – Health Benefits and Advantages to Athletes and Physically Active People: A Narrative Review. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*. <https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510165>
- Kaupilla, L. I. (2009). Atherosclerosis and Disc Degeneration/Low-Back Pain - A Systematic Review. In *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2009.02.006>
- Kawamura, T., & Muraoka, I. (2018). Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 7(9), 119. <https://doi.org/10.3390/antiox7090119>
- Khairallah, R. J., O'Shea, K. M., Ward, C. W., Butteiger, D. N., Mukherjea, R., & Krul, E. S. (2017). Chronic dietary supplementation with soy protein improves muscle function in rats. *PloS One*, 12(12), e0189246. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189246>
- Krajcovicová-Kudláčková, M., Simoncic, R., Béderová, A., Klvanová, J., Brtková, A., & Grancicová, E. (1996). Lipid and antioxidant blood levels in vegetarians. *Die Nahrung*, 40(1), 17–20. <https://doi.org/10.1002/food.19960400105>
- Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Campbell, W. W., Jakicic, J. M., Troiano, R. P., Sprow, K., Torres, A., & Piercy, K. L. (2019). Physical Activity, All-Cause and Cardiovascular Mortality, and Cardiovascular Disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1270–1281. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001939>
- Kwok, C. S., Umar, S., Myint, P. K., Mamas, M. A., & Loke, Y. K. (2014). Vegetarian diet, Seventh Day Adventists and risk of cardiovascular mortality: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.07.080>
- Lamb, D. A., Moore, J. H., Smith, M. A., Vann, C. G., Osburn, S. C., Ruple, B. A., Fox, C. D., Smith, K. S., Altonji, O. M., Power, Z. M., Cеровsky, A. E., Ross, C. O., Cao, A. T., Goodlett, M. D., Huggins, K. W., Fruge, A. D., Young, K. C., & Roberts, M. D. (2020). The effects of resistance training with or without peanut protein supplementation on skeletal muscle and strength adaptations in older individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00397-y>
- Lawler, J. M., Powers, S. K., Visser, T., Van Dijk, H., Kordus, M. J., & Ji, L. L. (1993). Acute exercise and skeletal muscle antioxidant and metabolic enzymes: effects of fiber type and age. *The American Journal of Physiology*, 265(6 Pt 2), R1344-50. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1993.265.6.R1344>
- Lederer, A. K., Hannibal, L., Hettich, M., Behringer, S., Spiekerkoetter, U., Steinborn, C., Gründemann, C., Zimmermann-Klemd, A. M., Müller, A., Simmet, T., Schmiech, M.,

- Maul-Pavicic, A., Samstag, Y., & Huber, R. (2019). Vitamin b12 status upon short-term intervention with a vegan diet—a randomized controlled trial in healthy participants. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11112815>
- Leitzmann, C. (2014). Vegetarian nutrition: past, present, future. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100 Suppl, 496S-502S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071365>
- Leung, A. M., LaMar, A., He, X., Braverman, L. E., & Pearce, E. N. (2011). Iodine status and thyroid function of Boston-area vegetarians and vegans. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0256>
- Li, C., Meng, H., Wu, S., Fang, A., Liao, G., Tan, X., Chen, P., Wang, X., Chen, S., & Zhu, H. (2021). Daily Supplementation With Whey, Soy, or Whey-Soy Blended Protein for 6 Months Maintained Lean Muscle Mass and Physical Performance in Older Adults With Low Lean Mass. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 121(6), 1035-1048.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2021.01.006>
- Li, D. (2014). Effect of the vegetarian diet on non-communicable diseases. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6362>
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., & Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical Interventions in Aging*, 13, 757–772. <https://doi.org/10.2147/CIA.S158513>
- Lips, P. (2006). Vitamin D physiology. In *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.02.016>
- Lis, D. M., Kings, D., & Enette Larson-Meyer, D. (2019). Dietary practices adopted by track-and-field athletes: Gluten-free, low FODMAP, vegetarian, and fasting. In *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0309>
- Lynch, H. M., Buman, M. P., Dickinson, J. M., Ransdell, L. B., Johnston, C. S., & Wharton, C. M. (2020). No Significant Differences in Muscle Growth and Strength Development When Consuming Soy and Whey Protein Supplements Matched for Leucine Following a 12 Week Resistance Training Program in Men and Women: A Randomized Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17113871>
- Lynch, H. M., Wharton, C. M., & Johnston, C. S. (2016). Cardiorespiratory Fitness and Peak Torque Differences between Vegetarian and Omnivore Endurance Athletes: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/nu8110726>
- Majchrzak, D., Singer, I., Männer, M., Rust, P., Genser, D., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2007). B-vitamin status and concentrations of homocysteine in Austrian omnivores, vegetarians and vegans. *Annals of Nutrition and Metabolism*. <https://doi.org/10.1159/000095828>
- Mangels, A. R. (2014). Bone nutrients for vegetarians. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071423>
- Margaritelis, N. V., Paschalis, V., Theodorou, A. A., Kyparos, A., & Nikolaidis, M. G. (2018). Antioxidants in Personalized Nutrition and Exercise. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 9(6), 813–823. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy052>
- Mastaloudis, A., Traber, M. G., Carstensen, K., & Widrick, J. J. (2006). Antioxidants did not prevent muscle damage in response to an ultramarathon run. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(1), 72–80. <https://doi.org/>

- McClung, J. M., Deruisseau, K. C., Whidden, M. A., Van Remmen, H., Richardson, A., Song, W., Vrabas, I. S., & Powers, S. K. (2010). Overexpression of antioxidant enzymes in diaphragm muscle does not alter contraction-induced fatigue or recovery. *Experimental Physiology*, 95(1), 222–231. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.049650>
- McGill, J., McMahan, C. A., Herderick, E. E., Malcom, G. T., Tracy, R. E., & Jack, P. (2000). Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.5.1307s>
- McMacken, M., & Shah, S. (2017). A plant-based diet for the prevention and treatment of type 2 diabetes. In *Journal of Geriatric Cardiology*. <https://doi.org/10.11909/j.issn.1671-5411.2017.05.009>
- Merghani, A., Maestrini, V., Rosmini, S., Cox, A. T., Dhutia, H., Bastiaenen, R., David, S., Yeo, T. J., Narain, R., Malhotra, A., Papadakis, M., Wilson, M. G., Tome, M., Alfakih, K., Moon, J. C., & Sharma, S. (2017). Prevalence of Subclinical Coronary Artery Disease in Masters Endurance Athletes with a Low Atherosclerotic Risk Profile. *Circulation*. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026964>
- Messina, V. (2014). Nutritional and health benefits of dried beans. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071472>
- Miller, J. L. (2013). Iron deficiency anemia: A common and curable disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a011866>
- Mitchell, C. J., Milan, A. M., Mitchell, S. M., Zeng, N., Ramzan, F., Sharma, P., Knowles, S. O., Roy, N. C., Sjödin, A., Wagner, K.-H., & Cameron-Smith, D. (2017). The effects of dietary protein intake on appendicular lean mass and muscle function in elderly men: a 10-wk randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(6), 1375–1383. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.160325>
- Mobley, C. B., Haun, C. T., Roberson, P. A., Mumford, P. W., Romero, M. A., Kephart, W. C., Anderson, R. G., Vann, C. G., Osburn, S. C., Pledge, C. D., Martin, J. S., Young, K. C., Goodlett, M. D., Pascoe, D. D., Lockwood, C. M., & Roberts, M. D. (2017). Effects of Whey, Soy or Leucine Supplementation with 12 Weeks of Resistance Training on Strength, Body Composition, and Skeletal Muscle and Adipose Tissue Histological Attributes in College-Aged Males. *Nutrients*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/nu9090972>
- Moon, J. M., Ratliff, K. M., Blumkaitis, J. C., Harty, P. S., Zabriskie, H. A., Stecker, R. A., Currier, B. S., Jagim, A. R., Jäger, R., Purpura, M., & Kerkick, C. M. (2020). Effects of daily 24-gram doses of rice or whey protein on resistance training adaptations in trained males. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00394-1>
- Nair, R., & Maseeh, A. (2012). Vitamin D: The sunshine vitamin. In *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics*. <https://doi.org/10.4103/0976-500X.95506>
- Nebl, J., Drabert, K., Haufe, S., Wasserfurth, P., Eigendorf, J., Tegtbur, U., Hahn, A., & Tsikas, D. (2019). Exercise-Induced Oxidative Stress, Nitric Oxide and Plasma Amino Acid Profile in Recreational Runners with Vegetarian and Non-Vegetarian Dietary Patterns. *Nutrients*, 11(8), 1875. <https://doi.org/10.3390/nu11081875>
- Nebl, J., Schuchardt, J. P., Ströhle, A., Wasserfurth, P., Haufe, S., Eigendorf, J., Tegtbur, U., & Hahn, A. (2019). Micronutrient Status of Recreational Runners with Vegetarian or Non-Vegetarian Dietary Patterns. *Nutrients*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/nu11051146>

- Nebl, J., Schuchardt, J. P., Wasserfurth, P., Haufe, S., Eigendorf, J., Tegtbur, U., & Hahn, A. (2019). Characterization, dietary habits and nutritional intake of omnivorous, lacto-ovo vegetarian and vegan runners - a pilot study. *BMC Nutrition*, 5, 51. <https://doi.org/10.1186/s40795-019-0313-8>
- Nieman, D C. (1988). Vegetarian dietary practices and endurance performance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 48(3 Suppl), 754–761. <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.3.754>
- Nieman, David C. (1999). Physical fitness and vegetarian diets: Is there a relation? *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.570s>
- O’Leary, F., & Samman, S. (2010). Vitamin B12 in health and disease. In *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu2030299>
- Obeid, R., Fedosov, S. N., & Nexo, E. (2015). Cobalamin coenzyme forms are not likely to be superior to cyano- and hydroxyl-cobalamin in prevention or treatment of cobalamin deficiency. In *Molecular Nutrition and Food Research*. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201500019>
- Obeid, R., Heil, S. G., Verhoeven, M. M. A., van den Heuvel, E. G. H. M., de Groot, L. C. P. G. M., & Eussen, S. J. P. M. (2019). Vitamin B12 intake from animal foods, biomarkers, and health aspects. *Frontiers in Nutrition*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00093>
- Oikawa, S. Y., Bahniwal, R., Holloway, T. M., Lim, C., McLeod, J. C., McGlory, C., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2020). Potato Protein Isolate Stimulates Muscle Protein Synthesis at Rest and with Resistance Exercise in Young Women. *Nutrients*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/nu12051235>
- Orlich, M. J., Singh, P. N., Sabaté, J., Fan, J., Sveen, L., Bennett, H., Knutsen, S. F., Beeson, W. L., Jaceldo-Siegl, K., Butler, T. L., Herring, R. P., & Fraser, G. E. (2015). Vegetarian dietary patterns and the risk of colorectal cancers. *JAMA Internal Medicine*, 175(5), 767–776. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.59>
- Orlich, M. J., Singh, P. N., Sabaté, J., Jaceldo-Siegl, K., Fan, J., Knutsen, S., Beeson, W. L., & Fraser, G. E. (2013). Vegetarian dietary patterns and mortality in adventist health study 2. *JAMA Internal Medicine*. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.6473>
- Ornish, D., Brown, S. E., Billings, J. H., Scherwitz, L. W., Armstrong, W. T., Ports, T. A., McLanahan, S. M., Kirkeeide, R. L., Gould, K. L., & Brand, R. J. (1990). Can lifestyle changes reverse coronary heart disease?. The Lifestyle Heart Trial. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(90\)91656-U](https://doi.org/10.1016/0140-6736(90)91656-U)
- Ornish, Dean, Scherwitz, L. W., Billings, J. H., Lance Gould, K., Merritt, T. A., Sparler, S., Armstrong, W. T., Ports, T. A., Kirkeeide, R. L., Hogeboom, C., & Brand, R. J. (1998). Intensive lifestyle changes for reversal of coronary heart disease. *Journal of the American Medical Association*. <https://doi.org/10.1001/jama.280.23.2001>
- Ozemek, C., Laddu, D. R., Arena, R., & Lavie, C. J. (2018). The role of diet for prevention and management of hypertension. *Current Opinion in Cardiology*, 33(4), 388–393. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000532>
- Pannemans, D. L., Wagenmakers, A. J., Westerterp, K. R., Schaafsma, G., & Halliday, D. (1998). Effect of protein source and quantity on protein metabolism in elderly women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68(6), 1228–1235. <https://doi.org/10.1093/ajcn/68.6.1228>
- Park, Y., Choi, J.-E., & Hwang, H.-S. (2018). Protein supplementation improves muscle mass

- and physical performance in undernourished prefrail and frail elderly subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 108(5), 1026–1033. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy214>
- Patel, H., Chandra, S., Alexander, S., Soble, J., & Williams, K. A. (2017). Plant-Based Nutrition: An Essential Component of Cardiovascular Disease Prevention and Management. In *Current Cardiology Reports*. <https://doi.org/10.1007/s11886-017-0909-z>
- Patrick, L. (1999). Comparative absorption of calcium sources and calcium citrate malate for the prevention of osteoporosis. In *Alternative Medicine Review*.
- Pellett, P. L., & Young, V. R. (1990). Commentary: Joint FAO/WHO expert consultation on protein quality evaluation Bethesda, MD, USA, 4–8 December 1989. *Ecology of Food and Nutrition*, 24(4), 297–303. <https://doi.org/10.1080/03670244.1990.9991147>
- Pelly, F. E., & Burkhardt, S. J. (2014). Dietary regimens of athletes competing at the Delhi 2010 commonwealth games. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0023>
- Polin, V., Coriat, R., Perkins, G., Dhooge, M., Abitbol, V., Leblanc, S., Prat, F., & Chaussade, S. (2013). Iron deficiency: From diagnosis to treatment. In *Digestive and Liver Disease*. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2013.02.019>
- Powers, S. K., Duarte, J., Kavazis, A. N., & Talbert, E. E. (2010). Reactive oxygen species are signalling molecules for skeletal muscle adaptation. *Experimental Physiology*, 95(1), 1–9. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.050526>
- Powers, S. K., & Jackson, M. J. (2008). Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 88(4), 1243–1276. <https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2007>
- Quindry, J. C., Stone, W. L., King, J., & Broeder, C. E. (2003). The effects of acute exercise on neutrophils and plasma oxidative stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1139–1145. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074568.82597.0B>
- Rajendran, P., Nandakumar, N., Rengarajan, T., Palaniswami, R., Gnanadhas, E. N., Lakshminarasiah, U., Gopas, J., & Nishigaki, I. (2014). Antioxidants and human diseases. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 436, 332–347. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2014.06.004>
- Rapuri, P. B., Gallagher, J. C., & Haynatzka, V. (2003). Protein intake: effects on bone mineral density and the rate of bone loss in elderly women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(6), 1517–1525. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.6.1517>
- Rask-Madsen, C., & King, G. L. (2013). Vascular complications of diabetes: Mechanisms of injury and protective factors. In *Cell Metabolism*. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.11.012>
- Rauma, A. L., & Mykkänen, H. (2000). Antioxidant status in vegetarians versus omnivores. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 16(2), 111–119. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(99\)00267-1](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(99)00267-1)
- Rauma, A. L., Törrönen, R., Hänninen, O., Verhagen, H., & Mykkänen, H. (1995). Antioxidant status in long-term adherents to a strict uncooked vegan diet. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62(6), 1221–1227. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.6.1221>
- Richter, M., Boeing, H., Orinewold Funk, D., Kroke, H. H. A., Leschik-Bonnet, E., Ober tter, H., Strohm, D., & Watzl, B. (2016). Vegan diet. Position of the German nutrition society. *Ernährungs Umschau*, 63(4), 92–102.

- Rizzo, N. S., Sabaté, J., Jaceldo-Siegl, K., & Fraser, G. E. (2011). Vegetarian dietary patterns are associated with a lower risk of metabolic syndrome: The Adventist Health Study 2. *Diabetes Care*. <https://doi.org/10.2337/dc10-1221>
- Rocha, J. P., Laster, J., Parag, B., & Shah, N. U. (2019). Multiple Health Benefits and Minimal Risks Associated with Vegetarian Diets. In *Current Nutrition Reports*. <https://doi.org/10.1007/s13668-019-00298-w>
- Rogerson, D. (2017). Vegan diets: Practical advice for athletes and exercisers. In *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0192-9>
- Rosa, E. M. da, Scatola, R. P., & Possa, R. (2008). Cardiovascular risk in vegetarians and omnivores: a comparative study. In *Arquivos brasileiros de cardiologia*.
- Rosell, M. S., Lloyd-Wright, Z., Appleby, P. N., Sanders, T. A. B., Allen, N. E., & Key, T. J. (2005). Long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids in plasma in British meat-eating, vegetarian, and vegan men. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.2.327>
- Rydén, L., Grant, P. J., Anker, S. D., Berne, C., Cosentino, F., Danchin, N., Deaton, C., Escaned, J., Hammes, H. P., Huikuri, H., Marre, M., Marx, N., Mellbin, L., Ostergren, J., Patrono, C., Seferovic, P., Uva, M. S., Taskinen, M. R., Tendera, M., ... Xuereb, R. G. (2013). ESC guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *European Heart Journal*. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh108>
- Sabaté, J., & Wien, M. (2010). Vegetarian diets and childhood obesity prevention. In *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28701F>
- Sanders, T. A. B. (2009). DHA status of vegetarians. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2009.05.013>
- Satija, A., Bhupathiraju, S. N., Rimm, E. B., Spiegelman, D., Chiuve, S. E., Borgi, L., Willett, W. C., Manson, J. A. E., Sun, Q., & Hu, F. B. (2016). Plant-Based Dietary Patterns and Incidence of Type 2 Diabetes in US Men and Women: Results from Three Prospective Cohort Studies. *PLoS Medicine*. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002039>
- Sato, H., Shibata, M., Shimizu, T., Shibata, S., Toriumi, H., Ebine, T., Kuroi, T., Iwashita, T., Funakubo, M., Kayama, Y., Akazawa, C., Wajima, K., Nakagawa, T., Okano, H., & Suzuki, N. (2013). Differential cellular localization of antioxidant enzymes in the trigeminal ganglion. *Neuroscience*, 248, 345–358. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.06.010>
- Saunders, A. V., Davis, B. C., & Garg, M. L. (2013). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets. *The Medical Journal of Australia*. <https://doi.org/10.5694/mja11.11507>
- Schüpbach, R., Wegmüller, R., Berguerand, C., Bui, M., & Herter-Aeberli, I. (2017). Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-1079-7>
- Schwartz, R. S., Kraus, S. M., Schwartz, J. G., Wickstrom, K. K., Peichel, G., Garberich, R. F., Lesser, J. R., Oesterle, S. N., Knickelbine, T., Harris, K. M., Duval, S., Roberts, W. O., & O'Keefe, J. H. (2014). Increased Coronary Artery Plaque Volume Among Male Marathon Runners. *Missouri Medicine*, 111(2), 89–94.
- Šebeková, K., Boor, P., Valachovičová, M., Blažíček, P., Parrák, V., Babinská, K., Heidland, A., &

- Krajčovičová-Kudláčková, M. (2006). Association of metabolic syndrome risk factors with selected markers of oxidative status and microinflammation in healthy omnivores and vegetarians. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50(9), 858–868. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200500170>
- Sexton, C. L., Smith, M. A., Smith, K. S., Osburn, S. C., Godwin, J. S., Ruple, B. A., Hendricks, A. M., Mobley, C. B., Goodlett, M. D., Frugé, A. D., Young, K. C., & Roberts, M. D. (2021). Effects of Peanut Protein Supplementation on Resistance Training Adaptations in Younger Adults. *Nutrients*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/nu13113981>
- Shah, B., Newman, J. D., Woolf, K., Ganguzza, L., Guo, Y., Allen, N., Zhong, J., Fisher, E. A., & Slater, J. (2018). Anti-inflammatory effects of a vegan diet versus the american heart association–recommended diet in coronary artery disease trial. *Journal of the American Heart Association*. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.011367>
- Shaikh, M. G., Anderson, J. M., Hall, S. K., & Jackson, M. A. (2003). Transient neonatal hypothyroidism due to a maternal vegan diet. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. <https://doi.org/10.1515/JPEM.2003.16.1.111>
- Shaw, N. S., Chin, C. J., & Pan, W. H. (1995). A vegetarian diet rich in soybean products compromises iron status in young students. *Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/jn/125.2.212>
- Sheppard, M. N. (2012). The fittest person in the morgue? In *Histopathology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.2011.03852.x>
- Shridhar, K., Dhillon, P. K., Bowen, L., Kinra, S., Bharathi, A. V., Prabhakaran, D., Reddy, K. S., & Ebrahim, S. (2014). Nutritional profile of Indian vegetarian diets - The Indian Migration Study (IMS). *Nutrition Journal*. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-55>
- Simioni, C., Zauli, G., Martelli, A. M., Vitale, M., Sacchetti, G., Gonelli, A., & Neri, L. M. (2018). Oxidative stress: role of physical exercise and antioxidant nutraceuticals in adulthood and aging. *Oncotarget*, 9(24), 17181–17198. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.24729>
- Song, M., Fung, T. T., Hu, F. B., Willett, W. C., Longo, V. D., Chan, A. T., & Giovannucci, E. L. (2016). Association of animal and plant protein intake with all-cause and cause-specific mortality. *JAMA Internal Medicine*. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.4182>
- Spencer, E. A., Appleby, P. N., Davey, G. K., & Key, T. J. (2003). Diet and body mass index in 38 000 EPIC-Oxford meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans. *International Journal of Obesity*. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802300>
- Strong, J. P., Malcom, G. T., Newman, W. P., & Oalman, M. C. (1992). Early lesions of atherosclerosis in childhood and youth: Natural history and risk factors. *Journal of the American College of Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/07315724.1992.10737984>
- Szeto, Y. T., Kwok, T. C. Y., & Benzie, I. F. F. (2004). Effects of a long-term vegetarian diet on biomarkers of antioxidant status and cardiovascular disease risk. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 20(10), 863–866. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.06.006>
- Taherkhani, S., Suzuki, K., & Ruhee, R. T. (2021). A Brief Overview of Oxidative Stress in Adipose Tissue with a Therapeutic Approach to Taking Antioxidant Supplements. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/antiox10040594>
- Taniyama, Y., & Griendling, K. K. (2003). Reactive oxygen species in the vasculature: molecular and cellular mechanisms. *Hypertension (Dallas, Tex. : 1979)*, 42(6), 1075–1081. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000100443.09293.4F>

- Teas, J., Pino, S., Critchley, A., & Braverman, L. E. (2004). Variability of iodine content in common commercially available edible seaweeds. *Thyroid*. <https://doi.org/10.1089/thy.2004.14.836>
- Thacher, T. D., & Clarke, B. L. (2011). Vitamin D insufficiency. In *Mayo Clinic Proceedings*. <https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0567>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Tonstad, S., Stewart, K., Oda, K., Batech, M., Herring, R. P., & Fraser, G. E. (2013). Vegetarian diets and incidence of diabetes in the Adventist Health Study-2. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2011.07.004>
- Tonstad, Serena, Butler, T., Yan, R., & Fraser, G. E. (2009). Type of vegetarian diet, body weight, and prevalence of type 2 diabetes. *Diabetes Care*. <https://doi.org/10.2337/dc08-1886>
- Tryfidou, D. V., McClean, C., Nikolaidis, M. G., & Davison, G. W. (2020). DNA Damage Following Acute Aerobic Exercise: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(1), 103–127. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01181-y>
- Turner-McGrievy, G. M., Davidson, C. R., Wingard, E. E., Wilcox, S., & Frongillo, E. A. (2015). Comparative effectiveness of plant-based diets for weight loss: a randomized controlled trial of five different diets. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 31(2), 350–358. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.09.002>
- Tuso, P. J., Ismail, M. H., Ha, B. P., & Bartolotto, C. (2013). Nutritional update for physicians: plant-based diets. *The Permanente Journal*. <https://doi.org/10.7812/TPP/12-085>
- Valko, M., Rhodes, C. J., Moncol, J., Izakovic, M., & Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 160(1), 1–40. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2005.12.009>
- Vanacore, D., Messina, G., Lama, S., Bitti, G., Ambrosio, P., Tenore, G., Messina, A., Monda, V., Zappavigna, S., Boccellino, M., Novellino, E., Monda, M., & Stiuso, P. (2018). Effect of restriction vegan diet's on muscle mass, oxidative status, and myocytes differentiation: A pilot study. *Journal of Cellular Physiology*, 233(12), 9345–9353. <https://doi.org/10.1002/jcp.26427>
- Venderley, A. M., & Campbell, W. W. (2006). Vegetarian diets : nutritional considerations for athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(4), 293–305. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00002>
- Vincent, H. K., Powers, S. K., Demirel, H. A., Coombes, J. S., & Naito, H. (1999). Exercise training protects against contraction-induced lipid peroxidation in the diaphragm. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(3), 268–273. <https://doi.org/10.1007/s004210050505>
- Vincent, H. K., Powers, S. K., Stewart, D. J., Demirel, H. A., Shanely, R. A., & Naito, H. (2000). Short-term exercise training improves diaphragm antioxidant capacity and endurance. *European Journal of Applied Physiology*, 81(1–2), 67–74. <https://doi.org/10.1007/PL00013799>
- Visentin, S., Grumolato, F., Nardelli, G. B., Di Camillo, B., Grisan, E., & Cosmi, E. (2014). Early origins of adult disease: Low birth weight and vascular remodeling. In *Atherosclerosis*.

<https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2014.09.027>

- Volek, J. S., Volk, B. M., Gómez, A. L., Kunces, L. J., Kupchak, B. R., Freidenreich, D. J., Aristizabal, J. C., Saenz, C., Dunn-Lewis, C., Ballard, K. D., Quann, E. E., Kawiecki, D. L., Flanagan, S. D., Comstock, B. A., Fragala, M. S., Earp, J. E., Fernandez, M. L., Bruno, R. S., Ptolemy, A. S., ... Kraemer, W. J. (2013). Whey protein supplementation during resistance training augments lean body mass. *Journal of the American College of Nutrition*, 32(2), 122–135. <https://doi.org/10.1080/07315724.2013.793580>
- Volpe, S. L. (2007). Micronutrient Requirements for Athletes. In *Clinics in Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.11.009>
- Wacker, M., & Holick, M. F. (2013). Sunlight and Vitamin D: A global perspective for health. In *Dermato-Endocrinology*. <https://doi.org/10.4161/derm.24494>
- Waldmann, A., Koschizke, J. W., Leitzmann, C., & Hahn, A. (2003). Dietary intakes and lifestyle factors of a vegan population in Germany: Results from the German vegan study. *European Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601629>
- Weaver, C. M., Proulx, W. R., & Heaney, R. (1999). Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.543s>
- Wei, W., Liu, Q., Tan, Y., Liu, L., Li, X., & Cai, L. (2009). Oxidative stress, diabetes, and diabetic complications. *Hemoglobin*, 33(5), 370–377. <https://doi.org/10.3109/03630260903212175>
- Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Macdonald, M. J., Macdonald, J. R., Armstrong, D., & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(4), 1031–1040. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.4.1031>
- Williams, K. A., & Patel, H. (2017). Healthy Plant-Based Diet. *Journal of the American College of Cardiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.06.006>
- Wilson, S. (2011). The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets: Issues and Applications, Third Edition. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2011.03.002>
- Wirnitzer, K., Boldt, P., Lechleitner, C., Wirnitzer, G., Leitzmann, C., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Health status of female and male vegetarian and vegan endurance runners compared to omnivores—Results from the NURMI study (Step 2). *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11010029>
- Wolfram, T., & Ismail-Beigi, F. (2011). Efficacy of high-fiber diets in the management of type 2 diabetes mellitus. In *Endocrine Practice*. <https://doi.org/10.4158/EP10204.RA>
- Xia, Z., Cholewa, J. M., Dardevet, D., Huang, T., Zhao, Y., Shang, H., Yang, Y., Ding, X., Zhang, C., Wang, H., Liu, S., Su, Q., & Zanchi, N. E. (2018). Effects of oat protein supplementation on skeletal muscle damage, inflammation and performance recovery following downhill running in untrained collegiate men. *Food & Function*, 9(9), 4720–4729. <https://doi.org/10.1039/c8fo00786a>
- Yazigi Solis, M., de Salles Painelli, V., Giannini Artioli, G., Roschel, H., Concepción Otaduy, M., & Gualano, B. (2014). Brain creatine depletion in vegetarians? A cross-sectional ¹H-magnetic resonance spectroscopy (¹H-MRS) study. *The British Journal of Nutrition*, 111(7), 1272–1274. <https://doi.org/10.1017/S0007114513003802>

- Yen, C. E., Yen, C. H., Huang, M. C., Cheng, C. H., & Huang, Y. C. (2008). Dietary intake and nutritional status of vegetarian and omnivorous preschool children and their parents in Taiwan. *Nutrition Research*. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.03.012>
- Yokoyama, Y., Nishimura, K., Barnard, N. D., Takegami, M., Watanabe, M., Sekikawa, A., Okamura, T., & Miyamoto, Y. (2014). Vegetarian diets and blood pressure ameta-analysis. *JAMA Internal Medicine*. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.14547>
- Young, V. R., & Pellett, P. L. (1994). Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5 Suppl), 1203S-1212S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/59.5.1203S>
- Zhou, J., Li, J., & Campbell, W. W. (2013). Vegetarian Athletes. In *Nutrition and Enhanced Sports Performance: Muscle Building, Endurance, and Strength*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396454-0.00010-2>