

 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Τμήμα Διαιτολογίας και Διατροφολογίας	 ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΟΛΟΓΙΑΣ
---	---	--

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Οι επιδράσεις της φυτοφαγικής διατροφής στην άσκηση δύναμης

Τίτλος στα αγγλικά:

The effects of vegetarian diets on strength training

Βαδράσκα Παναγιώτα

Πασχαλίδου Στυλιανή

Επιβλέπων καθηγητής

Ντίνας Πέτρος

Τρίκαλα, 2024

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων	2
Abstract.....	4
Περίληψη	5
Εισαγωγή	6
Χορτοφαγική διατροφή	6
Ορισμός.....	6
Κατηγορίες χορτοφαγικής διατροφής.....	8
Ημιχορτοφάγοι.....	8
Ωο – γαλακτο χορτοφάγοι.....	8
Αυστηρά χορτοφάγοι	8
Πίνακας 1: Κατηγορίες χορτοφαγικής διατροφής	8
Ενέργεια και φυσική δραστηριότητα	8
Μακροθρεπτικά συστατικά και φυσική δραστηριότητα	9
Πρωτεΐνες.....	9
Υδατάνθρακες.....	12
Λίπος.....	13
Μικροθρεπτικά συστατικά.....	15
Βιταμίνες	16
Ιχνοστοιχεία.....	17
Άσκηση δύναμης.....	19
Σκοπός έρευνας.....	20
Μεθοδολογία.....	20
Κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού μελετών	20
Αποτελέσματα.....	21
Χαρακτηριστικά επιλέξιμων μελετών	21
Πίνακας 2: Μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις της φυτοφαγικής διατροφής στην άσκηση δύναμης	22
Χαρακτηριστικά μελετών και δειγμάτων.....	32
Πειραματικό πρωτόκολλο	32
Ανθρωπομετρικές και Βιοχημικές μετρήσεις	33
Μυϊκή Δύναμη, Αντοχή και αθλητική απόδοση	35
Μυϊκή υπερτροφία.....	35
Συζήτηση.....	36
Σύνθεση Σώματος.....	37

Βιοχημικές μετρήσεις	38
Μυϊκή υπερτροφία.....	42
Μυϊκή δύναμη, αντοχή και αθλητική απόδοση.....	44
Συμπεράσματα	46
Βιβλιογραφία.....	46

Abstract

The current review examined the impact of vegetarian diets on strength and resistance training, particularly their effects on muscle development and strength, body composition, concentrations of muscle creatine, iron stores and athletic performance. It navigates through nutritional considerations the importance of meeting protein, iron, calcium, and vitamin B12 requirements through plant-based sources. Based on the selection criteria, seven intervention studies with omnivorous and vegan groups were included, of which two used a randomized cross-over design and five used a randomized parallel design, as well as one study was an observational one. The outcomes suggest that well-planned vegetarian diets can adequately support muscle growth and strength gains comparable to omnivorous diets, provided individuals ensure proper nutrient intake. Additionally, the review discusses the potential advantages of plant-based diets in muscle hypertrophy and strength, as the studies showed similar results in groups following a vegetarian diet and respectively an omnivorous diet combined with resistance training. However, the outcomes highlight potential challenges, such as to ensure adequate protein intake and addressing concerns about energy availability and dietary adequacy. Overall, the conclusion suggests a careful nutritional planning to optimize the effectiveness of vegetarian diets for strength training in athletes.

Περίληψη

Η ανασκόπηση αυτή εξετάζει διεξοδικά τον αντίκτυπο της χορτοφαγικής διαίτας στην προπόνηση δύναμης, μελετώντας τις επιδράσεις της στην ανάπτυξη των μυών, την σύνθεση σώματος, τα αποθέματα κρεατίνης και σιδήρου και την αθλητική απόδοση. Αναλύει διατροφικά ζητήματα, τονίζοντας τη σημασία της ικανοποίησης των αναγκών σε πρωτεΐνες, σίδηρο, ασβέστιο και βιταμίνη B12 μέσω φυτικών πηγών. Με βάση τα κριτήρια επιλογής, εντάχθηκαν επτά μελέτες παρέμβασης με ομάδες παμφάγας και φυτοφαγικής διατροφής, από τις οποίες δύο είχαν διασταυρούμενο σχεδιασμό και πέντε παράλληλο, αλλά και μια μελέτη παρατήρησης. Αντλώντας από ένα φάσμα μελετών, η ανασκόπηση προτείνει ότι οι καλά σχεδιασμένες χορτοφαγικές δίαιτες μπορούν να υποστηρίξουν επαρκώς την ανάπτυξη των μυών συγκρίσιμα με τις παμφάγες δίαιτες, υπό την προϋπόθεση ότι τα άτομα διασφαλίζουν τη σωστή πρόσληψη θρεπτικών συστατικών. Επιπλέον, συζητά τα πιθανά πλεονεκτήματα των χορτοφαγικών διατροφών στην μυϊκή υπερτροφία και ισχύ, καθώς οι μελέτες έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα σε ομάδες που ακολουθούσαν χορτοφαγική διατροφή και αντίστοιχα παμφάγα διατροφή σε συνδυασμό με την άσκηση αντιστάσεων. Ωστόσο, η ανασκόπηση αναγνωρίζει πιθανές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της εξασφάλισης επαρκούς πρόσληψης πρωτεϊνών και της αντιμετώπισης των δυσκολιών σχετικά με τη διαθεσιμότητα ενέργειας και τη διατροφική επάρκεια. Συνολικά, υπογραμμίζει την ανάγκη για προσεκτικό διατροφικό σχεδιασμό για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της χορτοφαγικής διαίτας για τους αθλητές δύναμης.

Εισαγωγή

Στην σύγχρονη εποχή, η εκτεταμένη καθημερινή χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και η συνεχής πληροφόρηση μέσω αυτών, έχει τοποθετήσει την χορτοφαγική διατροφή στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος του γενικού πληθυσμού αλλά και των αθλητών και αθλούμενων (1). Σε μια μελέτη που διεξήχθη το 2010 σε αθλητές που συμμετείχαν στους Κοινοπολιτειακούς αγώνες στο Δελχί, συνολικά το 21% δήλωσε πως ακολουθεί χορτοφαγική διατροφή, και το 1% ότι είναι χορτοφάγοι. (2). Το γεγονός αυτό μπορεί να παρατηρηθεί επίσης από την αύξηση των ερευνών που επικεντρώνονται στη μελέτη της χορτοφαγικής διατροφής και τις επιπτώσεις της στην υγεία και στην άθληση (3). Έχει αποδειχθεί από προγενέστερες μελέτες ότι η διατροφή επηρεάζει την απόδοση κατά τη διάρκεια της άσκησης (4). Παρόλα αυτά, ενώ έχουν τεκμηριωθεί επιστημονικά οι επιπτώσεις της διατροφής σε πτυχές της άσκησης και της απόδοσης από πολλαπλές έρευνες, ο αντίκτυπος της χορτοφαγικής διατροφής στην άσκηση δεν έχει μελετηθεί εκτενώς (5). Υπάρχουν ωστόσο ισχυρισμοί ότι η φυτοφαγική διατροφή μπορεί να κριθεί ευεργετική όσον αφορά την απόδοση και την αποκατάσταση, ενισχύοντας τον οργανισμό με αντιοξειδωτικά (π.χ. πολυφαινόλες), βιταμίνες (C και E) και ενέργεια από τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες. Όμως, τα επιστημονικά δεδομένα που αποδεικνύουν τον ισχυρισμό αυτό είναι αμφιλεγόμενα. Παρά το ενδιαφέρον που έχει λάβει η φυτοφαγική διατροφή από το ευρύ κοινό, η επιστημονική κοινότητα δεν έχει δείξει αντίστοιχο ενδιαφέρον για την μελέτη της σε σχέση με την άσκηση (6).

Λόγω της πεποίθησης ότι η φυτοφαγική διατροφή δεν είναι επαρκής σε θρεπτικά συστατικά, πολλοί αθλητές αποφεύγουν να την υιοθετήσουν με φόβο να διακινδυνεύσουν την απόδοση και την αποκατάστασή τους. Ωστόσο, οι επαγγελματίες υγείας είναι ικανοί να παρέχουν ένα πλήρες πρόγραμμα διατροφής, συμπληρώνοντας όλες τις ανάγκες για ενέργεια, πρωτεΐνη, υδατάνθρακες και μικροστοιχεία (7). Είναι σημαντικό να πληρούνται οι διατροφικές απαιτήσεις τόσο σε ενεργειακό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο θρεπτικών συστατικών εξατομικευμένα για κάθε αθλητή ή αθλούμενο, προκειμένου να ερευνηθούν οι επιδράσεις της φυτοφαγικής διατροφής σε πεδία της άσκησης (6).

Χορτοφαγική διατροφή

Ορισμός

Η χορτοφαγική διατροφή αποτελεί μια διατροφή που περιέχει κυρίως τρόφιμα φυτικής προέλευσης, όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, τα όσπρια, τα δημητριακά, τους ξηρούς καρπούς και σπόρους, και αποκλείει τρόφιμα ζωικής προέλευσης, δηλαδή το κόκκινο κρέας, τα

πουλερικά και τα ψάρια (1,8). Αυτό το διατροφικό πρότυπο περιέχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ορισμένα θρεπτικά συστατικά, τα οποία βρίσκονται συχνά σε έλλειψη στον οργανισμό εάν δεν ακολουθηθεί ένα ισορροπημένο πρόγραμμα διατροφής. Τα μικροθρεπτικά συστατικά αυτά είναι συνήθως ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το ασβέστιο, το ιώδιο, και οι βιταμίνες B2, B12, D, ενώ παρατηρείται χαμηλή κατανάλωση πρωτεϊνών, κορεσμένων και ω-3 λιπαρών οξέων, χοληστερόλης, επεξεργασμένων τροφίμων και συνολικών θερμίδων σε όσους ακολουθούν αυτή τη δίαιτα (1,5). Παρόλα αυτά, υπάρχουν θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται σε μεγάλη περιεκτικότητα στη διατροφή αυτή. Σε αυτά ανήκουν οι σύνθετοι υδατάνθρακες, οι φυτικές ίνες, το μαγνήσιο, τα νιτρικά άλατα, το φολικό οξύ, η βιταμίνη C, E και τα αντιοξειδωτικά.

Γενικότερα, στις χορτοφαγικές δίαιτες αποκλείονται τα ζωικά τρόφιμα όπως το κόκκινο και το λευκό κρέας, τα ψάρια, τα γαλακτοκομικά, τα αυγά και τα προϊόντα τους, αλλά το πλήθος των τροφίμων που απορρίπτονται εξαρτάται από την κατηγορία της δίαιτας (1). Η χορτοφαγική διατροφή χωρίζεται σε υποκατηγορίες, οι οποίες περιλαμβάνουν τους ημιχορτοφάγους (semi vegetarian), τους χορτοφάγους που καταναλώνουν γαλακτοκομικά και/ή αυγά (lacto – ovo vegetarian), και τους αυστηρά χορτοφάγους (vegan) (3). Αν και υπάρχουν μικρές διαφορές μεταξύ των παραλλαγών, οι αυστηρά χορτοφάγοι σε γενικό πλαίσιο τείνουν να καταναλώνουν μικρότερες ποσότητες σε ασβέστιο, φώσφορο, βιταμίνη D και B12 από τους ημιχορτοφάγους και τους ωο – γάλακτο χορτοφάγους λόγω απουσίας κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων. Επίσης, παρουσιάζουν ανεπαρκή κατανάλωση ποσότητας πρωτεϊνών, κρεατίνης, καρνιτίνης, ω-3 λιπαρών οξέων λόγω της απουσίας αυγών και θαλασσινών στη διατροφή τους (1).

Παρόλα αυτά, όλες οι παραλλαγές της χορτοφαγικής διατροφής είναι εξίσου πιθανόν να παρουσιάσουν ευεργετικές επιδράσεις όσον αφορά την άσκηση, κυρίως λόγω αυξημένης περιεκτικότητας τους σε υδατάνθρακες και αντιοξειδωτικά. Οι υδατάνθρακες προάγουν καλύτερη αποθήκευση γλυκογόνου στους μύες, και τα αντιοξειδωτικά βοηθούν στην αντιστάθμιση του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από την άσκηση, άρα καθιστούν πιθανή την βελτίωση πολλών παραγόντων που σχετίζονται με την άσκηση όπως η απόδοση (1). Ακόμη, ένα κύριο χαρακτηριστικό της χορτοφαγικής διατροφής που είναι η αυξημένη κατανάλωση φυτικών ινών και η μειωμένη κατανάλωση κορεσμένων λιπαρών οξέων, έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει το καρδιαγγειακό προφίλ (χαμηλότερη LDL χοληστερόλη και αρτηριακή πίεση). Επιπλέον, μειώνει το ιξώδες του αίματος, την φλεγμονή και αυξάνει την οξυγόνωση των ιστών. Τέλος, έρευνες έχουν δείξει πως προσφέρει οφέλη και στην σύσταση

του σώματος, μειώνοντας την λιπώδη μάζα, τον δείκτη μάζας σώματος, και αυξάνοντας την άλιπη μάζα σώματος (7).

Κατηγορίες χορτοφαγικής διατροφής

Ημιχορτοφάγοι

Στην κατηγορία αυτή δεν απαγορεύεται κάποιο συγκεκριμένο τρόφιμο. Τα ζωικά τρόφιμα και πιο συγκεκριμένα τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα αυγά, τα ψάρια, το κόκκινο και λευκό κρέας καταναλώνονται σε συχνότητα μεγαλύτερη ή ίση από μια φορά το μήνα, αλλά λιγότερο από μια φορά την εβδομάδα.

Ωο – γαλακτο χορτοφάγοι

Όσοι ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία, εντάσσουν σε καθημερινή ή εβδομαδιαία βάση στην διατροφή τους γαλακτοκομικά προϊόντα ή/και αυγά, συνεπώς δεν κινδυνεύουν τόσο συχνά από έλλειψη ασβεστίου, βιταμίνης D και B12. Αποφεύγουν όμως την κατανάλωση κόκκινου κρέατος, πουλερικών και ψαριών.

Αυστηρά χορτοφάγοι

Σε αυτή την κατηγορία, αποφεύγεται η κατανάλωση οποιουδήποτε τροφίμου ζωικής προέλευσης, επομένως επιτρέπονται μόνο τα φυτικά τρόφιμα όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, τα δημητριακά, τα όσπρια, οι ξηροί καρποί (3).

Πίνακας 1: Κατηγορίες χορτοφαγικής διατροφής

Κατηγορία χορτοφαγικής δίαιτας	Τρόφιμα που περιέχονται
Ημιχορτοφάγοι	Καταναλώνει ζωικά τρόφιμα σε συχνότητα ≥ 1 φορά/μήνα αλλά < 1 φορά/εβδομάδα
Ωο – γαλακτο χορτοφάγοι	Καταναλώνει αυγά ή/και γαλακτοκομικά προϊόντα και όχι κόκκινο κρέας, πουλερικά και ψάρια
Αυστηρά χορτοφάγοι	Καταναλώνει μόνο φυτικά τρόφιμα (όχι κόκκινο κρέας, πουλερικά, ψάρια, αυγά και γαλακτοκομικά προϊόντα)

Ενέργεια και φυσική δραστηριότητα

Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών αποτελεί κύρια προτεραιότητα για όσους έχουν συχνή ενασχόληση με τον αθλητισμό. Το ισοζύγιο ενέργειας ορίζεται ως η διαφορά του αθροίσματος της ενέργειας που προσλαμβάνεται σε μια ημέρα (μέσω τροφής, υγρών και συμπληρωμάτων) και του αθροίσματος της ενέργειας που δαπανάται σε μια ημέρα (δραστηριότητα, τροφική θερμογένεση, βασικός μεταβολικός ρυθμός).

Η επαρκής πρόσληψη ενέργειας είναι απαραίτητη για την βέλτιστη αθλητική απόδοση και για την διατήρηση κατάλληλου σωματικού βάρους και σύστασης σώματος για έναν αθλητή. Πολύ συχνά, συναντάται μειωμένη θερμιδική πρόσληψη ή/και αυστηρή απώλεια βάρους σε άτομα που αθλούνται. Το γεγονός αυτό, οδηγεί σε αποφυγή κύριων τροφικών ομάδων από την διατροφή, ιδιαίτερα εκείνων που περιέχουν υδατάνθρακες, άρα και σε ελλιπή πρόσληψη μικροθρεπτικών και μακροθρεπτικών συστατικών. Συνεπώς, προτείνεται πάντα επαρκής πρόσληψη των παραπάνω και συγκεκριμένα καθημερινή κατανάλωση της συνιστώμενης διαιτητικής πρόσληψης (RDA) για τα μικροθρεπτικά συστατικά (9).

Ένας ακόμη λόγος που είναι σημαντική η ικανοποιητική πρόσληψη ενέργειας από την τροφή, είναι οι αυξημένες ενεργειακές ανάγκες που έχουν όσοι ασχολούνται με τον αθλητισμό λόγω αυξημένης σωματικής δραστηριότητας. Οι ενεργειακές ανάγκες μπορεί να κυμαίνονται από 2.000 έως 6.000 kcal/ημέρα, συνήθως ανάλογα με το σωματικό βάρος του ατόμου, τη σύσταση του σώματος, το φύλο, το πρόγραμμα προπόνησης, την ένταση και το είδος του αθλήματος που ακολουθεί (8). Η Διεθνής Εταιρεία Αθλητικής Διατροφής (ISSN) συνιστά ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις πρέπει να τροποποιούνται ανάλογα με το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας, την λιπώδη και άλιπη μάζα του σώματος και το είδος της άσκησης, ώστε να διασφαλίζεται η κάλυψη των ατομικών αναγκών (10). Η χορτοφαγική διατροφή μπορεί να παρέχει την απαραίτητη ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών ενός ατόμου που αθλείται (8). Προϋπόθεση αποτελεί η εφαρμογή ενός σωστά δομημένου προγράμματος διατροφής, κατά προτίμηση από έναν ειδικό διατροφολόγο (6).

Για τον κατάλληλο σχεδιασμό ενός προγράμματος διατροφής, είναι σημαντική η σωστή κατανομή της ενέργειας σε μακροθρεπτικά συστατικά. Για τον γενικό πληθυσμό, τα αποδεκτά εύρη κατανομής θρεπτικών συστατικών (AMDR) κυμαίνονται από 45-65% για τους υδατάνθρακες, 20-35% για τα λιπαρά οξέα και 10-35% για τις πρωτεΐνες. Αυτά τα εύρη θεωρούνται αποδεκτά για τους αθλητές, χορτοφάγους και μη χορτοφάγους (8). Πιο συγκεκριμένα, για αθλητές δύναμης θεωρείται πως η ελάχιστη θερμιδική πρόσληψη είναι 50kcal/kg/ημέρα, που αντιστοιχεί σε 3500kcal/ημέρα για ένα άτομο 70kg (11).

Μακροθρεπτικά συστατικά και φυσική δραστηριότητα

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν ένα σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για την σωστή λειτουργία και ανάπτυξη του σώματος. Επιπλέον, είναι υπεύθυνες για την σύνθεση και αναγέννηση των μυϊκών κυττάρων (5). Η παρουσία τους είναι απαραίτητη στη διατροφή των αθλούμενων,

αφού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην απόδοση και στην αποκατάσταση τους. Ιδιαίτερα για τους αθλητές που ασχολούνται με αθλήματα δύναμης, αισθητικής και κατηγορίας βάρους (Bodybuilding, άρση βαρών) η βέλτιστη πρόσληψη πρωτεϊνών και αμινοξέων θεωρείται αναγκαία για την ενίσχυση της δύναμης, την διατήρηση σκελετικής μυϊκής μάζας και την ανάπτυξη της μυϊκής υπερτροφίας (6,12). Ταυτόχρονα, η επαρκής πρωτεϊνική πρόσληψη δρα υποστηρικτικά για τον οργανισμό στην περίπτωση οξείδωσης των αμινοξέων με σκοπό την παραγωγή ενέργειας κατά την διάρκεια έντονων και εξαντλητικών προπονήσεων (8).

Πηγές πρωτεΐνης αποτελούν τόσο οι ζωικές όσο και οι φυτικές τροφές. Οι κυριότερες κατηγορίες τροφίμων είναι το κόκκινο κρέας, τα πουλερικά, τα ψάρια, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα αυγά, τα όσπρια, οι ξηροί καρποί, η σόγια και τα προϊόντα της, καθώς και συγκεκριμένα είδη δημητριακών. Ωστόσο, οι χορτοφαγικές δίαιτες περιλαμβάνουν κυρίως ή αποκλειστικά τα προϊόντα φυτικής προέλευσης για την κάλυψη των πρωτεϊνικών απαιτήσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι αυστηρά φυτοφάγοι οι οποίοι αποφεύγουν όλα τα ζωικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένου του μελιού, της ζελατίνης και των πρόσθετων τροφίμων ζωικής προέλευσης (8). Αυτό σημαίνει πως η επίτευξη των ημερήσιων πρωτεϊνικών αναγκών μέσω της φυτοφαγικής διατροφής είναι μια πρόκληση και ιδιαίτερα για τους αθλούμενους, διότι η πρωτεϊνική πρόσληψη είναι χαμηλότερη στη χορτοφαγική διαίτα σε σύγκριση με την παμφάγα (3,6,13). Αναλυτικότερα, όσον αφορά τους αθλούμενους που γυμνάζονται με ασκήσεις αντιστάσεων, υπάρχουν έρευνες που καταγράφουν ότι η ποσότητα της πρωτεΐνης συμβάλλει σε μεγαλύτερο βαθμό από την ποιότητα στις διαφορές της μυϊκής ανάπτυξης μεταξύ χορτοφάγων και παμφάγων (8). Ωστόσο, το δείγμα των μελετών αυτών αποτελούταν από άτομα που ακολουθούσαν χορτοφαγική διαίτα με πρωταρχική πρωτεϊνική πηγή τα αυγά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Συνεπώς, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψιν και η ποιότητα της πρωτεΐνης ως ένας παράγοντας επιρροής του μυϊκού αναβολισμού και της απόδοσης σε αθλήματα αντίστασης και δύναμης (3).

Μια διαιτητική πρωτεΐνη υψηλής ποιότητας αξιολογείται από την πεπτικότητα της μετά την κατάποση, από την περιεκτικότητα της σε αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας, καθώς και από την μεταβολική αξιοποίηση της για την διέγερση του μυϊκού αναβολισμού (14,15). Μέχρι στιγμής, η βιβλιογραφία υποδεικνύει ότι οι πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης είναι χαμηλής βιολογικής αξίας καθώς περιέχουν περιορισμένες ποσότητες απαραίτητων αμινοξέων (6,14,16). Η έλλειψη αυτή, καθιστά τις φυτικές πρωτεΐνες πιο αδύναμες ως προς τον μυϊκό αναβολισμό σε σχέση με τις ζωικές (17).

Εν τούτοις, οι χορτοφάγοι που ασχολούνται με την άθληση μπορούν με το κατάλληλο διατροφικό σχεδιασμό να εξασφαλίσουν επαρκή πρωτεϊνική πρόσληψη για την υποστήριξη των αθλητικών τους επιδόσεων (8,18). Προϋπόθεση αποτελεί, η εκμάθηση των φυτοφάγων αθλητών σχετικά με τους κατάλληλους συνδυασμούς των φυτικών πηγών, με στόχο την κατανάλωση πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας και την κάλυψη των ημερήσιων ενεργειακών αναγκών (9). Πιο συγκεκριμένα, για τον ποιοτικό εμπλουτισμό της φυτικής πρωτεΐνης, μπορούν να εφαρμοστούν τεχνικές, όπως η συμπληρωματική ενίσχυση των φυτικών πηγών με απαραίτητα αμινοξέα και η πρόσληψη μεγαλύτερων ποσοτήτων πρωτεϊνών (19). Ταυτόχρονα, για την εξασφάλιση της κατάλληλης πρωτεϊνικής ποσότητας, κρίνεται σκόπιμη η στρατηγική επιλογή τροφών που θα δρουν σαν εναλλακτικές πηγές ζωικής πρωτεΐνης. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα όσπρια, οι ξηροί καρποί, η σόγια και τα δημητριακά (8). Επιπλέον, τα αυγά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιέχουν πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας και αποτελούν σημαντικά συστατικά στην χορτοφαγική διατροφή που επιτρέπεται η κατανάλωση τους, καθώς διασφαλίζουν το πρωτεϊνικό ισοζύγιο. Παράλληλα, για την αποτελεσματική ενίσχυση της πρωτεϊνοσύνθεσης και της αποκατάστασης του σκελετικού μυϊκού ιστού μετά την άσκηση, είναι απαραίτητη η επαρκής πρόσληψη απαραίτητων αμινοξέων και αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (6). Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Ένωση Διαιτολόγων, η κάλυψη των συγκεκριμένων αναγκών επιτυγχάνεται όταν καταναλώνεται ποικιλία πρωτεϊνών τακτικά και η συνολική ενεργειακή πρόσληψη είναι επαρκής (9). Έχει αποδειχθεί ότι η καθημερινή κατανάλωση ενός συνδυασμού φυτικών πρωτεϊνών μπορεί να παρέχει ποσότητες από όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, διεγείροντας την μεταγευματική σύνθεση των πρωτεϊνών (20).

Οι πρωτεϊνικές απαιτήσεις είναι συχνά ένα από τα πιο επίμαχα ζητήματα στη χορτοφαγική διαίτα και ιδιαίτερα για τους αθλητές. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Ένωση Διαιτολόγων και το Ινστιτούτο Ιατρικής, η συνιστάμενη μέση ημερήσια διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης για τους χορτοφάγους είναι η ίδια με αυτή ενός φυσιολογικού ατόμου άνω των 18 ετών (0,8γρ/κιλό σωματικού βάρους/ημέρα) (1,8,14). Ωστόσο, επειδή δεν υπάρχουν δεδομένα για την διαιτητική πρόσληψη αναφοράς των χορτοφάγων αθλητών, εξακολουθούν να υπάρχουν ενδοιασμοί στον τομέα υγείας και αθλητισμού, για το αν οι πρωτεϊνικές συστάσεις για το γενικό πληθυσμό μπορούν να παρέχουν επαρκή πρωτεΐνη για την μεγιστοποίηση του μυϊκού αναβολισμού σε σχέση με τα αποτελέσματα στην προπόνηση. Το Συμβούλιο Τροφίμων και Διατροφής, συνιστά την αποφυγή αύξησης της πρωτεϊνικής πρόσληψης για άτομα με υψηλή φυσική δραστηριότητα (8). Τα συγκεκριμένα δεδομένα, αντικρούουν την άποψη άλλων οργανισμών που εξειδικεύονται στο τομέα της υγείας και της διατροφής τα οποία καταγράφουν την συνιστάμενη

πρόσληψη στα 1,2-1,7γρ/κιλό σωματικού βάρους την ημέρα για όλες τις κατηγορίες αθλημάτων (8,9). Τέλος, πιο πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν ότι το εύρος της πρωτεϊνικής πρόσληψης για τους αθλητές πρέπει να επεκτείνεται στα 1,2-2,0 γρ/κιλό σωματικού βάρους/ημέρα (5).

Ομοίως για τα αθλήματα ισχύος οι απόψεις δίστανται. Πιο συγκεκριμένα, κάποιες συστάσεις από παγκόσμιους και Αμερικάνικους οργανισμούς, αναγράφουν ότι οι αθλητές υψηλού επιπέδου που συμμετέχουν σε αθλήματα δύναμης και ισχύος έχουν υψηλότερες πρωτεϊνικές ανάγκες. Συγκεκριμένα, συστήνεται πρόσληψη 1,7γρ/κιλό σωματικού βάρους/ημέρα για την σωστή αποκατάσταση και υπερτροφία των μυϊκών κυττάρων (8). Παρόμοιες συστάσεις καταγράφει και η ISSN με 1,6-1,7γρ/κιλό σωματικού βάρους/ημέρα με στόχο την συντήρηση της μυϊκής μάζας και την βελτίωση της δύναμης και της απόδοσης (6). Παρόλα αυτά, υπάρχουν οργανισμοί υγείας που απορρίπτουν τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα και συστήνουν πρόσληψη 0,8γρ/κιλό σωματικού βάρους/ημέρα (8). Για τους παραπάνω λόγους, το ζήτημα αυτό απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση και αξιολόγηση καθώς οι πρωτεϊνικές απαιτήσεις αυξάνονται ανάλογα με το είδος και την διάρκεια της δραστηριότητας και προσαρμόζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις και τους στόχους του αθλήματος (18).

Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά θρεπτικά συστατικά μιας διατροφής, καθώς δίνουν ενέργεια στον οργανισμό. Είναι επομένως απαραίτητοι για όσους αθλούνται συστηματικά, διότι παρέχουν την απαραίτητη ενέργεια για να πραγματοποιηθεί επιτυχώς η άσκηση χωρίς να επέλθει εξάντληση (1). Μια ακόμη σημαντική ιδιότητα τους είναι η διατήρηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα κατά τη διάρκεια της άσκησης και η βελτιστοποίηση των αποθηκών μυϊκού γλυκογόνου (9).

Κύριες πηγές των υδατανθράκων αποτελούν τα φρούτα, τα λαχανικά και τα δημητριακά, τα οποία περιλαμβάνονται σε μεγάλη περιεκτικότητα στην χορτοφαγική διατροφή. Αυτό σημαίνει πως η επίτευξη επαρκούς ημερήσιας πρόσληψης υδατανθράκων μέσω μιας χορτοφαγικής διατροφής είναι σχετικά εύκολη, καθώς αυτοί λαμβάνονται καθημερινά από την τροφή σε ικανοποιητική ποσότητα. Έτσι ώστε να διασφαλιστεί η απαραίτητη ποσότητα και η ταχεία απορρόφηση των υδατανθράκων για τους αθλητές που ακολουθούν έντονα προπονητικά προγράμματα, είναι σκόπιμο να επιλέγονται τρόφιμα με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες κατά την παρασκευή γευμάτων πλούσιων σε υδατάνθρακες πριν την προπόνηση. Κατά την υπόλοιπη διάρκεια της ημέρας, συστήνεται κατανάλωση τροφίμων υψηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες. Για τους αθλητές που έχουν αυξημένες ενεργειακές

απαιτήσεις, η κατανάλωση τροφίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες με στόχο την κάλυψη των πρωτεϊνών και υδατανθράκων μπορεί να αποτελέσει πρόκληση. Η παρουσία λεκτινών (πρωτεΐνες που συνδέουν υδατάνθρακες μεταξύ τους) σε τρόφιμα όπως τα φασόλια, τα δημητριακά, οι ξηροί καρποί και οι πατάτες, όπως και η ζύμωση του ανθεκτικού αμύλου και των δύσπεπτων υδατανθράκων, τα οποία περιέχονται σε τρόφιμα που καταναλώνονται καθημερινά στην χορτοφαγική διατροφή, μπορεί να προκαλέσει γαστρικές διαταραχές. Για τους παραπάνω λόγους, καθίσταται σημαντικό να καταναλώνεται ποικιλία τροφών πλούσιων σε υδατάνθρακες, απλών και σύνθετων, ώστε να αποφεύγονται γαστρεντερικά προβλήματα και ταυτοχρόνως να επαρκεί η κατανάλωση φυτικών ινών (6).

Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να μην καταναλώνονται αλόγιστες ποσότητες υδατανθράκων, διότι είναι πιθανό να επηρεαστεί η σύσταση του σώματος και η απόδοση στα αθλήματα δύναμης. Ένας τρόπος που μπορεί να αυξηθεί η κατανάλωση υδατανθράκων ακούσια, αποτελεί η αντικατάσταση ζωικής πρωτεΐνης με μια φυτική πηγή πρωτεΐνης (για παράδειγμα αντικατάσταση κόκκινου κρέατος από φασόλια), το οποίο αλλάζει το διατροφικό προφίλ των θρεπτικών συστατικών, διότι τα φασόλια περιέχουν περισσότερους υδατάνθρακες ανά γραμμάριο συγκριτικά με το κόκκινο κρέας. Για το λόγο αυτό, συνίσταται προσεκτικός προγραμματισμός των γευμάτων και εκμάθηση των διαφορών μεταξύ φυτικών και ζωικών πηγών πρωτεΐνης, με στόχο την επίτευξη του βέλτιστου ποσού πρόσληψης υδατανθράκων (1).

Το ιδανικό εύρος κατανάλωσης υδατανθράκων αποτελεί συχνό ερευνητικό ερώτημα τα τελευταία χρόνια στην επιστημονική κοινότητα. Η Θέση της Αμερικάνικης Ένωσης Διαιτολόγων, των Διαιτολόγων του Καναδά και του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητιατρικής αναφέρει πως η κατανάλωση υδατανθράκων για τους αθλητές πρέπει να κυμαίνεται από 6-10 γρ/κilo σωματικού βάρους/ημέρα (9). Όσον αφορά αθλητές που ακολουθούν προπονήσεις υψηλού όγκου, το εύρος της ημερήσιας πρόσληψης επεκτείνεται σε 4-12γρ/κilo σωματικού βάρους/ημέρα (6). Πιο συγκεκριμένα, για τους αθλητές δύναμης συστήνεται χαμηλότερο εύρος πρόσληψης τους, δηλαδή 3-5γρ/κilo σωματικού βάρους/ημέρα, καθώς έχει αποδειχθεί πως η πρόσληψη 4-10γρ/κilo σωματικού βάρους/ημέρα είναι υπερβολική για αυτό το είδος άσκησης (1,21). Η επιλογή της ποσότητας πρόσληψης υδατανθράκων ανά kilo, εξαρτάται από τη συνολική ημερήσια ενεργειακή δαπάνη του αθλητή, τον τρόπο άσκησης, το φύλο και τον στόχο δίαιτας του αθλητή (6,9).

Λίπος

Τα λιπίδια λειτουργούν κυρίως ως ενεργειακό απόθεμα στον οργανισμό, με βασικές ιδιότητες την βελτίωση της βιοδιαθεσιμότητας των λιποδιαλυτών βιταμινών A, D, E, K και την

ανοικοδόμηση της κυτταρικής μεμβράνης των ιστών (9). Επιπλέον, ο λιπώδης ιστός λειτουργεί ως ενδοκρινικό όργανο, παράγοντας και ρυθμίζοντας ορμόνες οι οποίες επηρεάζουν το ανοσοποιητικό και το αγγειακό σύστημα (5). Συνεπώς, τα παραπάνω καθιστούν το λίπος ως απαραίτητο και αναπόσπαστο συστατικό της διατροφής τόσο του γενικού πληθυσμού όσο και των αθλητών (9). Αναλυτικότερα, τα λιπίδια αποτελούν την κύρια ενεργειακή πηγή στην άσκηση παρατεταμένης χρονικής διάρκειας και χαμηλής έντασης όταν τα αποθέματα γλυκογόνου έχουν εξαντληθεί (1). Παράλληλα, έχει αποδειχθεί ότι η επαρκής κατανάλωση ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μειώνει τις φλεγμονώδεις ενώσεις και το οξειδωτικό στρες στην άσκηση, αποτρέποντας την μυϊκή κόπωση και το πρήξιμο που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της φλεγμονής (5,22).

Βασικές πηγές λιπαρών οξέων στη χορτοφαγική διατροφή αποτελούν τα φυτικά έλαια (ελαιόλαδο, σογιέλαιο), τα λαχανικά, οι ξηροί καρποί και οι σπόροι. Παρά την αφθονία των φυτικών τροφών που είναι πλούσιες σε λιπαρά οξέα στη χορτοφαγική διατροφή, η απουσία τροφίμων ζωικής προέλευσης όπως τα ψάρια και τα αυγά προκαλεί συχνά την εμφάνιση ελλείψεων στο συγκεκριμένο μακροθρεπτικό συστατικό. Πιο συγκεκριμένα, πλήθος ερευνών υποστηρίζει ότι τα άτομα που ακολουθούν χορτοφαγικά μοντέλα προσλαμβάνουν χαμηλότερη συνολική πρόσληψη διαιτητικού λίπους συγκριτικά με τους παμφάγους, με το κατώτερο ποσό να σημειώνεται στους αυστηρούς φυτοφάγους οι οποίοι αποκλείουν όλα τα ζωικά τρόφιμα από το διατροφικό τους πλάνο (5,6,23).

Ο αντίκτυπος που έχει το διαιτητικό λίπος στη υγεία και στην απόδοση του ατόμου καθορίζεται κυρίως από την σύσταση των λιπαρών οξέων στη διατροφή. Επομένως, είναι σημαντικό να δίνεται έμφαση τόσο στην ποσότητα όσο και την ποιότητα του λίπους που προσλαμβάνεται σε καθημερινή βάση (6). Για τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, οι έρευνες δεν αποτυπώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνολική πρόσληψη τους, μεταξύ της φυτοφαγικής και παμφάγας δίαιτας (3,23). Ωστόσο, δεδομένα καταγράφουν τις χορτοφαγικές δίαιτες να παρουσιάζουν χαμηλή έως και ανεπαρκή κατανάλωση ω3 λιπαρών οξέων και ιδιαίτερα του εικοσιπεντανοϊκού (EPA) και του δοκοσαεξαενοϊκού οξέος (DHA) (5). Εξαίρεση στη χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα των ω3 λιπαρών οξέων, αποτελούν οι χορτοφαγικές δίαιτες που περιλαμβάνουν την πρόσληψη λιπαρών ψαριών ή/και αυγών. Οι κατηγορίες αυτές, προσλαμβάνουν επαρκείς ποσότητες απαραίτητων λιπαρών οξέων (1,23).

Η συχνή απουσία των συγκεκριμένων θρεπτικών στοιχείων από τις φυτοφαγικές δίαιτες, σε συνδυασμό με την συνολική ενεργειακή ανεπάρκεια δημιουργούν λανθασμένες αντιλήψεις ως προς την αποτελεσματικότητα της δίαιτας στο επιστημονικό τομέα. Επιπλέον, παρόμοιοι

προβληματισμοί εμφανίζονται και στο πεδίο της άθλησης, αφού είναι γνωστό ότι η κατάλληλη πρόσληψη ω3 λιπαρών οξέων έχει την δυνατότητα να διεγείρει την παραγωγή νιτρικού οξέος και να καταστείλει την παραγωγή προφλεγμονώδων ουσιών, οι οποίες μπορούν να επιφέρουν βρογχοσπασμό κατά την διάρκεια της άσκησης (6,24). Εντούτοις, πολλαπλές μελέτες έχουν δείξει ότι στους φυτοφάγους αθλητές οι διατροφικές ελλείψεις είναι συνέπεια φτωχού σχεδιασμού γευμάτων (1) καθώς και απόρροια αυξημένων αναγκών και απωλειών, μειωμένης απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων και άνισης κατανομής φυτικών και ζωικών τροφών και ιδιαίτερα στη πρωτεΐνη (5).

Παρά την συχνή καταγραφή μειωμένης πρόσληψης διατροφικού λίπους από έρευνες, οι χορτοφάγοι έχουν την δυνατότητα επίτευξης των συνιστάμενων τιμών πρόσληψης (20-35%). Προϋπόθεση αποτελεί η συχνή κατανάλωση φυτικών ελαίων, ξηρών καρπών και ελαιοειδών σπόρων. Όσον αφορά τους χορτοφάγους αθλητές, το Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητικής Ιατρικής και το Ινστιτούτο Ιατρικής των Ηνωμένων Πολιτειών, συστήνει να ακολουθούν τις τρέχουσες κατευθυντήριες γραμμές για την δημόσια υγεία (25). Η συγκεκριμένη άποψη υποστηρίζεται και από την Αμερικάνικη Ένωση Διαιτολόγων που αναγράφει ότι όταν το ποσοστό κατανάλωσης διατροφικού λίπους είναι χαμηλότερο από το συνιστάμενο δεν ωφελείται η απόδοση των αθλητών (8). Τέλος, για την σύσταση των λιπαρών οξέων στη διατροφή των αθλητών, το ποσοστό ενεργειακής πρόσληψης κατανέμεται σε 10% κορεσμένα, 10% πολυακόρεστα και 10% μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (12,26,27).

Μικροθρεπτικά συστατικά

Η κάλυψη των αναγκών για μικροθρεπτικά συστατικά αποτελεί σημαντικό μέλημα για τους χορτοφάγους αθλητές και αθλούμενους. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι χορτοφάγοι έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να λαμβάνουν ανεπαρκείς ποσότητες από σίδηρο, ασβέστιο, βιταμίνη D, ριβοφλαβίνη, ψευδάργυρο και βιταμίνη B12 (9). Έχει τονιστεί πως πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στην πρόσληψη των παραπάνω θρεπτικών συστατικών, κατά την εφαρμογή μιας χορτοφαγικής διατροφής (28). Τα μη ισορροπημένα προγράμματα διατροφής είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε έλλειψη ή ανεπάρκεια τους και συνεπώς να προκύψουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία και την απόδοση των αθλητών (6,29,30). Για το λόγο αυτό, συστήνεται η επιμέλεια του προγράμματος διατροφής να πραγματοποιείται από έναν διατροφολόγο εξειδικευμένο στην αθλητική διατροφή (28).

Βιταμίνες

Ένα κύριο πλεονέκτημα της χορτοφαγικής διατροφής αποτελεί η μεγάλη περιεκτικότητα της σε φυλλικό οξύ ή βιταμίνη B9, βιταμίνη C και E, καροτενοειδή, βιταμίνη A και K. Σε γενικό πλαίσιο, η καθημερινή πρόσληψη τους στην χορτοφαγική διαίτα καλύπτει τις συνιστάμενες ημερήσιες ανάγκες (RDA), επομένως η χορήγηση συμπληρωμάτων για τις βιταμίνες αυτές δεν συνίσταται. Είναι γνωστό πως έχουν σημαντική αντιοξειδωτική δράση, συνεπώς βελτιώνουν την αντιστάθμιση του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από την άσκηση, την παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο και το υψόμετρο. Καταναλώνοντας αυτές τις αντιοξειδωτικές ουσίες απευθείας από τα τρόφιμα και όχι από συμπληρώματα τους, όπως συμβαίνει στην χορτοφαγική διατροφή, ενισχύονται περισσότερο τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής δράσης τους (1).

Παρόλα αυτά, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την έλλειψη ορισμένων βιταμινών, όπως η βιταμίνη D και B12, και η ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B2). Οι αθλητές που ακολουθούν αυστηρή φυτοφαγική διατροφή ενδέχεται να μην λαμβάνουν επαρκή ποσότητα βιταμίνης B12, η οποία βρίσκεται κατά κύριο λόγο σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης (1). Είναι υπεύθυνη για βασικές διεργασίες του οργανισμού, όπως η παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων, η σύνθεση πρωτεϊνών και η επιδιόρθωση των ιστών (5). Η συνιστάμενη ημερήσια πρόσληψη (RDA) για την βιταμίνη B12 είναι 2,4μg την ημέρα για τους ενήλικες (31). Ωστόσο, όσοι χορτοφάγοι καταναλώνουν αυγά ή/και γαλακτοκομικά δεν εμφανίζουν συχνά έλλειψη της. Η ανεπάρκεια της στον οργανισμό μπορεί να οδηγήσει σε μακροκυτταρική αναιμία με μειωμένη μεταφορά οξυγόνου στα κύτταρα, και κατά συνέπεια σε μείωση της αθλητικής απόδοσης. Επιπλέον, η παρατεταμένη ανεπάρκεια της είναι πιθανόν να οδηγήσει σε σοβαρές νευρολογικές βλάβες και δυσλειτουργίες. Συνίσταται γενικότερα η αυξημένη κατανάλωση πηγών βιταμίνης B12 για τους χορτοφάγους, είτε από τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιταμίνη B12 είτε από συμπληρώματα (5).

Η βιταμίνη D αποτελεί μια λιποδιαλυτή βιταμίνη η οποία παράγεται από το δέρμα, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Συνήθως η βιταμίνη D παράγεται κατά την παρουσία ηλιακού φωτός, αλλά συναντάται και σε αρκετά ζωικά προϊόντα όπως τα ψάρια (32). Όσον αφορά τους αθλητές, και ιδιαίτερα τους χορτοφάγους, κινδυνεύουν να εμφανίσουν ανεπάρκεια της όταν αθλούνται συχνά σε εσωτερικό χώρο ή χρησιμοποιούν υπερβολική προστασία από τον ήλιο (16). Η συνιστάμενη ημερήσια δόση (RDA) για τους ενήλικες έως 50 ετών είναι 5μg/ημέρα, ενώ άνω των 50 ετών αυξάνεται σε 10μg/ημέρα. Συνίσταται σε όσους ακολουθούν μια φυτοφαγική διατροφή να συμπεριλαμβάνουν καθημερινά στην διατροφή τους τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιταμίνη D

είτε συμπληρώματα βιταμίνης D για να συμπληρώνουν την απαραίτητη ημερήσια δόση (33). Τέτοια τρόφιμα αποτελούν εμπλουτισμένοι χυμοί, γάλα σόγιας και δημητριακά (5).

Η ριβοφλαβίνη ή αλλιώς βιταμίνη B2, ανήκει στις βιταμίνες του συμπλέγματος B και βοηθά στην παραγωγή ενέργειας και στο μεταβολισμό λιπιδίων και πρωτεϊνών. Περιέχεται κυρίως σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης, όπως όργανα ζώων και αυγά, είτε σε εμπλουτισμένα τρόφιμα όπως τα δημητριακά και το ψωμί (16). Η συνιστάμενη ημερήσια δόση (RDA) είναι 1.3mg για ενήλικες άνδρες και 1.1mg για ενήλικες γυναίκες αντίστοιχα (31). Η άσκηση είναι πιθανόν να αυξήσει την ανάγκη του οργανισμού για τη βιταμίνη αυτή, αλλά η κατανάλωση επιπλέον ποσότητας είναι εύκολα επιτεύξιμη μέσω της διατροφής χωρίς την χορήγηση συμπληρωμάτων (16).

Συχνά, οι ανεπαρκείς προσλήψεις τους οφείλονται σε ανεπαρκή προγραμματισμό των γευμάτων και όχι σε έλλειψη θρεπτικών συστατικών σε μια φυτοφαγική διατροφή. Επομένως, με τον κατάλληλο σχεδιασμό γευμάτων στο πλαίσιο μιας χορτοφαγικής διατροφής μπορούν να αποφευχθούν τέτοιου είδους κίνδυνοι (1).

Ιχνοστοιχεία

Μια ισορροπημένη χορτοφαγική διατροφή παρουσιάζει συχνά υψηλές ποσότητες μαγνησίου και καλίου, λόγω της καθημερινής κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών. Η περιεκτικότητα των συγκεκριμένων μετάλλων στο οργανισμό ασκεί ευεργετική επίδραση στην αθλητική απόδοση (1). Αναλυτικότερα, το μαγνήσιο βοηθάει στη διατήρηση της φυσιολογικής λειτουργίας του νευρικού, κυκλοφορικού και καρδιαγγειακού συστήματος (34). Ακόμη, εμπλέκεται στη μυϊκή δραστηριότητα, συμμετέχοντας στη διαδικασία συστολής και χάλασης των μυών. Η ικανότητα του να παράγει ενέργεια και να διατηρεί την ομοιόσταση της γλυκόζης στο αίμα το καθιστούν βασικό στοιχείο για την διατροφή του αθλούμενου (35). Παρόλο που η έλλειψη του μαγνησίου είναι σπάνια, έχει καταγραφεί ανεπαρκή διαιτητική πρόσληψη σε αθλούμενους που ασχολούνται με δραστηριότητες κατηγορίας βάρους (όπως η πάλη και η ολυμπιακή άρση βαρών) (9). Επομένως, η συγκεκριμένη κατηγορία αθλητών μπορεί να επωφεληθεί από μια φυτοφαγική διατροφή.

Ωστόσο, ο λανθασμένος προγραμματισμός γευμάτων σε συνδυασμό με την εξάλειψη ζωικών προϊόντων από την διατροφή αλλά και την τάση για χαμηλή ενεργειακή πρόσληψη, οδηγεί σε ανεπάρκεια του ψευδάργυρου, του σιδήρου, του ασβεστίου και του ιωδίου στη διατροφή των αθλητών (1,9). Ο ψευδάργυρος είναι ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο που περιέχεται κυρίως σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Αποτελεί συστατικό ενζύμων που εμπλέκονται σε ένα ευρύ

φάσμα λειτουργιών που σχετίζονται με την αθλητική απόδοση. Οι συγκεκριμένες λειτουργίες σχετίζονται με την σύνθεση και επιδιόρθωση του μυϊκού ιστού, τον μεταβολισμό της πρωτεΐνης και της γλυκόζης, καθώς και τα επίπεδα της θυρεοειδικής ορμόνης. Επομένως, η έλλειψη του ιχνοστοιχείου αυτού προδιαθέτει τους αθλούμενους προς μείωση της απόδοσης σε αθλήματα αντοχής και δύναμης (9,16). Ιδιαίτερη προσοχή για την διατήρηση των συνιστάμενων ποσοτήτων ψευδαργύρου υποδεικνύεται στους χορτοφάγους αθλητές. Η συγκεκριμένη κατηγορία παρουσιάζει χαμηλή απορρόφηση του στοιχείου από φυτικές πηγές και αυξημένες απώλειες ψευδαργύρου από τον ιδρώτα και τα ούρα, με την έντονη άσκηση (8). Έτσι, τα δραστήρια άτομα που ακολουθούν μια φυτοφαγική διατροφή μπορούν να επωφεληθούν είτε από την κατανάλωση τροφίμων πλούσια σε ψευδάργυρο όπως οι ξηροί καρποί, η σόγια και τα γαλακτοκομικά, είτε/και από εμπλουτισμένα τρόφιμα όπως τα δημητριακά ολικής άλεσης (8).

Το ασβέστιο είναι το πιο άφθονο μέταλλο στον οργανισμό του ανθρώπου και είναι υπεύθυνο για πολυάριθμες διεργασίες, που διαδραματίζουν βασικό ρόλο στη υγεία και απόδοση του αθλούμενου. Συμβάλει στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας, στη διέγερση των μυών, στη αγγειοδιαστολή και στη νευρική μετάδοση. Περιέχεται κυρίως σε γαλακτοκομικά προϊόντα και στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά όπως το μπρόκολο και η λαχανίδα (5,32). Τα ερευνητικά δεδομένα καταγράφουν ότι οι αυστηροί χορτοφάγοι δεν λαμβάνουν επαρκείς ποσότητες ασβεστίου (RDA=1000 mg) λόγω της έλλειψης γαλακτοκομικών από το διατροφικό τους πλάνο. Η ανεπάρκεια του ασβεστίου σε αθλητές οδηγεί σε αυξημένο κίνδυνο χαμηλής οστικής πυκνότητας και καταγμάτων (9). Ωστόσο, έχει υποδειχθεί ότι οι αθλητές δεν έχουν αυξημένες ανάγκες ασβεστίου (6). Γενικά, μια χορτοφαγική διατροφή πλούσια σε φυτικές πηγές ασβεστίου, μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις του αθλούμενου και να συμβάλει στην βελτίωση της οστικής υγείας όταν αυτή συνδυάζεται με άσκηση με αντιστάσεις (6).

Παράλληλα, οι φυτοφαγικές δίαιτες με χαμηλή πρόσληψη σε ψάρια και γαλακτοκομικά προϊόντα σχετίζονται με μειωμένη πρόσληψη ιωδίου (6). Το ιώδιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την λειτουργική δράση του θυρεοειδούς αδένος και έχει ευεργετικό ρόλο στη νευρολογική και σωματική ανάπτυξη (36). Η κατανάλωση του ιχνοστοιχείου σε μεγαλύτερη ποσότητα από την συνιστάμενη δόση μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία του θυρεοειδούς αδένος. Οι φυτοφάγοι αθλητές που αποφεύγουν την κατανάλωση θαλασσινών και γαλακτοκομικών θα πρέπει να περιορίζουν την κατανάλωση των ωμών τροφών και να υιοθετήσουν στη διατροφή τους την προσθήκη του ιωδιούχου επιτραπέζιου αλατιού για την κάλυψη της ημερήσιας διαιτητικής πρόσληψης (1,16).

Ο σίδηρος αποτελεί ένα από τα βασικότερα μέταλλα για την διατροφή ενός δραστήριου ατόμου, καθώς είναι απαραίτητος για τη μεταφορά οξυγόνου και την παραγωγή ενέργειας στα μυϊκά κύτταρα (16). Ταυτόχρονα, εμπλέκεται στη διαδικασία σχηματισμού της αιμοσφαιρίνης και της μυοσφαιρίνης, οι οποίες αποτελούν σημαντικά στοιχεία για τη διατήρηση των επιπέδων του οξυγόνου (8). Το συγκεκριμένο μέταλλο βρίσκεται σε πληρότητα σε μια χορτοφαγική αθλητική διατροφή. Όμως, οι φυτικές πηγές περιέχουν μη αιμικό σίδηρο, ο οποίος παρουσιάζει χαμηλότερη απορροφητικότητα σε σύγκριση με τον αιμικό, που εντοπίζεται σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Έτσι, παρόλο που το μεγαλύτερο πλήθος της βιβλιογραφίας αναγράφει ότι η συνολική πρόσληψη του σιδήρου είναι παρόμοια στους φυτοφάγους και τους παμφάγους, τα αποθέματα του μετάλλου είναι μικρότερα στους φυτοφάγους (5,6,16,18). Η τάση των χορτοφάγων να έχουν μειωμένα αποθέματα σιδήρου ενισχύεται ακόμα περισσότερο στους αθλητές, αφού η φυσική δραστηριότητα αυξάνει τις απώλειες του (5). Η ανεπαρκής απορρόφηση του σιδήρου, με ή χωρίς αναιμία, μπορεί να επηρεάσει την αθλητική απόδοση, με την μείωση της διαθεσιμότητας του οξυγόνου. Αποτέλεσμα αυτού, είναι η περιορισμένη μυϊκή λειτουργία και η συσσώρευση γαλακτικού οξέος με συνεπακόλουθο την μυϊκή κόπωση. Αναφορικά με την σιδηροπενική αναιμία, η συχνότητα εμφάνισης της στους χορτοφάγους είναι παρόμοια με αυτή των παμφάγων, ωστόσο οι φυτοφάγοι αθλητές είναι πιο επιρρεπείς στην ανάπτυξη της (5,9,18). Παρόλα αυτά, υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν ότι η συχνότητα της σιδηροπενικής αναιμίας στους φυτοφάγους αθλητές είναι σπάνια (8).

Άσκηση δύναμης

Η προπόνηση με αντιστάσεις ή αλλιώς προπόνηση δύναμης αποτελεί ένα ευρέως γνωστό και δημοφιλές είδος άσκησης τα τελευταία χρόνια. Συμβάλλει στην βελτίωση της φυσικής κατάστασης και της υγείας, και για αυτό το λόγο συστήνεται στην πλειονότητα του πληθυσμού (37). Έχει ως κύριο στόχο την βελτίωση της αθλητικής απόδοσης μέσω της αύξησης της μυϊκής ισχύος, ταχύτητας, υπερτροφίας, μυϊκής αντοχής στη δύναμη, κινητικής απόδοσης, ισορροπίας και συντονισμού (37–39). Κάποια είδη προπόνησης με αντιστάσεις περιλαμβάνουν το powerlifting (εστίαση κυρίως στην δύναμη), την άρση βαρών (ολυμπιακό άθλημα που εστιάζει κυρίως στην ισχύ και στην απόδοση), το body building (εστιάζει κυρίως στην αύξηση της μυϊκής μάζας με παράλληλη μείωση του σωματικού λίπους) και το στίβο (κυρίως εντάσσει προπόνηση με αντιστάσεις για ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης) (39). Σχετικά με τις έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της εργασίας, δεν υπάρχει περιορισμός όσον αφορά την μορφή της προπόνησης με αντιστάσεις που επιλέχθηκε.

Σκοπός έρευνας

Αυτή η βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει ως σκοπό να γεφυρώσει το υπάρχον κενό στην επιστημονική βιβλιογραφία συνθέτοντας τρέχοντα ερευνητικά ευρήματα σχετικά με τις επιδράσεις της χορτοφαγικής διαίτας στην προπόνηση δύναμης. Παρουσιάζονται τα κύρια στοιχεία της φυτοφαγικής διατροφής, τα αθλήματα δύναμης, καθώς και πιθανές επιδράσεις της χορτοφαγικής διατροφής σε όσους ενασχολούνται με αυτά.

Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση της βιβλιογραφίας για τη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας στις βάσεις αναζήτησης δεδομένων Pubmed και Scopus. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν οι λέξεις κλειδιά plant-based, vegetarian, resistance training, strength training και exercise για την βέλτιστη αναζήτηση περί του θέματος. Χρησιμοποιήθηκε ο λογικός τελεστής Boolean Operator “and” ανάμεσα στις λέξεις κλειδιά. Έπειτα, πραγματοποιήθηκαν οι αναζητήσεις και βρέθηκαν τα εξής αποτελέσματα συνολικά:

- 446 αποτελέσματα για τις λέξεις “vegetarian and exercise”
- 29 αποτελέσματα για τις λέξεις “vegetarian and resistance training”
- 47 αποτελέσματα για τις λέξεις “vegetarian and strength training”
- 1398 αποτελέσματα για τις λέξεις “plant based and exercise”
- 159 αποτελέσματα για τις λέξεις “plant based and resistance training”
- 198 αποτελέσματα για τις λέξεις “plant based and strength training”

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο συνολικός αριθμός μελετών που προέκυψαν από την αναζήτηση ήταν 2277. Οι μελέτες αυτές αξιολογήθηκαν αρχικά από τον τίτλο τους, έπειτα από την περίληψη, και τέλος από την συνολική ανάγνωση του άρθρου. Έπειτα από αφαίρεση διπλότυπων και μη σχετικών άρθρων, οι έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην εργασία ήταν οκτώ.

Κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού μελετών

Βασικό κριτήριο ένταξης των μελετών στην εργασία αποτελεί η εφαρμογή οποιουδήποτε είδους της χορτοφαγικής διαίτας στο δείγμα είτε σε μέρος του δείγματος της έρευνας. Επιπλέον, απαραίτητο κριτήριο είναι η ενασχόληση των συμμετεχόντων ή μιας ομάδας αυτών με κάποιο είδος άσκησης δύναμης, όπως είναι η προπόνηση με αντιστάσεις. Καθοριστικό ρόλο στην επιλογή μελετών διαδραματίζει η ηλικία των συμμετεχόντων, διότι οι έρευνες που συμπεριέλαβαν στο δείγμα τους άτομα μικρότερα των 18 ετών θεωρήθηκαν μη επιλέξιμες. Τέλος, σημαντικό κριτήριο αποτελεί και η υγεία των συμμετεχόντων, καθώς όσες μελέτες

εντάσσουν στο δείγμα τους άτομα με ασθένειες, μεταβολικά νοσήματα ή κινητικά προβλήματα αποκλείστηκαν από την εργασία.

Αποτελέσματα

Χαρακτηριστικά επιλέξιμων μελετών

Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην εργασία έχουν ως δείγμα υγιείς συμμετέχοντες άνω των 18 ετών με ΔΜΣ (δείκτη μάζας σώματος) μεγαλύτερο του 18 και μικρότερο του 33, στις οποίες το δείγμα ή μέρος του ακολουθεί φυτοφαγική διατροφή, κάποιο πρόγραμμα άσκησης (κυρίως προπόνηση με αντιστάσεις αλλά και crossfit), και μελετούν την επίδραση που έχει η φυτοφαγική διατροφή (κάποιες συγκριτικά με την παμφάγα διατροφή) σε πληθυσμό που κάνει τακτικά άσκηση δύναμης.

Παρακάτω στο πίνακα 2 παρουσιάζονται τα άρθρα που επιλέχτηκαν για την εργασία, το όνομα του πρώτου συγγραφέα και το έτος δημοσίευσης, ο παράγοντας επιρροής (βασικός δείκτης αξιολόγησης των επιστημονικών περιοδικών που αποτελεί μονάδα μέτρησης της συχνότητας των αναφορών που έχουν λάβει τα άρθρα που έχουν δημοσιευθεί στο αντίστοιχο περιοδικό τα 2 προηγούμενα έτη), ο σχεδιασμός των μελετών, η παρεμβατική άσκηση και διατροφή που εφαρμόστηκε καθώς και τα αποτελέσματα της κάθε έρευνας.

Πίνακας 2: Μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις της φυτοφαγικής διατροφής στην άσκηση δύναμης						
Μελέτη	Έτος	Παράγοντας επιρροής	Σχεδιασμός / Συμμετέχοντες :n (άνδρες / γυναίκες), χαρακτηριστικά, ηλικία, ΔΜΣ kg/m^2	Άσκηση	Διατροφή	Αποτελέσματα

Monteyne AJ (40)	2022	4,2	Παράλληλος σχεδιασμός, παμφάγα vs χορτοφαγική/ 16 (8 άνδρες/8 γυναίκες), παμφάγοι, δραστήριοι, 18-30 ετών, ΔΜΣ: 18-30	<u>Πριν την μελέτη</u> 5-10 μέρες πριν την έναρξη της παρέμβασης : Δοκιμασίες 1RM για οπίσθιο κάθισμα με μπάρα, συμβατική άρση θανάτου και πρέσα πάγκου κλίσης (30) με μπάρα. 1η φάση 3 μέρες, 5 σετ από 30 επαναλήψεις, μονόπλευρης ισοκινητικής άσκησης έκτασης γονάτου του κυρίαρχου ποδιού, 1 φορά/ ημέρα 2η φάση 10 εβδομάδες, πρόγραμμα υψηλής έντασης με αντιστάσεις, μοτίβου “pull-push-lower”, 2 φορές/ εβδομάδα κάθε μυϊκή ομάδα, συνολικά 5 φορές /εβδομάδα.	Αποχή από καφέ και αλκοόλ πριν και κατά τη διάρκεια της μελέτης. 1η φάση <u>Αυστηρά Χορτοφαγική</u> PRO 1,8 γρ/κιλό/ημέρα FAT 22%-27% CHO 48%-58% 70 γρ συμπληρωματικής μυκοπρωτεΐνης/ ημέρα <u>Παμφάγα</u> PRO 1,8 γρ/κιλό/ημέρα FAT 24%-27% CHO 50%-55% 39 γρ συμπληρωματικής πρωτεΐνης γάλακτος/ημέρα 2η φάση Όλοι οι συμμετέχοντες κατανάλωσαν 5 γρ μονοϋδρική κρεατίνη 5 φορές /ημέρα για 5 ημέρες την 1η εβδομάδα <u>Αυστηρά Χορτοφαγική</u> PRO 2 γρ/κιλό/ημέρα FAT 22%-27% CHO 48%-58% 105 γρ συμπληρωματικής μυκοπρωτεΐνης <u>Παμφάγα</u> PRO 2 γρ/κιλό/ημέρα FAT 24%-27% CHO 50%-55% 59 γρ συμπληρωματικής πρωτεΐνης γάλακτος/ημέρα.	-Αύξηση συνολικής άλιπης μάζας καθώς και στα χέρια, πόδια και κορμό στη χορτοφαγική και παμφάγα ομάδα μετά την παρέμβαση. -Καμία επίδραση στη λιπώδη μάζα κατά τη διάρκεια της παρέμβασης στις 2 ομάδες. -Καμία σημαντική επίδραση στη μάζα σώματος, στην άλιπη και λιπώδη μάζα σώματος μεταξύ των ομάδων μετά την παρέμβαση. -Αύξηση δύναμης στα οπίσθια καθίσματα, στην άρση θανάτου, στη πρέσα με κλίση και στη μονόπλευρη ισομετρική άσκηση έκτασης γονάτου και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στην δύναμη στα οπίσθια καθίσματα, στην άρση θανάτου, στη πρέσα με κλίση και στη μονόπλευρη ισομετρική άσκηση έκτασης γονάτου μεταξύ των 2 ομάδων. -Σημαντικά υψηλότερη ποσοστιαία αύξηση της δύναμης στην άρση θανάτου και στην πρέσα κλίσης στη χορτοφαγική διατροφή συγκριτικά με την παμφάγα. -Καμία διαφορά στην ποσοστιαία αύξηση της δύναμης στα οπίσθια καθίσματα μεταξύ των 2 ομάδων. -Αύξηση ποσοστών μυϊκής πρωτεΐνης και στις 2 ομάδες. -Σημαντική αύξηση μυϊκής πρωτεΐνης στους ασκούμενους μυς έναντι των μη ασκούμενων και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στα ημερήσια ποσοστά μυϊκής πρωτεΐνης μεταξύ των ομάδων σε ξεκούραστους και ασκούμενους μυς μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση μυϊκού μεγέθους σκελετικών μυών (μυροί, τετρακέφαλοι, οπίσθιοι μηριαίοι, προσαγωγή) και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στο μέγεθος σκελετικών μυών (μυροί, τετρακέφαλοι, οπίσθιοι μηριαίοι, προσαγωγή) μεταξύ των 2 ομάδων. -Καμία επίδραση στη κατανομή των τύπων μυϊκών ινών
---------------------	------	-----	---	--	--	---

						και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στη κατανομή των τύπων μυϊκών ινών μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση του CSA μυϊκών ινών τύπου 2 και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στο CSA μυϊκών ινών τύπου 1 και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στη μέση αύξηση του ποσοστού CSA των μυϊκών ινών τύπου I και τύπου II μεταξύ των ομάδων
--	--	--	--	--	--	--

Roberts AK (7)	2022	5,4	Διασταυρούμενος σχεδιασμός/ χορτοφαγική vs χορτοφαγική με εναλλακτικές πηγές ζωικών τροφίμων vs παμφάγα /22 (12 άνδρες/10 γυναίκες), παμφάγοι, δραστήριοι, δρομείς αναπυγής και εκπαιδευτές ασκήσεων με αντιστάσεις, 18-35 ετών, ΔΜΣ :18,5 -30	3 εβδομάδες, προπόνηση αντίστασης, παρόμοιας διάρκειας, έντασης και συχνότητας, min. 30 λεπτά, 3-4 ημέρες / εβδομάδα <u>Πριν και μετά την μελέτη</u> Δοκιμές αθλητικού πεδίου: μέγιστο αριθμό επαναλήψεων κάμψης και έλξης και μέγιστο φορτίο για 3 επαναλήψεις πίεση στήθους, πίεση ποδιών, lat pull-down	<u>Ωο – γαλακτο χορτοφαγική</u> 1 μήνα PRO 0,8-1,2 γρ/κilo/ημέρα CHO 3-5 γρ/κilo/ημέρα <u>Ωο – γαλακτο χορτοφαγική με εναλλακτικές πηγές ζωικών τροφίμων</u> 1 μήνα PRO 0,8-1,2 γρ/κilo/ημέρα CHO 3-5 γρ/κilo/ημέρα Ψάρι 1 φορά/εβδομάδα <u>Παμφάγα</u> 1 μήνα PRO 0,8-1,2 γρ/κilo/ημέρα CHO 3-5 γρ/κilo/ημέρα Ψάρι 1 φορά/εβδομάδα	-Σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό σωματικού βάρους και λίπους στη χορτοφαγική διαίτα συγκριτικά με την παμφάγα μετά την παρέμβαση. -Αύξηση μέγιστου αριθμού επαναλήψεων έλξεων και κάμψεων καθώς και μέγιστου φορτίου για 3 επαναλήψεις πίεσης στήθους, πίεση ποδιών και lat pull-down σε όλες τις ομάδες. -Καμία διαφορά στο μέγιστο αριθμό επαναλήψεων έλξεων και κάμψεων καθώς και στο μέγιστο φορτίο για 3 επαναλήψεις πίεσης στήθους, πίεση ποδιών και lat pull-down μεταξύ των ομάδων. -Καμία διαφορά στη δύναμη μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση απόδοσης σε όλες τις ασκήσεις στην χορτοφαγική και παμφάγα ομάδα. -Η αθλητική απόδοση δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των ομάδων.
----------------------------------	-------------	------------	---	---	---	--

Kraemer WJ(41)	2022	6,1	Μελέτη παρατήρησης, παμφάγα vs χορτοφαγική 88 (46 άνδρες/ 45 γυναίκες), χορτοφάγοι ή παμφάγοι, 31-49 ετών, ΔΜΣ : 18,6-29,9	<u>Ομάδες 1</u>, n=45, (Υποομάδες : παμφάγοι και χορτοφάγοι) Προπόνηση με αντιστάσεις, μηχανήματα, ελεύθερα βάρη ή ασκήσεις αντίστασης σωματικού βάρους , >=1 φορά/ εβδομάδα <u>Ομάδες 2</u>, n=43, (Υποομάδες : παμφάγοι και χορτοφάγοι) Αερόβια προπόνηση, >=1 φορά ή απουσία φυσικής δραστηριότητας	Αξιολόγηση θρέψης, 4 ημερολόγια τροφίμων, 4 μέρες/ εβδομάδα ανά 3 μήνες στο διάστημα 1 έτους. <u>Χορτοφαγική οποιοδήποτε είδους</u> Αυτοαναφερούμενη, min 5 χρόνια <u>Παμφάγα</u> Αυτοαναφερούμενη, min 5 χρόνια	-Σημαντικά υψηλότερος δείκτης PTH και βιταμίνης D στους χορτοφάγους συγκριτικά με τους παμφάγους της ομάδας 1. -Σημαντικά υψηλότερος δείκτης οστικής απορρόφησης CTX στους χορτοφάγους της ομάδας 1 συγκριτικά με τους χορτοφάγους της ομάδας 2. -Σημαντικά χαμηλότερη πρόσληψη πρωτεΐνης/κιλό σωματικού βάρους και σημαντικά υψηλότερη πρόσληψη βιταμίνης B12, B6, καλσιφερόλης, βιταμίνης K, μαγνησίου στους χορτοφάγους συγκριτικά με τους παμφάγους της ομάδας 1. <u>Για τη μικροαρχιτεκτονική οστών:</u> • Σημαντικά υψηλότεροι δείκτες Tb. BMD , Tb BV/TV κερκίδας και κνήμης, Tt. BMD, Tb.Th, Ct.Th κνήμης στους χορτοφάγους της ομάδας 1 συγκριτικά με τους χορτοφάγους της ομάδας 2. • Καμία σημαντική διαφορά στο Tb. Th κερκίδας, Tb(BV/TV) κνήμης και κερκίδας μεταξύ των χορτοφάγων και των παμφάγων στην ομάδα 1. -Σημαντικά υψηλότερο δείκτη Tb.Th κνήμης στους παμφάγους συγκριτικά με τους χορτοφάγους της ομάδας 1. <u>Σχέσεις μεταξύ της πρόσληψης θρεπτικών ουσιών προσαρμοσμένης στον ΔΜΣ μικροαρχιτεκτονικής των οστών σε χορτοφάγους:</u> Σημαντική συσχέτιση βιταμίνη D - Tt.BMD κνήμη, Tb.BMD - BV.TV, βιταμίνη - Ct.Th, ηCt.BMD, ενέργεια - έντονα Ct.Po, και φωσφορικά -Ct.Po.
Hevia-Larrai V(42)	2021	9,8	Παράλληλος σχεδιασμός, παμφάγα vs χορτοφαγική, n= 38(άνδρες), χορτοφάγοι ή παμφάγοι, δραστήριοι, 18-35 ετών, ΔΜΣ: 20,6 –	• 12 εβδομάδες, πρόγραμμα προπόνησης αντίστασης κάτω άκρων αυξανόμενης έντασης, πρέσα ποδιών κλίσης 45° και επέκταση ποδιών σε μηχανήματα, 30-45 λεπτά,	Αποχή από συμπληρώματα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την απόδοση της προπόνησης ή / και τη σύνθεση του σώματος. <u>Αυστηρά Χορτοφαγική</u> PRO 1,6 γρ/ κιλό/ημέρα	-Αύξηση σωματικού βάρους, προσαρτητικού δείκτη άλτιπης μάζας, άλτιπης μάζας ποδιού και συνολικής άλτιπης μάζα και στις 2 ομάδες μετά την παρέμβαση. -Καμία επίδραση στη λιπώδη μάζα και στην περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα των οστών κατά τη διάρκεια της παρέμβασης και στις 2 ομάδες.

			25,9	2 φορές/ εβδομάδα. - Δοκιμή μέγιστης ισοτονικής δύναμης των κάτω άκρων(1 μέγιστης προσπάθειας πίεσης ποδιών 45μοιρών). - Προθέρμανση εργομετρικό ποδήλατο, 2 σετ πίεσης ποδιών (8 επαναλήψεις στο 50% 1RM και 3 επαναλήψεις στο 70% 1RM), 5 λεπτά.	58γρ συμπλήρωμα σόγιας <u>Παμφάγα</u> PRO 1,6 γρ/ κιλό/ημέρα 41γρ συμπλήρωμα ορού γάλακτος	-Καμία σημαντική επίδραση στο σωματικό βάρος, στην άλιπη και λιπώδη μάζα μεταξύ των ομάδων μετά την παρέμβαση. -Καμία επίδραση στη μέγιστη επανάληψη πρέσας ποδιών στη χορτοφαγική και παμφάγα ομάδα. -Καμία διαφορά στη δύναμη των κάτω άκρων μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση CSA μυϊκών ινών τύπου I και τύπου II και στις 2 ομάδες. -Καμία διάφορα στη μέση αύξηση του ποσοστού CSA των μυϊκών ινών τύπου I και τύπου II μεταξύ των ομάδων. -Καμία επίδραση στη κατανομή των τύπων μυϊκών ινών και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στη κατανομή των τύπων μυϊκών ινών μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση CSA των μυών του μηρού και στις 2 ομάδες. -Καμία σημαντική διαφορά στο CSA των μυών στο μηριαίο μεταξύ των 2 ομάδων
Campbell WW(43)	1999	7,1	Παράλληλος σχεδιασμός, παμφάγα vs χορτοφαγική / 19(άνδρες), χαμηλής δραστηριότητας, 51-69 ετών, ΔΜΣ: 27-33	12 εβδομάδες, πρόγραμμα προπόνησης αντίστασης, έντασης <80% 1 RM, 3 σετ επαναλήψεων [2 σετ 8 επαναλήψεων και 1 σετ από μέγιστες επαναλήψεις(max : 12 επαναλήψεις)], 5 ασκήσεις για ομάδες μυών άνω και κάτω μέρος του σώματος, μονόπλευρη επέκταση γονάτων, μονόπλευρη κάθιση ποδιού, διπλή πρέσα ποδιών, κάθισμα έλξης χεριού, και καθιστή πρέσα	<u>1η, 6η και 12η εβδομάδα</u> Όλοι οι συμμετέχοντες κατανάλωσαν Ωο – γαλακτο χορτοφαγική PRO <15%, FAT 30% και CHO 55% <u>2η-5η και 7η- 11η εβδομάδα</u> Αυτοεπιλεγόμενη Ωο – γαλακτο - χορτοφαγική και Παμφάγα ομάδα Συμβουλή για διατήρηση μηδενικού ισοζυγίου ενέργειας.	-Μείωση σωματικού βάρους, πυκνότητα σώματος και άλιπης μάζας στη χορτοφαγική ομάδα και αύξηση στη παμφάγα μετά την παρέμβαση. -Σημαντική αύξηση μέσου ποσοστού σωματικού λίπους στη χορτοφαγική ομάδα και μείωση στη παμφάγα. -Σημαντικά χαμηλότερο σωματικό βάρος, πυκνότητα σώματος και άλιπη μάζα στη χορτοφαγική ομάδα συγκριτικά με την παμφάγα. -Σημαντικά υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους στη χορτοφαγική ομάδα συγκριτικά με την παμφάγα. -Αύξηση μέγιστης επανάληψης σε όλες τις ασκήσεις και στις 2 ομάδες. -Αύξηση μυϊκής δύναμης σε όλες τις μυϊκές ομάδες που

				στήθους, 2 φορές/εβδομάδα Προθέρμανση στατικής ποδηλασίας, χαμηλής έντασης και ταχύτητας, + διατάσεις, 10 λεπτά.		ασκήθηκαν και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στη δύναμη μεταξύ των 2 ομάδων. -Καμία επίδραση στη περιοχή ινών τύπου I και στις δύο ομάδες. -Αύξηση περιοχής ινών τύπου II και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στη μέση αύξηση της περιοχής των μυϊκών ινών τύπου II μεταξύ των ομάδων. -Καμία σημαντική μεταβολή στη μυϊκή κρεατίνη και στο λόγο φωσφοκρεατίνης-κρεατίνης στις 2 ομάδες. -Σημαντική αύξηση της ολικής κρεατίνης και φωσφοκρεατίνης στη χορτοφαγική δίαιτα. -Σημαντική μείωση της ολικής κρεατίνης και φωσφοκρεατίνης στη παμφάγα δίαιτα
Haub MD(44)	2002	7,1	Παράλληλος σχεδιασμός, παμφάγα vs χορτοφαγική / 21(άνδρες), 60-70 ετών, ΔΜΣ: 24,9-31,4	12 εβδομάδες ,1 σετ από 4 επαναλήψεις στο 40% 1 RM + 2 σετ από 8 επαναλήψεις στο 80% 1 RM + 1 σετ από μέγιστες επαναλήψεις στο 80% 1 RM (προοδευτική αύξηση αντίστασης κατά 5% στην ολοκλήρωση ≥ 12 επαναλήψεων) , μονόπλευρη επέκταση σε καθιστή θέση, μονόπλευρη κάμψη και αμφίπλευρη πίεση ποδιών, τράβηγμα χεριού και καθιστή πίεση στο στήθος, 3 μέρες/ εβδομάδα. - Προθέρμανση 10 λεπτά εργομετρικό ποδήλατο ρυθμισμένο στα 20-50 W με ρυθμό πεταλιού	<u>Ωο – γαλακτο χορτοφαγική</u> χορτοφαγική διατροφή με συμπληρωματική φυτική πρωτεΐνη με υφή/σόγια PRO 0,6 γρ/κιλό/ημέρα <u>Παμφάγα</u> χορτοφαγική διατροφή με συμπληρωματικό βόειο κρέας PRO 0,6 γρ/κιλό/ημέρα	-Καμία σημαντική επίδραση στο σωματικό βάρος, στην άλιπη μάζα και τη μάζα λίπους και στις 2 ομάδες. -Καμία σημαντική διαφορά στο σωματικό βάρος, στην άλιπη μάζα και τη μάζα λίπους μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση μέγιστης επανάληψης σε όλες τις ασκήσεις και στις 2 ομάδες. -Αύξηση μυϊκής δύναμης σε όλες τις μυϊκές ομάδες που ασκήθηκαν και στις 2 ομάδες. -Καμία διαφορά στη δύναμη μεταξύ των 2 ομάδων. -Αύξηση περιοχής διατομής του μηρού και στις 2 ομάδες. -Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην περιοχή διατομής του μέσου μηρού μεταξύ των ομάδων. -Καμία σημαντική μεταβολή στη μυϊκά περιεχόμενα σε κρεατίνη, φωσφοκρεατίνη και ολική κρεατίνη και στις 2 ομάδες.

				40-70 στροφές/λεπτό, 5-10 λεπτά παθητική διάταση των ασκούντων μυϊκών ομάδων.		-Καμία σημαντική διαφορά στα μυϊκά περιεχόμενα σε κρεατίνη, φωσφοκρεατίνη και ολική κρεατίνη μεταξύ των ομάδων.
Durkalec-Michalski K (45)	2022	5,9	Παράλληλος σχεδιασμός, παμφάγα vs χορτοφαγική / 20(8 άνδρες/ 12 γυναίκες), παμφάγοι, δραστήριοι, 24-35ετών, 20,8> ΔΜΣ < 27,8.	4 εβδομάδες, προπόνηση δύναμης προοδευτικής έντασης 60% έως 100% 1RM, ολυμπιακές ασκήσεις άρσης βαρών, κινήσεις δύναμης με το σωματικό βάρος, και άλλα είδη εξοπλισμού, 3 φορές/εβδομάδα. <u>Δοκιμασία κοπώσεως:</u> 1η φάση 1 σετ από 8 επαναλήψεις έντασης 40-60%, 1 σετ από 3 επαναλήψεις έντασης 60-80%, καθίσματα με την μπάρα και άρσης θανάτου. 2η φάση προσδιορισμός μέγιστης επανάληψης, 4-5 προσπάθειες από 1 επανάληψη, αυξανόμενη έντασης κατά 5 κιλά και 2,5 κιλά, καθίσματα με την μπάρα και άρσης θανάτου. <u>Αξιολόγηση αντοχής:</u> μέγιστος αριθμός επαναλήψεων έντασης	Αποχή από τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής κατά τη διάρκεια της μελέτης <u>Αυστηρά χορτοφαγική</u> PRO: 1,5–2,0 γρ/κιλό/μέρα CHO: 4,5–5,5γρ/κιλό/μέρα FAT: 0,8–1,5 γρ/κιλό/μέρα <u>Παμφάγα</u> PRO: 1,5–2,0 γρ/κιλό/μέρα CHO: 4,5–5,5γρ/κιλό/μέρα FAT: 0,8–1,5 γρ/κιλό/μέρα	-Αύξηση μέγιστου αριθμού επαναλήψεων / αντοχή στη δύναμη στην άρση θανάτου στη χορτοφαγική ομάδα. -Αύξηση μέγιστου αριθμού επαναλήψεων / αντοχή στη δύναμη στο οπίσθιο κάθισμα στη παμφάγα ομάδα. -Καμία σημαντική διαφορά στη δύναμη αντοχής σε όλες τις ασκήσεις μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση του αριθμού των επαναλήψεων και βελτίωση της ταχύτητας με μικρότερο χρόνο ολοκλήρωσης των προπονήσεων και στις 2 ομάδες. -Καμία σημαντική διαφορά στην απόδοση μεταξύ των ομάδων. -Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στις συγκεντρώσεις ολικής χοληστερόλης, HDL και LDL εντός και μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση συγκέντρωσης τριγλυκεριδίων στη παμφάγα ομάδα μετά την παρέμβαση. -Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στις συγκεντρώσεις κρεατίνης, λευκοκυττάρων, κοκκιοκυττάρων, λεμφοκυττάρων, μονοκυττάρων, ερυθροκυττάρων, αιμοπεταλίων, αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη εντός και μεταξύ των ομάδων. -Σημαντικά υψηλότερο αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων στη χορτοφαγική ομάδα συγκριτικά με τους παμφάγους. -Καμία σημαντική αλλαγή στους δείκτες μεταβολισμού του σιδήρου (σίδηρος, τρανσφερρίνη, φερριτίνη) μεταξύ των ομάδων μετά την παρέμβαση.

				70% 1RM, καθίσματα με την μπάρα και άρσης θανάτου. <u>Αξιολόγηση επιδόσεων:</u> 1 φορά/πριν και μετά την παρέμβαση 8 λεπτά τρέξιμο στο διάδρομο, 20 καθίσματα, 10 burpees, 10 καθίσματα με γόνατα στο στήθος, δυναμικές διατάσεις. Μέγιστες επαναλήψεις σε 1 λεπτό, Wall Ball, ρίψη μπάλας σε στόχο, Sumo Deadlift High Pull, Box Jump, Push Press, εργομετρική κωπηλασία.		
Wells A. M. (46)	2003	3,67	Διασταυρούμενος σχεδιασμός, δίαιτα με χοιρινό vs χορτοφαγική / 21(άνδρες), 59- 78 ετών, ΔMI : 24-33	12 εβδομάδες, πρόγραμμα ασκήσεων αντιστάσεων, 2 σετ των 8 επαναλήψεων έντασης 80% και 1 σετ μέγιστων επαναλήψεων, έντασης 80%(με την ολοκλήρωση 12 επαναλήψεων, αύξηση 5% έντασης στην επόμενη συνεδρία), έκταση γονάτου, καθιστή κάμψη ποδιών, διπλή πίεση ποδιών, έλξη βραχίονα και καθιστή πίεση στήθους, 3 φορές/εβδομάδα.	<u>Ωο – γαλακτο χορτοφαγική</u> Αυτοεπιλεγόμενη + συμπληρωματική κατανάλωση PRO 0,6γρ/κιλό/ημέρα με TVP. <u>Ωο – γαλακτο χορτοφαγική</u> Αυτοεπιλεγόμενη + συμπληρωματική κατανάλωση PRO 0,6γρ/κιλό/ημέρα με χοιρινού και παραπροϊόντα του.	-Καμία σημαντική επίδραση στο σωματικό βάρος, στην άλιπη μάζα και το ποσοστό σωματικού λίπους και στις 2 ομάδες. -Καμία σημαντική διαφορά στο σωματικό βάρος, στην άλιπη μάζα και το ποσοστό σωματικού λίπους μεταξύ των ομάδων. -Αύξηση μέγιστης επανάληψης στις ασκήσεις καθιστή κάμψη ποδιών, διπλή πίεση ποδιών, έλξη βραχίονα, έκταση γονάτου και καθιστή πίεση και στις 2 ομάδες. -Καμία σημαντική διαφορά στη δύναμη στις ασκήσεις καθιστή κάμψη ποδιών, διπλή πίεση ποδιών, έλξη βραχίονα και καθιστή πίεση στήθους μεταξύ των ομάδων. -Σημαντικά μεγαλύτερη δύναμη στην έκταση γονάτου στους χορτοφάγους. -Σημαντική μείωση φερριτίνης ορού και στις 2 ομάδες.

						-Καμία διαφορά στην συνολική πρόσληψη, σιδήρου, βιταμίνης C και στα επίπεδα φερριτίνης ορού μεταξύ των ομάδων. -Σημαντικά υψηλότερη κατανάλωση αιμικού σιδήρου στη παμφάγα ομάδα. -Σημαντική κατανάλωση μη αιμικού σιδήρου στη παμφάγα ομάδα. -Σημαντικά υψηλότερα επίπεδα βιοδιαθεσιμότητας σιδήρου, αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης στη παμφάγα ομάδα συγκριτικά με την χορτοφαγική. -Δεν υπήρχαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ομάδων για άλλους δείκτες κατάστασης σιδήρου (ορός σίδηρος, τρανσφερρίνη ορού, κορεσμός τρανσφερρίνης και υποδοχέας τρανσφερρίνης).
--	--	--	--	--	--	---

ΔΜΣ Δείκτη μάζα σώματος, HDL λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας, LDL λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας, PRO πρωτεΐνη, FAT λίπος, CHO υδατάνθρακες, EAA απαραίτητα αμινοξέα, BCAA αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσού, TVP/ Textured vegetable protein πρωτεϊνικά φυτικά προϊόντα με υφή, RM μέγιστη επανάληψη, min ελάχιστο, max μέγιστο, CSA περιοχή διατομή μυϊκών ινών, Tb. BMD πυκνότητα δοκίδων οστών, Tb BV/TV κλάσμα όγκου δοκιδωτού οστού, Tt. BMD ολική οστική πυκνότητα, Tb.Th πάχος δοκιδωτού οστού, Ct.Th πάχος φλοιού, CTX Δερματικό διασταυρούμενο τελοπεπτίδιο του κολλαγόνου τύπου I, PTH παραθορμόνης, Ct.BMD φλοιώδης, οστική πυκνότητα, Ct.Po πορώδες φλοιού, “pull-push-lower” ώθηση- έλξη στο κάτω σωματικό μέρος, lat pull-down επιπρόσθια έλξη στη τροχαλία, Wall Ball ρίψη μπάλας τοίχου με κάθισμα, Sumo Deadlift High Pull άρση φορτίου από το έδαφος μέχρι το πιγούνι, Box Jump άλμα σε κουτί με κάθισμα, Push Press όρθια πίεση του φορτίου πάνω από το κεφάλι, burpees κάμψη ακολουθούμενο από άλμα στον αέρα.

Χαρακτηριστικά μελετών και δειγμάτων

Από τις έρευνες που αναλύθηκαν, επτά ήταν παρεμβατικές μελέτες και μια ήταν παρατήρησης. Συγκεκριμένα, συμπεριλήφθηκαν πέντε τυχαιοποιημένες μελέτες παράλληλου σχεδιασμού με μέσο όρο 23 συμμετέχοντες (40,42–45), δύο τυχαιοποιημένες διασταυρούμενου σχεδιασμού με 20 και 21 συμμετέχοντες αντίστοιχα (7,46) και μία μελέτη παρατήρησης με 88 συμμετέχοντες συνολικά (41). Επιπρόσθετα, τέσσερις μελέτες περιείχαν μόνο άνδρες (42–44,46) και οι υπόλοιπες και τα δύο φύλα με κατανομή 1:1. Από τις οκτώ έρευνες οι τρεις περιλάμβαναν ηλικίες που κυμαίνονταν από 51 μέχρι 68 ετών με ΔΜΣ από 24 μέχρι 33 kg/m² (43,44,46). Οι υπόλοιπες είχαν ηλικίες από 18 μέχρι 41 με ΔΜΣ από 18,5 μέχρι 30 kg/m². Τέλος, οι πέντε μελέτες δημοσιεύτηκαν μετά το 2021 (7,40–42,45) και οι υπόλοιπες μεταξύ του 1999-2021.

Πειραματικό πρωτόκολλο

Από τις οκτώ μελέτες που περιλαμβάνονται στην εργασία, οι τέσσερις παρουσιάζουν ένα δραστήριο πληθυσμό ο οποίος ταξινομήθηκε, είτε σε μία ομάδα που ακολουθεί ένα είδος χορτοφαγικής διατροφής ή σε μία ομάδα ελέγχου που καταναλώνει παμφάγα διατροφή (7,40,42,45). Μόνο σε μία από αυτές ο ερευνώμενος πληθυσμός δεν είχε εμπειρία σε ασκήσεις με αντιστάσεις (42). Παράλληλα, η μελέτη παρατήρησης κατηγοριοποιεί τα άτομα σύμφωνα με το είδος διατροφής (παμφάγοι και χορτοφάγοι) και τον τρόπο και παρουσία άθλησης (άσκηση με αντιστάσεις, αερόβια και απουσία της) (41). Για τις υπόλοιπες μελέτες, δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για το επίπεδο δραστηριότητας καθώς και την εμπειρία του δείγματος σε ασκήσεις αντιστάσεων (43,44,46).

Το πρωτόκολλο παρέμβασης των ερευνών διέφερε ανάλογα με το είδος διατροφής, το πρόγραμμα προπόνησης, αλλά και τους τρόπους αξιολόγησης μυϊκής δύναμης και υπερτροφίας (Πίνακας 2). Σχετικά με τους τύπους προπόνησης, οι έρευνες περιείχαν ισομετρικές ασκήσεις (7,40,42–44,46), κυκλική προπόνηση μαζί με ολυμπιακές άρσεις (45), καθώς και παραδοσιακή προπόνηση δύναμης (7,40,42–46). Όλες οι μελέτες μέτρησαν την δύναμη ως επανάληψη με μέγιστο φορτίο (1RM), ενώ δύο συνυπολόγισαν και την δύναμη αντοχής ως επαναλήψεις μέχρι αποτυχίας (7,45). Δύο μελέτες μέτρησαν επίσης την απόδοση έργου κατά την διάρκεια άσκησης στη μέγιστη προσπάθεια (7,45).

Όσον αφορά το διατροφικό υπόβαθρο των συμμετεχόντων, σε τρεις μελέτες το δείγμα ήταν παμφάγοι για τουλάχιστον 6 μήνες πριν από τη διατροφική παρέμβαση και παρέμβαση άσκησης (7,40,45) και σε δύο μελέτες ο πληθυσμός ακολουθούσε τουλάχιστον για ένα χρόνο

χορτοφαγική ή παμφάγα διατροφή (41,42). Σε τρεις μελέτες οι συμμετέχοντες βρίσκονταν σε μη καθορισμένη κατάσταση πριν την παρέμβαση (43,44,46). Σχετικά με τη διατροφική παρέμβαση, τα είδη χορτοφαγικής δίαιτας περιλάμβαναν αυστηρά χορτοφαγική διατροφή με ημερήσια πρωτεϊνική πρόσληψη να κυμαίνεται από 1,5–2 γρ/κιλό σωματικού βάρους (40,42,45) και γάλακτο-ωο χορτοφαγική με πρωτεϊνική πρόσληψη 0,6-1,2 γρ/κιλό σωματικού βάρους ημερησίως (7,43,44,46). Μόνο στις μελέτες που περιείχαν αυστηρά χορτοφαγική διατροφή έγινε επισήμανση για αποχή είτε από ποτά που περιέχουν καφεΐνη είτε από συμπληρώματα διατροφής. Επίσης, δύο από τις οκτώ έρευνες δεν ακολούθησαν ισοθερμικές δίαιτες (41,43).

Ανθρωπομετρικές και Βιοχημικές μετρήσεις

Τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν για τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις από τις μελέτες που αναλύθηκαν είναι αντικρουόμενα. Πιο συγκεκριμένα, σε δύο μελέτες η παρέμβαση με χορτοφαγική διατροφή φάνηκε να διατηρεί το σωματικό βάρος σταθερό, με την άλιπη και την λιπώδη μάζα ή/και το ποσοστό λιπώδους μάζας να παραμένουν αμετάβλητα (44,46). Άλλες έρευνες, καταγράφουν διαφορετικά αποτελέσματα, με την μάζα σώματος και την άλιπη μάζα να φαίνονται αυξημένες και την λιπώδη μάζα σταθερή. Αναλυτικότερα, σε μία έρευνα η άλιπη μάζα παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση στα χέρια, το κορμό και τα πόδια, ενώ σε άλλη ο δείκτης άλιπης μάζας και η άλιπη μάζα ποδιού εμφανίζονται επίσης αυξημένα (40,42). Ωστόσο, τα παραπάνω δεδομένα, αντικρούουν τα αποτελέσματα άλλης έρευνας η οποία παρατήρησε σημαντική μείωση σωματικού βάρους λόγω απώλειας άλιπης σωματικής μάζας με ταυτόχρονη αύξηση ποσοστού σωματικού λίπους (7). Πέρα από τα δεδομένα για την αποκλειστική επίδραση στη χορτοφαγική ομάδα, ένα πλήθος μελετών συμπεραίνει ότι δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διατροφικών ομάδων ως προς την σύσταση μάζας σώματος (40,42,44,46). Εξαιρέσεις αποτελούν οι έρευνες που αναφέρουν χαμηλότερο ποσοστό σωματικού βάρους στη χορτοφαγική ομάδα συγκριτικά με την παμφάγα λόγω, είτε απώλειας σωματικού λίπους ή άλιπης μάζας (με ταυτόχρονη αύξηση λιπώδους μάζας) (7,43).

Για τις εργαστηριακές μετρήσεις παρουσιάζονται ποικίλα αποτελέσματα ανάλογα την κατηγορία των βιοχημικών δεικτών. Αναλυτικότερα, στους δείκτες λιπιδαιμικού προφίλ φάνηκε να παραμένει σταθερή η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων, της ολικής χοληστερόλης, της HDL και της LDL μετά την κατανάλωση χορτοφαγικής δίαιτας. Επιπροσθέτως, δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ της φυτοφαγικής και της ομάδας ελέγχου (45). Ωστόσο, δεν καταγράφονται περαιτέρω παρατηρήσεις για τις συγκεντρώσεις των λιπιδαιμικών δεικτών (ολικής, HDL και LDL χοληστερόλης) στην παρέμβαση με χορτοφαγική διατροφή. Επιπλέον,

αλλαγές σημειώθηκαν και στους δείκτες οστικής εναλλαγής, με τους δείκτες της παραθορμόνης και της 25OH βιταμίνη D να έδειχναν σημαντικά υψηλότεροι στους χορτοφάγους έναντι των παμφάγων. Ταυτόχρονα, μετρήθηκε ο δείκτης CTX, ο οποίος αυξήθηκε στους χορτοφάγους που εκτελούσαν ασκήσεις με αντιστάσεις συγκριτικά με αυτούς που είτε δεν αθλούνταν είτε πραγματοποιούσαν αερόβια άσκηση. Σχετικά με τους δείκτες μεταβολισμού κρεατίνης, τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερά επίπεδα μυϊκής κρεατίνης στη χορτοφαγική ομάδα μετά την παρέμβαση (43–45). Επιπλέον, καταγράφονται σταθερά επίπεδα φωσφοκρεατίνης και ολικής κρεατίνης στους μυς (άθροισμα κρεατίνης και φωσφοκρεατίνης) σε μία μελέτη (44) και αμετάβλητες τιμές στο λόγο φωσφοκρεατίνης- μυϊκής κρεατίνης από τα ούρα σε μία άλλη (43). Όσον αφορά τις διαφορές τις φυτοφαγικής και σαρκοφαγικής διατροφής, μία έρευνα διαπίστωσε ότι η ολική κρεατίνη και η φωσφοκρεατίνη αυξήθηκαν σημαντικά στους χορτοφάγους και μειώθηκαν στους σαρκοφάγους (43), ενώ μια άλλη δεν παρατήρησε καμία σημαντική διαφορά στη μυϊκή φωσφοκρεατίνη και ολική κρεατίνη μυών μεταξύ των 2 ομάδων (44). Μια ακόμη μελέτη που εξέτασε την κρεατίνη στο αίμα βρήκε αμετάβλητα και συγκρίσιμα αποτελέσματα στις 2 ομάδες (45). Τέλος, σημαντικά δεδομένα αποτελούν οι μετρήσεις των αιματολογικών και διατροφικών δεικτών που σχετίζονται με τα επίπεδα του αίματος και του σιδήρου αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, σε μία μελέτη μολοντί δεν σημειώθηκε σημαντική διαφορά στη πρόσληψη βιταμίνης C και στους δείκτες κατάστασης σιδήρου (ορός σιδήρου, τρανσφερρίνη ορού, κορεσμός τρανσφερρίνης και υποδοχέας τρανσφερρίνης) μεταξύ των ομάδων, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της πρόσληψης αιμικού σιδήρου στην παμφάγα ομάδα, συνεπώς και της βιοδιαθεσιμότητας του στον οργανισμό. Παράλληλα, σημειώθηκε σημαντική μείωση της πρόσληψης του μη αιμικού σιδήρου στη παμφάγα ομάδα έναντι της χορτοφαγικής. Τα επίπεδα φερριτίνης ορού μειώθηκαν και στις δύο ομάδες, ωστόσο η διαφορά ήταν αμελητέα μεταξύ τους. Συμπληρωματικά, τα επίπεδα αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης αναγράφονται σημαντικά υψηλότερα σε συμμετέχοντες που ακολουθούσαν παμφάγα διατροφή (46). Επιπρόσθετα, σε άλλη μελέτη οι δείκτες μεταβολισμού του σιδήρου (σίδηρος, τρανσφερρίνη, φερριτίνη) ήταν παρόμοιοι μεταξύ των 2 ομάδων. Οι αιματολογικοί δείκτες (λευκοκύτταρα, κοκκιοκύτταρα, λεμφοκύτταρα, μονοκύτταρα, ερυθροκύτταρα, αιμοπετάλια, αιμοσφαιρίνη και αιματοκρίτη) επίσης παρουσίασαν συγκρίσιμα ευρήματα στις ομάδες, με τον αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων να σημειώνεται υψηλότερος στα άτομα που κατανάλωναν μια χορτοφαγική διατροφή (45).

Μυϊκή Δύναμη, Αντοχή και αθλητική απόδοση

Για την μυϊκή δύναμη, έξι μελέτες εξέτασαν την επίδραση ενός είδους χορτοφαγικής διατροφής στην άσκηση με αντιστάσεις. Από αυτές, πέντε μελέτες έδειξαν ότι η παρέμβαση με χορτοφαγική δίαιτα βελτιώνει την δύναμη σε όποιες μυϊκές ομάδες προπονούνται (7,40,43,44,46). Διαφορετικά αποτελέσματα σημείωσε μία έρευνα με αυστηρά χορτοφαγική δίαιτα, η οποία δεν παρατήρησε καμία σημαντική επίδραση, αφού η μυϊκή δύναμη παρέμεινε αμετάβλητη καθ' όλη την διάρκεια της παρέμβασης (42). Παρόλα αυτά, οι τέσσερις μελέτες διαπίστωσαν παρόμοια αποτελέσματα όταν αξιολόγησαν την διαφορά μεταξύ ενός είδους χορτοφαγικής και μιας παμφάγας διατροφής στην επίδραση τους σε προπόνηση δύναμης. Επεξηγηματικά, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των φυτοφαγικών και παμφάγων ομάδων (7,42,43,44). Διαφορά διαπιστώθηκε σε μία έρευνα, όπου η αυστηρά χορτοφαγική ομάδα εμφάνισε σημαντικά υψηλότερη ποσοστιαία αύξηση της δύναμης στην άρση θανάτου και στην πρέσα κλίσης (40). Παράλληλα, μία ακόμα έρευνα με ωο – γαλακτο χορτοφαγική δίαιτα κατέγραψε σημαντικά υψηλότερη δύναμη στην άσκηση έκτασης γονάτου στους χορτοφάγους έναντι των παμφάγων (46).

Μια ακόμη μεταβλητή που μετρήθηκε ήταν η αντοχή στη δύναμη με βάση τον αριθμό επαναλήψεων μέχρι εξάντληση. Η μελέτη που την ερεύνησε κατέγραψε αύξηση της αντοχής στη δύναμη και στις δύο ομάδες. Ωστόσο, δεν βρήκε καμία ουσιαστική διαφορά μεταξύ τους. Εντούτοις, η φυτοφαγική ομάδα εμφάνισε σημαντική αύξηση της αντοχής δύναμης στην άρση θανάτου (45). Επίσης, για την απόδοση του δείγματος στην εκτέλεση των ασκήσεων, παρατηρήθηκε βελτίωση και στις δυο ομάδες. Η βελτίωση αφορούσε των αριθμό επαναλήψεων, την ταχύτητα εκτέλεσης και την συνολική διάρκεια της συνεδρίας. Ωστόσο, η διαφορά μεταξύ των ομάδων ήταν αμελητέα (45). Τέλος, τα αποτελέσματα παρουσίασαν ομοιογένεια σε όλες τις ηλικιακές ομάδες.

Μυϊκή υπερτροφία

Στις μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της ανασκόπησης, η μυϊκή υπερτροφία αξιολογήθηκε ως αυξήσεις στην επιφάνεια των μυϊκών ινών και στην περιοχή μυϊκής διατομής των σκελετικών μυών (40,42–44). Επίσης, μία μελέτη αξιολόγησε το μέγεθος του μυϊκού σκελετικού ιστού και τα ημερήσια ποσοστά μυϊκής πρωτεΐνης (40). Αναλυτικότερα, μετά την παρέμβαση με ωο – γαλακτο χορτοφαγική και αυστηρά χορτοφαγική διατροφή, παρουσιάστηκαν σημαντικές αυξήσεις στη περιοχή διατομής των μυών του μηρού (42,44). Παρά τις αυξήσεις των συγκεκριμένων μεταβλητών στα άτομα που ακολουθούσαν χορτοφαγική διατροφή, οι έρευνες δεν διαπίστωσαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της

χορτοφαγικής και της παμφάγας ομάδας. Όσον αφορά το μέγεθος των μυϊκών ινών στους χορτοφάγους, παρατηρήθηκε ότι η κατανομή των τύπων μυϊκών ινών έμεινε αμετάβλητη καθ' όλη την διάρκεια της παρέμβασης (40,42). Εξαίρεση αποτελεί μια έρευνα που διαπίστωσε σημαντική αύξηση της περιοχής μυϊκών ινών τύπου 2 (43). Ωστόσο, και οι τρεις μελέτες βρήκαν παρόμοια επίδραση στις μυϊκές ίνες μεταξύ των διατροφικών ομάδων. Σχετικά με το δείκτη CSA των μυϊκών ινών στη χορτοφαγική διατροφή, καταγράφηκε σημαντική αύξηση του δείκτη στην μυϊκή ίνα τύπου 2. Ωστόσο, δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές αλλαγές μεταξύ των ομάδων (40,42). Ταυτόχρονα, το ένα άρθρο αξιολόγησε περαιτέρω την μυϊκή υπερτροφία μετρώντας τα ημερήσια ποσοστά μυϊκής πρωτεΐνης και το μέγεθος σκελετικών μυών των μηρών, τετρακέφαλών, οπίσθιων μηριαίων και προσαγωγών. Εν κατακλείδι, οι συγκεκριμένοι παράγοντες φάνηκαν να αυξάνονται και στις δύο διατροφικές ομάδες. Όμως, συγκρίνοντας τις ομάδες, οι μεταβλητές δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές (40).

Συζήτηση

Η παρούσα ανασκόπηση είχε ως πρωταρχικό στόχο να συνοψίσει και να συλλέξει την τρέχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τις επιδράσεις της χορτοφαγικής δίαιτας σε πληθυσμό που ασχολείται με αθλήματα δύναμης. Προγενέστερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στην επίπτωση που έχει η κατανάλωση συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών της χορτοφαγικής διατροφής ή φυτικών συμπληρωμάτων. Παρόλα αυτά, δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς η εφαρμογή της φυτοφαγικής δίαιτας ολιστικά, όπως και ακολουθείται στην πραγματική ζωή από αθλητές και αθλούμενους. Λόγω της περιορισμένης βιβλιογραφίας που έχει εξετάσει το ενδεχόμενο ότι η χορτοφαγική διαίτα μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική ή και περισσότερο από μια δυτικού τρόπου ζωής διατροφή στα αθλήματα δύναμης, χρειάζονται περισσότερες έρευνες επί του θέματος.

Ο Guy Hajj Boutros και οι συνεργάτες του εξέτασαν με παρόμοιο τρόπο την χορτοφαγική διαίτα, καταλήγοντας ότι όχι μόνο δεν είναι επιζήμια για την αντοχή και τη μυϊκή δύναμη, αλλά η αντοχή στα άτομα που ακολουθούσαν αποκλειστικά χορτοφαγική διατροφή ήταν αυξημένη σε σχέση με εκείνα που ακολουθούσαν παμφάγα (47). Σύμφωνα με άλλες μελέτες, οι οποίες εξέτασαν την αποτελεσματικότητα της χορτοφαγικής διατροφής σε αθλητές αντοχής και ψυχαγωγικούς δρομείς αντίστοιχα, διαπιστώθηκε ότι οι πρώτοι διέθεταν καλύτερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα από τους παμφάγους αθλητές και οι δεύτεροι δεν παρουσίασαν κάποια σημαντική διαφορά με όσους δεν ακολουθούσαν φυτοφαγική διατροφή (48,49). Αυτό αποδεικνύει πως η χορτοφαγική διατροφή μπορεί να αποτελέσει μια κατάλληλη εναλλακτική λύση για όσους επιθυμούν να βελτιώσουν την αντοχή και την απόδοση τους σε αθλήματα αντοχής. Παρά ταύτα, η βιβλιογραφία που μελετά την αποτελεσματικότητα της χορτοφαγικής

διατροφής σε σχέση με τα αθλήματα δύναμης είναι περιορισμένη, κάτι το οποίο δικαιολογεί τις παλαιότερες πεποιθήσεις πως η διατροφή αυτή δεν είναι ωφέλιμη σε αθλήματα που δεν σχετίζονται με την αντοχή.

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες αντιλήψεις, η εργασία αποκαλύπτει ότι τα άτομα που ακολουθούσαν μια χορτοφαγική διατροφή εμφάνισαν παρόμοια επίπεδα δύναμης, αντοχής στη δύναμη και συνολικής αθλητικής απόδοσης σε σύγκριση με τους παμφάγους ομολόγους τους. Αυτό αμφισβητεί τη συμβατική πεποίθηση ότι οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης είναι απαραίτητες για τη μεγιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης.

Σύνθεση Σώματος

Στην ανασκόπηση, έξι μελέτες αξιολόγησαν το ενδεχόμενο ότι μια παρέμβαση με χορτοφαγική διατροφή επηρεάζει την σύσταση όλου του σώματος κατά την διάρκεια ενός προγράμματος προπόνησης με ασκήσεις δύναμης. Δύο από αυτές, ανέφεραν ότι η ωο – γαλακτο χορτοφαγική διατροφή δεν προκάλεσε αλλαγές στη σύσταση του σώματος ηλικιωμένων ανδρών. Συγκεκριμένα, το σωματικό βάρος, η λιπώδης και άλιπη μάζα παρέμειναν αμετάβλητα σε όλη την διάρκεια της παρέμβασης (44,46).

Τα ευρήματα αυτά δεν συμπίπτουν με τα αποτελέσματα μίας έρευνας, η οποία αποτελούταν από ίδια χαρακτηριστικά συμμετεχόντων (43). Η έρευνα διαπίστωσε σημαντικές μειώσεις στο σωματικό βάρος και στην άλιπη μάζα με ταυτόχρονη αύξηση του ποσοστού σωματικού λίπους μετά την κατανάλωση ωο – γαλακτο χορτοφαγικής διατροφής σε ηλικιωμένους άνδρες. Η απώλεια σωματικού βάρους στην ωο – γαλακτο χορτοφαγική ομάδα μπορεί να εξηγηθεί από την παροδική μείωση της ενεργειακής πρόσληψης. Ωστόσο, η μέθοδος καταγραφής της ενεργειακής πρόσληψης δεν κρίθηκε κατάλληλη για την ποσοτικοποίηση της τροφής σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια. Συνεπώς, δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι κατά πόσο η μειωμένη πρόσληψη ενέργειας μπορεί να προκάλεσε την μείωση της άλιπης σωματικής μάζας. Επίσης, περαιτέρω διερεύνηση χρειάζεται για να διευκρινιστεί εάν η άλιπη σωματική μάζα οφείλεται στο μειωμένο σωματικό βάρος.

Δύο μελέτες που εξέτασαν την επίδραση της αυστηρά χορτοφαγικής διατροφής σε νεαρούς ενήλικες μετά από προπονήσεις αντιστάσεων, παρουσίασαν σημαντικές αλλαγές στη σωματική σύσταση. Αναλυτικότερα, μετά την παρέμβαση καταγράφηκε σημαντική αύξηση σωματικού βάρους με παράλληλη αύξηση των δεικτών για την άλιπη σωματική μάζα, ενώ η λιπώδης σωματική μάζα παρέμεινε σταθερή. Κατά την ερμηνεία αυτών των σημαντικών μεταβολών, είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι για την επίτευξη της σχεδιασμένης πρωτεϊνικής κατανάλωσης και οι δύο διατροφικές ομάδες (αυστηρά χορτοφάγοι - παμφάγοι) προσλαμβάναν

πρωτεϊνικό συμπλήρωμα (40,42). Το γεγονός αυτό, αποτρέπει την πρόσληψη αυξημένου θερμιδικού περιεχομένου καθώς και την πιθανή κατανάλωση αντιθρεπτικών ουσιών που μπορεί να οδηγήσουν στη μείωση της απορρόφησης σύνθετων υδατανθράκων και την πέψη πρωτεϊνών (14). Εν κατακλείδι, οι παράγοντες αυτοί πιθανώς να μετέβαλαν με διαφορετικό τρόπο την σύσταση του σώματος και η μελέτη να κατέληξε σε διαφορετικά αποτελέσματα.

Ως επί των πλείστων, παρατηρήθηκε ετερογένεια στα αποτελέσματα των ερευνών για την σύσταση του σώματος στη χορτοφαγική ομάδα. Ωστόσο, στην σύγκριση της μάζας σώματος μεταξύ χορτοφαγικών και παμφάγων ομάδων τα ευρήματα ήταν συναφή. Συγκεκριμένα, δύο έρευνες έδειξαν ότι οι νεαροί ενήλικες που καταναλώνουν είτε μια αυστηρά χορτοφαγική είτε μία παμφάγα διατροφή (σε συνδυασμό με συμπληρωματική πρωτεΐνη) κατά την διάρκεια μιας περιόδου που περιλαμβάνει συνεδρίες ασκήσεων με αντιστάσεις, δεν εμφάνισαν σημαντικές μεταβολές στο σωματικό βάρος, την άλιπη και την λιπώδη σωματική μάζα (40,42). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ηλικιωμένους άνδρες που ακολουθούσαν είτε ωο – γαλακτο χορτοφαγική είτε παμφάγα διατροφή (44,46).

Εξαίρεση αποτελούν δύο έρευνες, οι οποίες διαπιστώνουν ότι η ωο – γαλακτο χορτοφαγική ομάδα είχε χαμηλότερο σωματικό βάρος συγκριτικά με την παμφάγα ομάδα. Επεξηγώντας, η μελέτη που αποτελούταν από ηλικιωμένους άνδρες, παρατήρησε ότι η παμφάγα ομάδα αύξησε σημαντικά το σωματικό της βάρος και την άλιπη μάζα αλλά μείωσε την λιπώδη μάζα, ενώ η χορτοφαγική ομάδα εμφάνισε το ακριβώς αντίθετο. Η δεύτερη μελέτη που χρησιμοποιούσε νεαρά άτομα, συμπέρανε ότι η χορτοφαγική ομάδα εμφάνιζε χαμηλότερο σωματικό βάρος και λίπους σε αντίθεση με την παμφάγα (7).

Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να συμπεράνουμε ότι η παρέμβαση με χορτοφαγική διαίτα μπορεί να μεταβάλει την σύνθεση του σώματος σε άτομα που ασκούνται με προπονήσεις δύναμης και αντιστάσεως, καθώς τα στοιχεία είναι ποικιλόμορφα και ασύνδετα μεταξύ τους.

Οι προαναφερθέντες μελέτες διαφέρουν μεταξύ τους, ως προς την πρόσληψη μακροθρεπτικών και ιδιαίτερα των πρωτεϊνών, τα είδη χορτοφαγικής διατροφής, τη συχνότητα και την ένταση της άσκησης, καθώς και τους τρόπους αξιολόγησης της σύστασης του σώματος. Το γεγονός αυτό, δυσκολεύει την δημιουργία ενός συμπεράσματος. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή επιπλέον ερευνών.

Βιοχημικές μετρήσεις

Έχει υποθεθεί από πλήθος ερευνών ότι η κατανάλωση μίας χορτοφαγικής διαίτας ελαττώνει την απόδοση μεταξύ των αθλουμένων παρουσιάζοντας χαμηλή πρόσληψη διαιτητικού λίπους (5,6,24). Στη παρούσα ανασκόπηση, εξετάζεται αυτή η υπόθεση αξιολογώντας την μεταβολή

των λιπιδαιμικών δεικτών. Ο Durkalec-Michalski και συνεργάτες υποστήριξαν ότι, για τους αθλητές δύναμης, η κατανάλωση μιας αυστηρά χορτοφαγικής διατροφής δεν μετέβαλε τα επίπεδα των λιπιδαιμικών δεικτών. Το ίδιο φάνηκε να ισχύει και για αυτούς που ακολούθησαν παμφάγα διατροφή. Συγκεκριμένα, δεν υπήρξε καμία μεταβολή στις συγκεντρώσεις ολικής χοληστερόλης, HDL και LDL αμφότερα των ομάδων. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, μπορεί να οφείλεται από το γεγονός ότι ο ερευνώμενος πληθυσμός αποτελούταν από άτομα μικρής ηλικίας που ακολουθούσαν ένα υγιεινό τρόπο ζωής.

Επιπρόσθετα, αυτή η μελέτη παρουσίασε μια αξιοσημείωτη αύξηση τριγλυκεριδίων μόνο στους παμφάγους, το οποίο μπορεί να αντιπροσωπεύει μια σημαντική διαφορά (45). Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει αποδείξει ότι η κατανάλωση χορτοφαγικής διαίτας συσχετίζεται θετικά με την βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ (50,51). Ωστόσο, οι διατροφές με βάση τις φυτικές πρωτεΐνες έχουν συσχετιστεί με μείωση ολικής χοληστερόλης και LDL. Με την αποκλειστική μείωση των τριγλυκεριδίων δεν μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η χορτοφαγική διαίτα συσχετίζεται θετικά με την βελτίωση των λιπιδαιμικών δεικτών μετά από άσκηση δύναμης. Οι μηχανισμοί του τρόπου επίδρασης των τριγλυκεριδίων στη παρέμβαση αυτή πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω.

Σε γενικό πλαίσιο, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η κατανάλωση μιας αυστηρά χορτοφαγικής διατροφής μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ποσότητα διατροφικού λίπους εξίσου καλά με μία παμφάγα και να μην υπονομεύσει την απόδοση στην άσκηση αντίστασης. Βέβαια κρίνεται απαραίτητο να μελετηθεί αν τα αποτελέσματα οφείλονται στη σύνθεση της φυτικής διατροφής ή αν αποδίδονται σε πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες.

Από τις επτά μελέτες που αναλύθηκαν στην ανασκόπηση, δύο αξιολόγησαν την κατάσταση και τα αποθέματα του σιδήρου στους χορτοφάγους (45,46). Ωστόσο, και οι δύο υπέδειξαν ότι οι δείκτες μεταβολισμού του σιδήρου (ορός σιδήρου, τρανσφερρίνη ορού, κορεσμός τρανσφερρίνης και υποδοχέας τρανσφερρίνης) ήταν σταθεροί στους φυτοφάγους (αυστηρής και ωο – γαλακτο χορτοφαγικής διαίτας) και στους παμφάγους.

Σχετικά με τα αποθέματα του σιδήρου, μία έρευνα που χρησιμοποιούσε συμμετέχοντες και από τα δύο φύλα, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η φερριτίνη ορού δεν παρουσίασε σημαντικές αλλαγές εντός και μεταξύ των δύο ομάδων (45). Ωστόσο, σε μία μελέτη με ανδρικό δείγμα, ενώ δεν αναγράφηκε σημαντική διαφορά στη φερριτίνη μεταξύ των ομάδων, η ίδια μειώθηκε αμφότερα των χορτοφάγων και παμφάγων (46). Η αλλαγή αυτή μπορεί να είναι απόρροια

πολλών παραγόντων. Μια εξήγηση αποτελούν οι αυξημένες απώλειες σιδήρου εξαιτίας της παρέμβασης με ασκήσεις δύναμης. Μια ακόμη, είναι οι υψηλές ανάγκες σιδήρου καθώς το δείγμα αποτελούταν από άτομα μεγάλης ηλικίας. Σύμφωνα με μία συστηματική ανασκόπηση με μετα-ανάλυση, τα αποθέματα σιδήρου των ανδρών είναι υψηλότερα συγκριτικά με των γυναικών. Το γεγονός αυτό, οδηγεί σε μεγαλύτερη απώλεια σιδήρου στους άνδρες μετά την αλλαγή σε φυτοφαγική διαίτα (52). Συνεπώς, οι μεταβολές των επιπέδων φερριτίνης συσχετίζονται θετικά με το φύλο, και αυτό μπορεί είναι το πιθανό αίτιο που παρατηρήθηκε η μείωση του δείκτη. Ωστόσο, το διατροφικό ιστορικό των συμμετεχόντων πριν την έναρξη της παρέμβασης ήταν άγνωστο, κάτι το οποίο προκαλεί αμφιβολία για την υπόθεση.

Όσον αφορά την απορρόφηση του σιδήρου, η ίδια μελέτη παρέχει πληροφορίες για την βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου στους ωο – γαλακτο χορτοφάγους και τους παμφάγους (46). Η μελέτη παρουσίασε υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα σιδήρου στην παμφάγα ομάδα, με την κατανάλωση του αιμικού σιδήρου να αναγράφεται σημαντικά αυξημένη και του μη αιμικού μειωμένη.

Ως επί το πλείστον, τα ευρήματα των μελετών υποδηλώνουν ότι μια χορτοφαγική διατροφή μπορεί να διατηρήσει τα επίπεδα του σιδήρου σε ίδιο εύρος με μια παμφάγα διατροφή μετά από άσκηση με αντιστάσεις. Ωστόσο, η απορρόφηση του μετάλλου είναι σημαντικά μικρότερη, προκαλώντας πιθανώς δυσκολία στην επίτευξη της πληρότητας των αποθηκών του στον οργανισμό, κάτι το οποίο θα μπορούσε να επηρεάσει την απόδοση. Οι έρευνες που μελετούν την συσχέτιση της απόδοσης με την αποθήκη σιδήρου σε χορτοφάγους που δραστηριοποιούνται με ασκήσεις δύναμης είναι ελάχιστες. Ως εκ τούτου, χρειάζεται παραπάνω έρευνα για την επιβεβαίωση της συγκεκριμένης συσχέτισης. Σημαντική παρατήρηση αποτελεί επίσης, το γεγονός ότι οι τιμές στους δείκτες μεταβολισμού του σιδήρου διαφοροποιούνται ανάλογα με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και το τρόπο σχεδιασμού της παρεμβατικής διατροφής. Έτσι, ένα επακόλουθο ερώτημα είναι εάν εντοπίζεται αλλαγή στην κατάσταση του σιδήρου μεταξύ των αυστηρών φυτοφάγων και των ωο – γαλακτο χορτοφάγων που ενασχολούνται με ασκήσεις αντίστασης. Παρόλα αυτά η ετερογένεια των χαρακτηριστικών των μελετών κατέστησε αδύνατη την άντληση ενός συμπεράσματος.

Παράλληλα, οι ίδιες μελέτες αξιολόγησαν τους αιματολογικούς δείκτες μεταξύ των δύο ομάδων. Η μελέτη που έγινε με νεαρούς ενήλικες και των 2 φύλων, δεν έδειξε σημαντικές αλλαγές στους αιματολογικούς δείκτες των αυστηρών χορτοφάγων σε σύγκριση με τους παμφάγους. Ωστόσο, παρουσίασε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα των ερυθρών αιμοσφαιρίων

για τους φυτοφάγους. Το γεγονός αυτό, οφείλεται στα αυξημένα επίπεδα του δείκτη πριν την έναρξη της παρεμβατικής περιόδου (45). Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με την έρευνα που χρησιμοποίησε ηλικιωμένους άνδρες ως δείγμα, η οποία ανέφερε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης στους ωο – γαλακτο χορτοφάγους συγκριτικά με αυτούς που καταναλώνουν κρέας (46).

Γενικότερα, απαιτούνται παραπάνω έρευνες για να καταγραφεί ένα συμπέρασμα, καθώς οι έρευνες αυτές είχαν πολλές διαφορές ως προς την ηλικία και το φύλο. Ταυτόχρονα, οι διαφορές τους στα πρωτόκολλα παρέμβασης (σχεδιασμός μελέτης, είδος χορτοφαγικής και παμφάγας διατροφής) καθιστούν δύσκολη την εύρεση βέβαιου αποτελέσματος.

Από την ανασκόπηση, δύο μελέτες εξέτασαν εάν η κύρια πηγή πρωτεΐνης που κατανάλωναν ηλικιωμένοι άνδρες επηρέαζε την περιεκτικότητα της κρεατίνης στο μυ μετά από προοδευτικές ασκήσεις δύναμης (43,44). Τα αποτελέσματα των ερευνών που συλλέχθηκαν στη τρέχουσα ανασκόπηση έδειξαν ότι η πηγή πρωτεΐνης δεν επηρεάζει την συγκέντρωση της κρεατίνης, τόσο σε ωο – γαλακτο χορτοφαγικές όσο και σε σαρκοφαγικές δίαιτες στη προπόνηση δύναμης στους άνδρες μεγάλης ηλικίας.

Συγκεκριμένα, η μελέτη που αξιολόγησε την τιμή της κρεατίνης με βιοψία, διαπίστωσε ότι για τους δείκτες μεταβολισμού του συγκεκριμένου αμινοξέος (μυϊκή κρεατίνη, φωσφοκρεατίνη και ολική κρεατίνη) δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική μεταβολή στους μυς για καμία ομάδα (44). Πιθανό αίτιο για τις συγκεκριμένες τιμές είναι η απουσία ελέγχου του τρόπου μαγειρέματος του κρέατος στην παρέμβαση, ο οποίος μπορεί να επηρεάσει την ποσοστιαία κατανάλωση κρεατίνης. Επεξηγηματικά, οι υψηλές θερμοκρασίες μαγειρέματος οδηγούν στη μετατροπή της κρεατίνης σε κρεατινίνη, γεγονός που προκαλεί μειωμένη πρόσληψη κρεατίνης.

Αντιθέτως, η μελέτη που αξιολόγησε την συγκέντρωση της κρεατινίνης ως απέκκριση από τα ούρα πρόβαλε αντικρουόμενα αποτελέσματα ως προς την ολική κρεατίνη και την φωσφοκρεατίνη (43). Αναλυτικότερα, οι συγκεκριμένοι μυϊκοί μεταβολίτες αυξήθηκαν σημαντικά στους χορτοφάγους και μειώθηκαν στου παμφάγους. Βέβαια, η μελέτη αυτή συσχέτισε την εξωγενή πηγή κρεατίνης με την αύξηση της μυϊκής μάζας, κάτι που η προηγούμενη έρευνα δεν χρησιμοποίησε. Επιπροσθέτως, η χρήση της κρεατίνης ως ποσοτικός δείκτης για την εκτίμηση της αύξησης της μυϊκής μάζας μετά από άσκησης με αντιστάσεις, χρειάζεται περαιτέρω αξιολόγηση, καθώς στη συγκεκριμένη μελέτη φάνηκε ότι η μέθοδος αυτή υπερεκτιμάει την μεταβολή της μάζας σώματος στους μυς. Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα

των δύο ερευνών δεν αντιπροσωπεύουν με ακρίβεια το γενικό πληθυσμό καθώς είναι περιορισμένες ως προς το φύλο, την ηλικία και το μέγεθος του δείγματος.

Συνολικά για όλες τις μελέτες που εξέτασαν βιοχημικές μετρήσεις, η περίοδος παρέμβασης ήταν σχετικά μικρή για την άντληση αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Ωστόσο, δεν έχει οριοθετήσει ακόμα το χρονικό διάστημα που αλλάζουν οι τιμές των δεικτών ως επίδραση της διατροφής. Ένας ακόμα σημαντικός περιορισμός είναι ότι οι μελέτες περιλαμβάνουν μικρό μέγεθος δείγματος, κάτι το οποίο πιθανώς να παράγει ψευδώς θετικά αποτελέσματα και να οδηγήσει σε αύξηση του κινδύνου μεροληψίας. Συνεπώς, χρειάζονται παραπάνω έρευνες για την διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Μυϊκή υπερτροφία

Οι τέσσερις από τις οκτώ έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην εργασία εξέτασαν τον τρόπο που επηρεάζει η φυτοφαγική διατροφή την ανάπτυξη των μυών σε αθλήματα δύναμης, δηλαδή την μυϊκή υπερτροφία (40,42–44). Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα αυτών των μελετών, διαπιστώθηκε ότι αυξήθηκαν τα ποσοστά μυϊκής πρωτεΐνης, το μέγεθος των μυών και οι μυϊκές ίνες τύπου II στους συμμετέχοντες που ακολουθούσαν μια φυτοφαγική δίαιτα, αλλά και στους συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν συγκρίσιμα και χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει ότι μια σωστά σχεδιασμένη χορτοφαγική διατροφή μπορεί να επιφέρει εξίσου καλά αποτελέσματα με την παμφάγα διατροφή στην μυϊκή υπερτροφία.

Ο Monteyne και οι συνεργάτες του έδειξαν συγκρίσιμα ποσοστά μυϊκής πρωτεϊνικής σύνθεσης και υπερτροφίας σκελετικών μυών μεταξύ των δύο ομάδων δίαιτας (40). Πιο συγκεκριμένα, με την εφαρμογή χορτοφαγικής δίαιτας υψηλής σε πρωτεΐνη και άσκησης με αντιστάσεις, επιτεύχθηκε αύξηση της μυϊκής πρωτεΐνης κατά περίπου 11%, η οποία είναι υπεύθυνη για την αύξηση του όγκου των μυϊκών ινών, συνεπώς και του όγκου των σκελετικών μυών. Επιπλέον, παρατηρήθηκε αύξηση του όγκου των μυών των μηρών, των τετρακεφάλων, των προσαγωγών, και των οπίσθιων μηριαίων χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 2 ομάδες, το οποίο συνεπάγεται ότι η χορτοφαγική διατροφή μπορεί να παρέχει ισάξια αποτελέσματα στην μυϊκή υπερτροφία με την παμφάγα δίαιτα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως στην παραπάνω μελέτη χορηγήθηκε συμπλήρωμα κρεατίνης, το οποίο αποτελεί έναν παράγοντα που μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα καθώς διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση της μυϊκής μάζας. Αυτό δεν συνεπάγεται σε αμφισβήτηση των ευρημάτων, αλλά πως η χορήγηση του συμπληρώματος μπορεί να τα έχει μεταβάλλει σε τέτοιο βαθμό, ώστε τα ποσοστά μυϊκής

πρωτεΐνης και διατομής των μυών να αυξηθούν σε μεγαλύτερο βαθμό από αυτόν που θα ήταν δίχως την χορήγηση κρεατίνης.

Παρόμοιο αποτέλεσμα για την διατομή του μυός του μηρού υποστήριξαν ο Haub και οι συνεργάτες του, τονίζοντας πως δεν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις ομάδες οι οποίες πέτυχαν παρόμοια υπερτροφία (44). Όσον αφορά τις μυϊκές ίνες, οι μελέτες που έλεγξαν την αύξηση τους παρουσιάζουν ομοιογένεια. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση κυρίως στην καταλαμβανόμενη επιφάνεια μυϊκών ινών τύπου II και στις δύο ομάδες (40,42,44) χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ μόνο μία μελέτη απέδειξε αύξηση του ποσοστού της καταλαμβανόμενης επιφάνειας και των δύο ειδών μυϊκών ινών και στις δύο ομάδες (42). Παρόλο που οι μελέτες έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα, το πλήθος των μελετών που ερεύνησαν την συγκεκριμένη παράμετρο και το συνολικό δείγμα που συμμετείχε σε αυτές είναι μικρό, συνεπώς είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί περαιτέρω έρευνα.

Είναι γνωστό πως η επαρκής ποσότητα πρόσληψης πρωτεΐνης από την διατροφή και η προπόνηση με αντιστάσεις είναι τα βασικά σημεία-κλειδιά για την υπερτροφία των μυών (53,54). Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να ικανοποιούνται οι ανάγκες για θρεπτικά συστατικά ανεξαρτήτως το είδος της δίαιτας. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η επίτευξη της επαρκούς πρωτεϊνικής πρόσληψης στους αθλητές και αθλούμενους είναι ένα φλέγον ζήτημα, το οποίο όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί ακόμα και με την εφαρμογή της χορτοφαγικής δίαιτας. Στις έρευνες που μελέτησαν την ανάπτυξη των μυών, η πρωτεϊνική κατανάλωση εμφάνισε ετερογένεια. Δύο μελέτες ανέφεραν αυξημένη πρωτεϊνική πρόσληψη των συμμετεχόντων ανεξαρτήτως ομάδας, με 1,8γρ/κilo σωματικού βάρους και 1,6γρ/κilo σωματικού βάρους αντίστοιχα (40,42). Το συγκεκριμένο εύρος θεωρείται εντός του πλαισίου σύστασης της πρόσληψης πρωτεΐνης για τα αθλήματα ισχύος. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, σε δύο έρευνες αναφέρεται κατανάλωση 0,8-1,2γρ/κilo σωματικού βάρους (περίπου 15% της συνολικής ενέργειας) και 0,6 γρ/κilo σωματικού βάρους αντίστοιχα (43,44), τα οποία θεωρούνται επαρκή για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού, αλλά όχι αρκετά για την βέλτιστη υπερτροφία των μυϊκών κυττάρων και σωστή αποκατάσταση. Παρόλο που τα ευρήματα των μελετών έδειξαν θετική απόκριση των συμμετεχόντων προς την μυϊκή υπερτροφία ανεξαρτήτως της δίαιτας, τα παραπάνω φανερώνουν την ανάγκη για μελλοντική έρευνα που θα διερευνήσει την ανάπτυξη των σκελετικών μυών με την βέλτιστη πρωτεϊνική κατανάλωση.

Η βιβλιογραφία που αφορά τις πρωτεϊνικές απαιτήσεις για την μυϊκή υπερτροφία σε αθλήματα δύναμης έχει προκύψει κυρίως από παρεμβάσεις με εφαρμογή παμφάγας δίαιτας και χορήγηση

συμπληρώματος υψηλής ποιότητας ζωικής πρωτεΐνης. Σύμφωνα με προηγούμενες αντιλήψεις, οι πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης θεωρούνται κατώτερης ποιότητας και δεν μπορούν να προκαλέσουν επαρκή μυϊκή πρωτεινοσύνθεση, και συνεπώς αύξηση της μυϊκής μάζας που προκαλείται από την άσκηση με αντιστάσεις. Στην παρούσα εργασία, αποδεικνύεται πως μια χορτοφαγική δίαιτα υψηλή σε πρωτεΐνη συγκριτικά με μια παμφάγα δίαιτα, παρέχει εξίσου καλά αποτελέσματα στην αύξηση των μυϊκών ινών και της διατομής των μυών.

Στις τέσσερις αυτές μελέτες, η παρέμβαση της άσκησης με αντιστάσεις διήρκησε από 10 έως 12 εβδομάδες, το οποίο δεν θεωρείται μακροχρόνιο αλλά ούτε σύντομο χρονικό διάστημα. Το διάστημα αυτό έχει θεωρηθεί ικανό να επιφέρει αξιοσημείωτες αλλαγές στην μυϊκή ανάπτυξη, δεν γνωρίζουμε όμως αν το αποτέλεσμα θα παρέμενε ίδιο εάν η παρέμβαση είχε μεγαλύτερη διάρκεια. Επιπλέον, πολλές από τις μελέτες επικεντρώθηκαν αποκλειστικά στο αρσενικό φύλο με περιορισμένο δείγμα, το οποίο αποτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων αυτών σε όλο τον πληθυσμό. Τα παραπάνω στοιχεία καταδεικνύουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα πάνω στο θέμα αυτό, πιθανώς με μεγαλύτερο δείγμα το οποίο εντάσσει και τα δύο φύλα, και με παρέμβαση μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας.

Μυϊκή δύναμη, αντοχή και αθλητική απόδοση

Εντοπίστηκαν έξι μελέτες που ανέλυσαν την επίδραση της φυτοφαγικής διατροφής στην μυϊκή δύναμη (7,40,42–44,46), και δύο μελέτες που έλεγξαν την αντοχή στη δύναμη και την συνολική αθλητική απόδοση (7,45). Μυϊκή δύναμη ορίζεται ως η μέγιστη δύναμη του μυός σε εκτέλεση μίας έως τριών επαναλήψεων με το μέγιστο δυνατό φορτίο, ενώ αντοχή στη δύναμη αποτελεί η ικανότητα εκτέλεσης μέγιστου αριθμού επαναλήψεων με 70% του φορτίου της μέγιστης επανάληψης.

Παλαιότερες έρευνες υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή της φυτοφαγικής διατροφής δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην αθλητική απόδοση, όμως οι περισσότερες έρευνες από αυτές δεν είναι τυχαιοποιημένες, το οποίο αποτρέπει την δημιουργία συμπεράσματος αιτιολογικής σχέσης (47). Οι τυχαιοποιημένες δοκιμές είναι πολύ λίγες με μικρό μέγεθος δείγματος, και εξετάζουν μόνο ένα είδος αθλητικής απόδοσης, ή επικεντρώνονται αποκλειστικά σε άνδρες. Συνεπώς, απαιτείται περαιτέρω μελέτη για εξακρίβωση των επιδράσεων της χορτοφαγικής διατροφής στην αθλητική απόδοση.

Σύμφωνα με τις μελέτες, παρουσιάστηκε ομοιογένεια στα ευρήματα τους σχετικά με την δύναμη των σκελετικών μυών, καθώς αυξήθηκε στις ομάδες παρέμβασης στο σύνολο των ασκήσεων που εκτελέστηκαν, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Πιο

συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε αύξηση στη δύναμη των μυών στα οπίσθια καθίσματα, στην άρση θανάτου, στη πρέσα με κλίση και στη μονόπλευρη ισομετρική άσκηση έκτασης γονάτου στην έρευνα των Monteyne και των συνεργατών του, χωρίς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό αύξησης των δύο ομάδων, όπως και βελτίωση της δύναμης στις ασκήσεις πίεσης στήθους και ποδιών, και lat pull-down στους Roberts και συνεργάτες (7,40). Στις παραπάνω μελέτες, όπως και στην έρευνα που πραγματοποίησαν ο Durkalec-Michalski και συνεργάτες χρησιμοποιήθηκε δείγμα που συμπεριέλαβε ενήλικες άνδρες και γυναίκες, κάτι το οποίο καθιστά εφικτή την γενίκευση των αποτελεσμάτων στον πληθυσμό και αυξάνει την αξιοπιστία της μελέτης (45). Σε όλες τις έρευνες παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του φορτίου της μέγιστης επανάληψης σε πολλαπλές ασκήσεις, υποστηρίζοντας την υπόθεση ότι η χορτοφαγική διατροφή είναι εξίσου ωφέλιμη και προσφέρει παρόμοια αύξηση στη δύναμη με μια δυτικού τρόπου ζωής διατροφή.

Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν στις μελέτες που εξέτασαν την αντοχή στη δύναμη, καθώς σημειώθηκε αύξηση του μέγιστου αριθμού επαναλήψεων στις έλξεις και κάμψεις και στις δύο ομάδες σύμφωνα με τον Roberts και τους συνεργάτες του, αλλά και στις άρσεις θανάτου μόνο στην χορτοφαγική ομάδα όπως αναφέρει ο Durkalec-Michalski και συνεργάτες (7,45). Το γεγονός αυτό ενισχύει τα δεδομένα που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητα της φυτοφαγικής διατροφής στην βελτίωση της μυϊκής δύναμης, και συνεπώς της συνολικής σωματικής απόδοσης.

Επίδραση αυτού του διατροφικού προτύπου στη αθλητική απόδοση αναφέρουν μόνο δύο έρευνες, επισημαίνοντας ετερογένεια στα αποτελέσματα τους. Στην μελέτη που διεξήγαγε ο Durkalec-Michalski και συνεργάτες, διαπιστώθηκε βελτίωση της συνολικής απόδοσης των συμμετεχόντων σε όλες τις ασκήσεις, όπως και αύξηση του αριθμού επαναλήψεων και της ταχύτητας ολοκλήρωσης τους (45). Αντίστοιχα, ο Roberts και συνεργάτες παρατήρησαν αύξηση της σωματικής απόδοσης, χωρίς όμως αυτή να είναι στατιστικά σημαντική σε καμία ομάδα της μελέτης (7). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται σε ανεπαρκή πρωτεϊνική κατανάλωση, μη απαιτητική προπόνηση είτε κάποιο σφάλμα κατά την διεξαγωγή της έρευνας. Ως αποτέλεσμα, οι επιδράσεις στην αθλητική απόδοση είναι ασυνεπείς και δεν μπορούν να οδηγήσουν σε έγκυρα συμπεράσματα, καθιστώντας αναγκαία την ευρύτερη μελέτη της σχέσης της χορτοφαγικής διατροφής με την αθλητική απόδοση.

Αυτά τα ευρήματα αμφισβητούν συλλογικά την πεποίθηση ότι οι φυτικές δίαιτες μπορεί να είναι ανεπαρκείς για τη μυϊκή υπερτροφία και την αθλητική απόδοση κατά τη διάρκεια της

προπόνησης δύναμης. Αν και είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι ατομικές αποκρίσεις στα διατροφικά πρότυπα μπορεί να ποικίλλουν, τα στοιχεία δείχνουν ότι οι καλά σχεδιασμένες φυτοφαγικές δίαιτες, πλούσιες σε κατάλληλα θρεπτικά συστατικά, μπορούν να υποστηρίξουν επαρκώς την ανάπτυξη των μυών και την αθλητική απόδοση στο πλαίσιο της προπόνησης ενδυνάμωσης. Οι αθλητές και οι λάτρεις του αθλητισμού που σκέφτονται ή ακολουθούν μια χορτοφαγική διαίτα θα πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στην πρόσληψη θρεπτικών ουσιών, ειδικά πρωτεϊνών, και να συνεργαστούν με επαγγελματίες διατροφής για να βελτιστοποιήσουν τις διατροφικές τους στρατηγικές ώστε να επιτύχουν τους στόχους τους σχετικά με την προπόνηση δύναμης.

Είναι απαραίτητο να διεξαχθούν περαιτέρω έρευνες μελλοντικά, οι οποίες θα διαθέτουν μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος που συμπεριλαμβάνει και τα δύο φύλα, με μεγαλύτερη διάρκεια παρέμβασης, έτσι ώστε να προκύψουν πιο έγκυρα αποτελέσματα τα οποία εφαρμόζονται μακροπρόθεσμα και συνολικά στον γενικό πληθυσμό. Επιπλέον, ευεργετική θα ήταν η αποχή από συμπληρώματα όπως η κρεατίνη, καθώς αυτά μπορούν να επηρεάσουν τις μεταβλητές που μελετώνται, δηλαδή τα αποθέματα κρεατίνης, την μυϊκή δύναμη και υπερτροφία, αλλά και την αθλητική απόδοση. Τέλος, είναι σημαντικό να βελτιστοποιηθεί η ποσότητα πρόσληψης πρωτεΐνης ακόμα και στην ομάδα που ακολουθεί χορτοφαγική διατροφή, έτσι ώστε όλες οι ομάδες να λαμβάνουν την απαραίτητη ποσότητα θρεπτικών συστατικών για να επιτύχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα κατά την διεξαγωγή της μελέτης.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, τα ευρήματα της παρούσας εργασίας υποστηρίζουν συλλογικά ότι μια χορτοφαγική διατροφή όταν σχεδιάζεται σωστά για να καλύψει τις διατροφικές απαιτήσεις, είναι μια κατάλληλη εναλλακτική λύση και μπορεί να συμβάλει θετικά στη μυϊκή δύναμη και υπερτροφία και τη σωματική απόδοση στο πλαίσιο της προπόνησης με αντιστάσεις.

Βιβλιογραφία

1. Vitale K, Hueglin S. Update on vegetarian and vegan athletes: a review. J Phys Fit Sports Med. 25 Ιανουάριος 2021;10(1):1–11.
2. Pelly FE, Burkhart SJ. Dietary regimens of athletes competing at the Delhi 2010 Commonwealth Games. Int J Sport Nutr Exerc Metab. Φεβρουάριος 2014;24(1):28–36.

- 3.Pohl A, Schünemann F, Bersiner K, Gehlert S. The impact of vegan and vegetarian diets on physical performance and molecular signaling in skeletal muscle. *Nutrients*. 2021;13(11).
- 4.Fritzen AM, Lundsgaard AM, Kiens B. Dietary Fuels in Athletic Performance. *Annu Rev Nutr*. 21 Αύγουστος 2019;39:45–73.
- 5.Zhou J, Li J, Campbell WW. Chapter 8 - Vegetarian Athletes. Στο: Bagchi D, Nair S, Sen CK, επιμελητές. *Nutrition and Enhanced Sports Performance (Second Edition)* [Διαδίκτυο]. Academic Press; 2019 [παρατίθεται 4 Απρίλιος 2023]. σ. 99–108. Διαθέσιμο στο: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128139226000084>
- 6.Rogerson D. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14:36.
- 7.Roberts AK, Busque V, Robinson JL, Landry MJ, Gardner CD. SWAP-MEAT Athlete (study with appetizing plant-food, meat eating alternatives trial) – investigating the impact of three different diets on recreational athletic performance: a randomized crossover trial. *Nutr J*. 2022;21(1).
- 8.Venderley AM, Campbell WW. Vegetarian diets : nutritional considerations for athletes. *Sports Med Auckl NZ*. 2006;36(4):293–305.
- 9.Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S, American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*. Μάρτιος 2009;109(3):509–27.
- 10.Potgieter S. Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *South Afr J Clin Nutr*. 1 Ιανουάριος 2013;26(1):6–16.
- 11.Ferreira LG, Burini RC, Maia AF. Dietas vegetarianas e desempenho esportivo. *Rev Nutr*. Αύγουστος 2006;19:469–77.
- 12.Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci*. Ιανουάριος 2004;22(1):65–79.

13. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, De Keyzer W, κ.ά. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*. 24 Μάρτιος 2014;6(3):1318–32.
14. Ferrari L, Panaite SA, Bertazzo A, Visioli F. Animal- and Plant-Based Protein Sources: A Scoping Review of Human Health Outcomes and Environmental Impact. *Nutrients*. 2022;14(23).
15. Lynch H, Johnston C, Wharton C. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients*. 1 Δεκέμβριος 2018;10(12):1841.
16. Shaw KA, Zello GA, Rodgers CD, Warkentin TD, Baerwald AR, Chilibeck PD. Benefits of a plant-based diet and considerations for the athlete. *Eur J Appl Physiol*. Δεκέμβριος 2022;122(5):1163–78.
17. Berrazaga I, Micard V, Gueugneau M, Walrand S. The role of the anabolic properties of plant-versus animal-based protein sources in supporting muscle mass maintenance: a critical review. *Nutrients*. 2019;11(8).
18. Barr SI, Rideout CA. Nutritional considerations for vegetarian athletes. *Nutrition*. 1 Ιούλιος 2004;20(7):696–703.
19. van Vliet S, Burd NA, van Loon LJC. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant-versus Animal-Based Protein Consumption. *J Nutr*. Σεπτέμβριος 2015;145(9):1981–91.
20. Gorissen SHM, Witard OC. Characterising the muscle anabolic potential of dairy, meat and plant-based protein sources in older adults. *Proc Nutr Soc*. 2018;77(1):20–31.
21. Henselmans M, Bjørnsen T, Hedderman R, Vårvik FT. The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. *Nutrients*. 18 Φεβρουάριος 2022;14(4):856.
22. Mickleborough TD. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in physical performance optimization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Φεβρουάριος 2013;23(1):83–96.
23. Nutrient Profiles of Vegetarian and Nonvegetarian Dietary Patterns | Elsevier Enhanced Reader [Διαδίκτυο]. [παράτίθεται 26 Απρίλιος 2023]. Διαθέσιμο στο: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212267213011131?token=9C4BA7E32C13E18B2F1382C42C33BDDDF2391B53BCC530498B8CF9ABDF28C2586B8307B765B56DB0FB70C4B4F2D5FDC0&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230426090802>

- 24.Mickleborough TD, Lindley MR, Montgomery GS. Effect of fish oil-derived omega-3 polyunsaturated Fatty Acid supplementation on exercise-induced bronchoconstriction and immune function in athletes. *Phys Sportsmed*. Δεκέμβριος 2008;36(1):11–7.
- 25.Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*. Μάρτιος 2016;48(3):543–68.
- 26.Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M, Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc*. Νοέμβριος 2002;102(11):1621–30.
- 27.Canada’s Food Guide [Διαδίκτυο]. [παρατίθεται 15 Ιούλιος 2023]. Διαθέσιμο στο: <https://food-guide.canada.ca/en/>
- 28.Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*. Ιούνιος 2003;103(6):748–65.
- 29.Trapp D, Knez W, Sinclair W. Could a vegetarian diet reduce exercise-induced oxidative stress? A review of the literature. *J Sports Sci*. Οκτώβριος 2010;28(12):1261–8.
- 30.Appleby PN, Key TJ. The long-term health of vegetarians and vegans. *Proc Nutr Soc*. Αύγουστος 2016;75(3):287–93.
- 31.Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline. Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline [Διαδίκτυο]. Washington (DC): National Academies Press (US); 1998 [παρατίθεται 18 Ιούλιος 2023]. (The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health). Διαθέσιμο στο: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114310/>
- 32.Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D [Διαδίκτυο]. Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, επιμελητές. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011 [παρατίθεται 18 Ιούλιος 2023]. (The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health). Διαθέσιμο στο: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/>

- 33.Tenforde AS, Sayres LC, Sainani KL, Fredericson M. Evaluating the relationship of calcium and vitamin D in the prevention of stress fracture injuries in the young athlete: a review of the literature. *PM R*. Οκτώβριος 2010;2(10):945–9.
- 34.Maughan RJ. Role of micronutrients in sport and physical activity. *Br Med Bull*. 1999;55(3):683–90.
- 35.Zhang Y, Xun P, Wang R, Mao L, He K. Can Magnesium Enhance Exercise Performance? *Nutrients*. 28 Αύγουστος 2017;9(9):946.
- 36.Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc [Διαδίκτυο]. Washington (DC): National Academies Press (US); 2001 [παρατίθεται 28 Ιούλιος 2023]. Διαθέσιμο στο: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/>
- 37.Williams TD, Toluoso DV, Fedewa MV, Esco MR. Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. *Sports Med*. 1 Οκτώβριος 2017;47(10):2083–100.
- 38.Moesgaard L, Beck MM, Christiansen L, Aagaard P, Lundbye-Jensen J. Effects of Periodization on Strength and Muscle Hypertrophy in Volume-Equated Resistance Training Programs: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*. 1 Ιούλιος 2022;52(7):1647–66.
- 39.Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Med Sci Sports Exerc*. Απρίλιος 2004;36(4):674.
- 40.Monteyne AJ, Coelho MOC, Murton AJ, Abdelrahman DR, Blackwell JR, Koscien CP, κ.ά. Vegan and Omnivorous High Protein Diets Support Comparable Daily Myofibrillar Protein Synthesis Rates and Skeletal Muscle Hypertrophy in Young Adults. *J Nutr*. 1 Ιούνιος 2023;153(6):1680–95.
- 41.Wakolbinger-Habel R, Reinweber M, König J, Pokan R, König D, Pietschmann P, κ.ά. Self-reported Resistance Training Is Associated With Better HR-pQCT–derived Bone Microarchitecture in Vegan People. *J Clin Endocrinol Metab*. 1 Οκτώβριος 2022;107(10):2900–11.

42. Hevia-Larraz V, Gualano B, Longobardi I, Gil S, Fernandes AL, Costa LAR, κ.ά. High-Protein Plant-Based Diet Versus a Protein-Matched Omnivorous Diet to Support Resistance Training Adaptations: A Comparison Between Habitual Vegans and Omnivores. *Sports Med.* 1 Ιούnius 2021;51(6):1317–30.
43. Campbell WW, Barton ML, Cyr-Campbell D, Davey SL, Beard JL, Parise G, κ.ά. Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovovegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr.* Δεκέμβριος 1999;70(6):1032–9.
44. Haub MD, Wells AM, Tarnopolsky MA, Campbell WW. Effect of protein source on resistive-training-induced changes in body composition and muscle size in older men. *Am J Clin Nutr.* Σεπτέμβριος 2002;76(3):511–7.
45. Durkalec-Michalski K, Domagalski A, Głowska N, Kamińska J, Szymczak D, Podgórski T. Effect of a Four-Week Vegan Diet on Performance, Training Efficiency and Blood Biochemical Indices in CrossFit-Trained Participants. *Nutrients.* Ιανουάριος 2022;14(4):894.
46. Wells AM, Haub MD, Fluckey J, Williams DK, Chernoff R, Campbell WW. Comparisons of vegetarian and beef-containing diets on hematological indexes and iron stores during a period of resistive training in older men - Journal of the American Dietetic Association [Διαδίκτυο]. [παρατίθεται 25 Απρίλιος 2023]. Διαθέσιμο στο: [https://www.jandonline.org/article/S0002-8223\(03\)00208-6/fulltext](https://www.jandonline.org/article/S0002-8223(03)00208-6/fulltext)
47. Boutros GH, Landry-Duval MA, Garzon M, Karelis AD. Is a vegan diet detrimental to endurance and muscle strength? *Eur J Clin Nutr.* Νοέμβριος 2020;74(11):1550–5.
48. Lynch HM, Wharton CM, Johnston CS. Cardiorespiratory Fitness and Peak Torque Differences between Vegetarian and Omnivore Endurance Athletes: A Cross-Sectional Study. *Nutrients.* 15 Νοέμβριος 2016;8(11):726.
49. Nebl J, Haufe S, Eigendorf J, Wasserfurth P, Tegtbur U, Hahn A. Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *J Int Soc Sports Nutr.* 20 Μάιος 2019;16:23.
50. Wang F, Zheng J, Yang B, Jiang J, Fu Y, Li D. Effects of Vegetarian Diets on Blood Lipids: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 27 Οκτώβριος 2015;4(10):e002408.

- 51.Koch CA, Kjeldsen EW, Frikke-Schmidt R. Vegetarian or vegan diets and blood lipids: a meta-analysis of randomized trials. *Eur Heart J.* 21 Ιούλιος 2023;44(28):2609–22.
- 52.Haider LM, Schwingshackl L, Hoffmann G, Ekmekcioglu C. The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 24 Μάιος 2018;58(8):1359–74.
- 53.Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans - PubMed [Διαδίκτυο]. [παρατίθεται 24 Ιανουάριος 2024]. Διαθέσιμο στο: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9252485/>
- 54.Burd NA, West DWD, Moore DR, Atherton PJ, Staples AW, Prior T, κ.ά. Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *J Nutr.* 1 Απρίλιος 2011;141(4):568–73.