

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

## ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ



### ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΜΣ «Η Διατροφή στην Υγεία και στη Νόσο»

#### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Χορτοφαγικές δίαιτες και κίνδυνος ανάπτυξης οστεοπορωτικού  
κατάγματος»

Μαρία Βαγενά

Διατροφολόγος-Διαιτολόγος

#### ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ – ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ:

1. **Μπαργιώτα Αλεξάνδρα**, Επίκουρος Καθηγήτρια Παθολογίας-Ενδοκρινολογίας
2. **Βλυχού Μαριάννα**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ακτινοδιαγνωστικής
3. **Καψαλάκη Ευτυχία**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ακτινοδιαγνωστικής

Λάρισα, 2017

«Vegetarian diets and risk of osteoporotic fracture development»

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Εισαγωγή.....	7

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ ΚΑΙ ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΑ

### ΜΕΡΟΣ Α΄:

1.1 Ορισμός οστεοπόρωσης και οστεοπορωτικών καταγμάτων.....	9
1.2 Ταξινόμηση οστεοπόρωσης.....	9
1.3 Επιδημιολογικά Δεδομένα.....	10
1.4 Αιτίες οστεοπόρωσης.....	11
1.5 Παράγοντες κινδύνου.....	11
1.6 Διάγνωση της νόσου.....	12
1.6.1 Μέτρηση οστικής πυκνότητας.....	13
1.6.2 Αλγόριθμος FRAX.....	14

### ΜΕΡΟΣ Β΄:

1.7 Ορισμός της χορτοφαγίας.....	15
1.8 Επιδημιολογικά στοιχεία.....	15
1.9 Σχέση χορτοφαγικών διαιτών και οστεοπόρωσης.....	15

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ.....22

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ.....24

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....36

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....47

### **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κ.Μπαργιώτα για την πολύτιμη βοήθεια, συμπαράσταση και καθοδήγησή της για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας καθώς και την οικογένειά μου για την υπομονή και την στήριξή τους σε αυτή μου την προσπάθεια.

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη ανασκόπηση ασχολείται με τις χορτοφαγικές δίαιτες και τον κίνδυνο που ενέχουν στο να εμφανιστεί κάποιο οστεοπορωτικό κάταγμα. Στόχος της ανασκόπησης ήταν να διακρίνει τις ομάδες των χορτοφάγων και ποιά από τις ομάδες των χορτοφάγων επηρεάζει περισσότερο την οστική πυκνότητα και την επίπτωση εμφάνισης οστεοπόρωσης. Αρχικά παρουσιάζονται κάποιες βασικές γνώσεις για την οστεοπόρωση, όπως ο ορισμός της, η ταξινόμησή της, τα επιδημιολογικά χαρακτηριστικά της νόσου, τα αίτια της, οι παράγοντες κινδύνου που συμβάλλουν στην εμφάνισή της και η διάγνωση, και για την χορτοφαγία παρουσιάζονται ο ορισμός της και οι κατηγορίες των χορτοφάγων, οι λόγοι που οδηγούν στην υιοθέτηση της χορτοφαγικής διατροφής και επιδημιολογικά χαρακτηριστικά της χορτοφαγίας και γίνονται κάποιες αναφορές σε παλαιότερες ανασκοπήσεις που αφορούν το θέμα της εργασίας. Έπειτα παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η ανασκόπηση και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μελετών που περιέχονται στην παρούσα ανασκόπηση και στο τέλος γίνεται μία συζήτηση, δηλαδή σχολιασμός και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ανασκόπησης, αναφέρονται τυχόν περιορισμοί της μελέτης, προτάσεις για ενδεχόμενες μελλοντικές εργασίες και έρευνες και καταλήγει σε συμπεράσματα που αφορούν την σχέση χορτοφαγίας και του κινδύνου εμφάνισης κατάγματος. Η ανασκόπηση έδειξε ότι υπάρχει μία συσχέτιση μεταξύ των χορτοφαγικών διαιτών και του κινδύνου εμφάνισης οστεοπορωτικού κατάγματος σε ενήλικο πληθυσμό, ωστόσο τα αποτελέσματα δεν είναι στατιστικά σημαντικά και χρειάζονται περισσότερες μελέτες για να διερευνήσουν πιο διεξοδικά το θέμα και να καταλήξουν σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

**Λέξεις κλειδιά:** οστεοπόρωση και χορτοφαγία, χορτοφαγικές δίαιτες, βίγκαν διατροφή, βίγκαν διατροφή και οστεοπόρωση, χορτοφαγία.

### **Abstract**

The present literature review focuses on vegetarian diets and the risk of osteoporotic fracture development. The purpose of the review was to describe the types of vegetarian diets, as well as which of those types has a greater affect on the bone density and the incidence of osteoporosis. Initially, basic knowledge on the osteoporosis is outlined, such as definition, ranking, epidemiologic characteristics of the disease, causes, risk factors contributing to its emergence and diagnosis. As far as vegetarianism is concerned, this review describes the definition of vegetarian diets, the types, the factors leading to adopting such diets, the epidemiological characteristics, while earlier reviews similar to this subject are described. Later, it is described how this literature review was conducted and illustrated are the results of the studies that were used. Lastly, it is discussed, more specifically the results of the literature review are explained and interpreted, the limitations of the study are mentioned along with proposals for further research, while the conclusion shows the relationship between vegetarianism and the risk of osteoporotic fracture development. The literature review indicated that there is a correlation between vegetarian diets and the risk of osteoporotic fracture development in adult population. However, those results are not statistically significant and hence more studies have to be conducted in order to investigate more analytically the aforementioned subject and ultimately have results that will be statistically significant.

**Key-words:** osteoporosis and vegetarianism, vegetarian diets, vegan diets, vegan diets and osteoporosis, vegetarianism

## Εισαγωγή

Η οστεοπόρωση αποτελεί το συχνότερο μεταβολικό νόσημα των οστών και εξελίσσεται σταδιακά με αποτέλεσμα την χαμηλή οστική μάζα και την αποδιοργάνωση της μικροαρχιτεκτονικής του οστίτη ιστού, κάνοντας τα οστά πιο εύθραυστα και αυξάνοντας τον κίνδυνο για κάταγμα [1]. Η εμφάνιση της νόσου είναι πολυπαραγοντική και ένας κύριος παράγοντας που επηρεάζει την οστική πυκνότητα, την επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας και την διατήρησή της στην μετέπειτα ζωή είναι η διατροφή [2]. Η διατροφή μπορεί να επηρεάσει τον οστικό μεταβολισμό και θετικά και αρνητικά. Για την καλή οστική υγεία είναι απαραίτητη η επάρκεια σε ορισμένα θρεπτικά συστατικά, όπως η πρωτεΐνη, το ασβέστιο, η βιταμίνη D, ο φώσφορος, το μαγνήσιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, η βιταμίνη C, η βιταμίνη B12, η βιταμίνη K και το κάλιο [3]. Επίσης, τα φυτοοιστρογόνα, οι ισοφλαβόνες και τα αντιοξειδωτικά που συναντώνται στα φρούτα, στα λαχανικά, στα προϊόντα σόγιας και σε άλλα τρόφιμα επιδρούν στην οστική υγεία. Αντίθετα, η μεγάλη πρόσληψη αλατιού, καφεΐνης και οινόπνευματος έχει φανεί ότι συμβάλλουν στην εμφάνιση της οστεοπόρωσης [4].

Λόγω του ότι οι χορτοφάγοι καταναλώνουν μικρότερες ποσότητες πρωτεΐνης, ασβεστίου, βιταμίνης D, βιταμίνης B12, και ω-3 λιπαρών οξέων έχει υποθεθεί ότι έχουν και μεγαλύτερο κίνδυνο να εμφανίσουν κάποιο οστεοπορωτικό κάταγμα [5]. Υπάρχουν όμως και άλλοι παράγοντες όπως, ο πιο υγιεινός τρόπος ζωής. Δηλαδή οι χορτοφάγοι συνήθως δεν είναι καπνιστές, δεν κάνουν καταχρήσεις, δεν πίνουν αλκοόλ, δεν καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες καφεΐνης και έχουν περισσότερη φυσική δραστηριότητα στην καθημερινότητά τους [6]. Υπάρχει ένα μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον λοιπόν γύρω από τις διατροφικές συνήθειες και τον τρόπο ζωής των χορτοφάγων και πώς αυτοί μπορούν να επηρεάσουν την σκελετική υγεία. Οι χορτοφάγοι για παράδειγμα δεν καταναλώνουν τα ίδια τρόφιμα. Υπάρχουν υποομάδες χορτοφάγων, κάποιοι που μπορεί να καταναλώνουν αυγά, γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα, κάποιοι που μπορεί να μην καταναλώνουν αυγά και κάποιοι πιο αυστηροί χορτοφάγοι που δεν καταναλώνουν κανένα ζωϊκό προϊόν, συμπεριλαμβανομένου και του μελιού [7]. Έχει σημασία να μελετηθούν ποιές ομάδες των χορτοφάγων καλύπτουν τις ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την υγεία των οστών και ποιες κινδυνεύουν περισσότερο λόγω ανεπάρκειας αυτών. Επίσης, οι χορτοφάγοι καταναλώνουν τρόφιμα όπως η σόγια, το τοφού, το τέμπε και άλλα τρόφιμα που δεν καταναλώνουν οι μη-χορτοφάγοι και έχει ενδιαφέρον να παρουσιαστεί εάν αυτά τα τρόφιμα επιδρούν στην σκελετική υγεία. Υπάρχουν πολλοί συμπαράγοντες όπως έχει ήδη αναφερθεί που μπορούν να επηρεάσουν την οστική υγεία, επομένως είναι δύσκολο να απομονωθεί μόνο η διατροφική πρόσληψη και να προσδιοριστεί κατά πόσο επηρεάζει την οστική πυκνότητα, όπως για παράδειγμα η εμμηνόπαυση στις γυναίκες συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας που λόγω έλλειψης οιστρογόνων έχουν γρηγορότερη απώλεια οστού από τους άνδρες και σε μικρότερη ηλικία [4].

Έχουν γίνει κάποιες ανασκοπήσεις που αφορούν στην επίδραση της χορτοφαγία στην οστική υγεία με τις πιο πρόσφατες μελέτες να προσεγγίζουν αυτή την επίδραση σύμφωνα με την περιεκτικότητα των

τροφίμων σε όξινο και αλκαλικό φορτίο, με τις χορτοφαγικές δίαιτες να παράγουν χαμηλό φορτίο οξέος, ευνοώντας έτσι την οστική πυκνότητα. Είναι σημαντικό επομένως, να διερευνηθεί η επίδραση των δύο για την προάσπιση της υγείας αυτής της ομάδας του πληθυσμού.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ ΚΑΙ ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΑ

### ΜΕΡΟΣ Α΄:

#### **1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ**

«Ως οστεοπόρωση ορίζεται μία συστηματική σκελετική νόσος, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και διαταραχή της μικροαρχιτεκτονικής του οστίτη ιστού, με αποτέλεσμα τη μειωμένη μηχανική αντοχή των οστών και τον αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων» [1]. Η οστεοπόρωση αποτελεί το συχνότερο νόσημα των οστών, με πολλούς παράγοντες να συμβάλλουν στην εμφάνισή της, με αποτέλεσμα τα οστά να γίνονται περισσότερο εύθραυστα και να εμφανίζεται το πρώτο κάταγμα [2]. Θεωρείται «σιωπηλή νόσος» διότι η απώλεια της οστικής πυκνότητας συμβαίνει αρκετά χρόνια πριν και εξελίσσεται αθόρυβα χωρίς να εμφανίζει κάποιο σύμπτωμα μέχρι να συμβεί το πρώτο κάταγμα [8].

Ως οστεοπορωτικό κάταγμα (ή «κάταγμα ευθραυστότητας») ορίζεται το κάταγμα το οποίο προκύπτει έπειτα από άσκηση δύναμης, η οποία σε συνθήκες φυσιολογικής αντοχής του οστού δε θα ήταν ικανή να το προκαλέσει. Ακόμη, υπάρχουν και τα «μειζονα οστεοπορωτικά κατάγματα», που ως τέτοια χαρακτηρίζονται τα κατάγματα της σπονδυλικής στήλης, τα κατάγματα του ισχίου, του αντιβραχίου και του βραχιονίου οστού [9].

Για την διάγνωση της οστεοπόρωσης χρησιμοποιείται το T-score. Με βάση τις οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization-WHO), γίνεται αξιολόγηση της μέσης οστικής πυκνότητας έπειτα από σύγκρισή της με τη μέση οστική πυκνότητα υγιών ατόμων ηλικίας 30 ετών του ίδιου φύλου (T-Score) και παρόμοιων χαρακτηριστικών, όπως το ύψος και το βάρος. Η οστεοπόρωση διαγιγνώσκεται όταν η οστική πυκνότητα του εξεταζόμενου απέχει κατά 2.5 ή περισσότερες σταθερές αποκλίσεις (Standard Deviation-SD) κάτω από τη μέση τιμή αυτής του αντίστοιχου νεαρού υγιούς πληθυσμού (T-Score <-2.5 SD). Όταν υπάρχει απόκλιση κατά 1.0 έως 2.5 SD τότε ο ασθενής έχει χαμηλή οστική μάζα και η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται ως «οστεοπενία», ενώ για να χαρακτηριστεί η οστεοπόρωση ως εγκατεστημένη πρέπει να συνυπάρχει με ένα ή περισσότερα κατάγματα ευθραυστότητας [10].

#### **1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ**

Η οστεοπόρωση διακρίνεται στην πρωτοπαθή και δευτεροπαθή [8].

Η πρωτοπαθής οστεοπόρωση εμφανίζεται λόγω της έλλειψης των οιστρογόνων όπου συμβαίνει στις γυναίκες στα πρώτα 15 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση και γι' αυτό χαρακτηρίζεται και ως μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση. Η πρωτοπαθής οστεοπόρωση μπορεί επίσης να εμφανιστεί σε άτομα της τρίτης ηλικίας μετά το 70ό έτος (γεροντική οστεοπόρωση) και των δύο φύλων αν και οι γυναίκες υπερέχουν σε σχέση με τους άνδρες. Σε αντίθεση με την μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση,

στην γεροντική, το οστό παρόλο που καταστρέφεται με αργό ρυθμό, δεν αποκαθίσταται με γρήγορο ρυθμό με αποτέλεσμα η απώλεια αυτή να μην μπορεί να αποκατασταθεί [4,8].

Η δευτεροπαθής οστεοπόρωση είναι αποτέλεσμα διάφορων νοσημάτων όπως ο υπογοναδισμός, οι διάφορες ενδοκρινολογικές παθήσεις, οι διάφορες διατροφικές διαταραχές ή παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος καθώς και χειρουργικές επεμβάσεις για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, νοσήματα όπως ο Σακχαρώδης διαβήτης, οι καρδιοπάθειες, οι παθήσεις στο ήπαρ και στους νεφρούς, οι διάφορες αιματολογικές και ρευματολογικές παθήσεις, η ιδιοπαθής ασβεστιουρία και η λήψη διαφόρων φαρμάκων όπως κορτιζόνη, αντιπηκτικά, αντιεπιληπτικά, θυροξίνη, ορισμένα αντιόξινα, κ.ά [8].

### 1.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η οστεοπόρωση είναι μία νόσος που προσβάλλει τόσο τους άνδρες όσο και τις γυναίκες όλων των φυλών και συναντάται κυρίως σε μεγαλύτερες ηλικίες. Το Εθνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης εκτιμά με βάση τα δεδομένα του National Health and Nutrition Examination SurveyIII (NHANESIII) ότι περισσότεροι από 9.9 εκατομμύρια πάσχουν από τη νόσο της οστεοπόρωσης και επιπλέον 43.1 εκατομμύρια έχουν χαμηλή οστική πυκνότητα [11]. Εκτιμάται ότι 1 στις 2 Καυκάσιες γυναίκες και 1 στους 5 άνδρες θα υποστούν ένα οστεοπορωτικό κάταγμα κάποια στιγμή στη ζωή τους [12]. Παρόλο που η νόσος εμφανίζεται λιγότερο συχνά στους Αφροαμερικάνους, τα άτομα με οστεοπόρωση έχουν τον ίδιο αυξημένο κίνδυνο κατάγματος με τους Καυκάσιους.

Τα πιο συνηθισμένα κατάγματα είναι αυτά της σπονδυλικής στήλης, του ισχίου και του καρπού [13].

Τα κατάγματα του ισχίου σχετίζονται με θνησιμότητα σε ποσοστό 8-36% μέσα σε ένα χρόνο, με μεγαλύτερη θνησιμότητα στους άνδρες παρά στις γυναίκες [14]. Επίσης, αυτά τα κατάγματα αυξάνουν κατά 2.5 φορές τον κίνδυνο εμφάνισης μελλοντικών καταγμάτων [15]. Στην Ελλάδα από το έτος 1977 έως το έτος 2007 η επίπτωση αυτών των καταγμάτων αυξήθηκε περίπου κατά 100% [16].

Τα σπονδυλικά κατάγματα μπορεί να είναι εμφανή κλινικά αλλά μπορεί και να είναι σιωπηλά. Ότι από τα δύο να συμβαίνει, αυτά αποτελούν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες για μελλοντικό κίνδυνο κατάγματος έως και 5 φορές για επακόλουθο σπονδυλικό κάταγμα και 2 έως 3 φορές για κατάγματα σε άλλες θέσεις. Επίσης, πνευρικά κατάγματα και κατάγματα του βραχιονίου οστού είναι συνηθισμένα και αυξάνουν την νοσηρότητα και θνησιμότητα [17].

Όσον αφορά τις οικονομικές επιπτώσεις των καταγμάτων έχει φανεί ότι ετησίως 2 εκατομμύρια κατάγματα οδηγούν σε πάνω από 432.000 εισαγωγές στο νοσοκομείο και περίπου 180.000 εισαγωγές σε γηροκομεία στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ). Η ιατροφαρμακευτική κάλυψη καλύπτει το κόστος περίπου 80% αυτών των καταγμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα κατάγματα του ισχίου αντιπροσωπεύουν το 72% του κόστους αυτών των καταγμάτων. Εξαιτίας της αύξησης του

προσδόκιμου ζωής, το κόστος της περίθαλψης αναμένεται να αυξηθεί στα 25.3 δισεκατομμύρια \$ μέχρι το έτος 2025 [18].

#### 1.4 ΑΙΤΙΕΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Δύο είναι τα κύρια αίτια για την εμφάνιση της νόσου.

1. Το χαμηλό επίπεδο απόκτησης της κορυφαίας οστικής μάζας στην ηλικία των 25 περίπου ετών
2. Η αυξημένη οστική απώλεια που μπορεί να συμβεί μετά την ηλικία των 45-50 ετών.

Για την καλή υγεία των οστών σημαντικό ρόλο κατέχει η διαδικασία της οστικής ανακατασκευής, δηλαδή η λειτουργία της οστικής απορρόφησης και η λειτουργία της οστικής παραγωγής, όπου η πρώτη προηγείται της δεύτερης. Η οστική απορρόφηση γίνεται από τα κύτταρα που καλούνται οστεοκλάστες, ενώ η οστική παραγωγή από τα κύτταρα που καλούνται οστεοβλάστες [19]. Απώλεια οστού θα εμφανιστεί όταν αυτή η ισορροπία διαταραχθεί, οδηγώντας σε μεγαλύτερη αφαίρεση οστού παρά σε αντικατάστασή του. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται στην περίοδο της εμμηνόπαυσης και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

Για να αποτραπεί η απώλεια οστού σε μεγαλύτερη ηλικία ή και για να επιβραδυνθεί ο ρυθμός απώλειας του οστού πρέπει να επιτευχθεί το μέγιστο επίπεδο της κορυφαίας οστικής μάζας περίπου στην ηλικία των 18-25 ετών, όπου η οστική παραγωγή είναι μεγαλύτερη από την οστική απορρόφηση [17]. Μέχρι την ηλικία των 45 περίπου ετών η οστική απορρόφηση είναι ίση με την οστική παραγωγή και στα δύο φύλα με αποτέλεσμα να μην χάνεται οστική μάζα. [19]Όμως μετά από αυτή την ηλικία και κυρίως στις γυναίκες λόγω της εμμηνόπαυσης η οστική απορρόφηση γίνεται μεγαλύτερη από την οστική παραγωγή με αποτέλεσμα την οστική απώλεια, την διαταραχή της αρχιτεκτονικής του οστού και την αύξηση του κινδύνου για εμφάνιση οστεοπορωτικού κατάγματος [17].

#### 1.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η οστεοπόρωση είναι μία ασυμπτωματική συστηματική νόσος με χαρακτηριστικό γνώρισμά της την χαμηλή οστική μάζα και αποδιοργάνωση της μικροαρχιτεκτονικής του οστίτη ιστού, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για κάταγμα. Την θεραπεία αυτής της νόσου αποτελεί η πρόληψη, επομένως πρέπει να υπάρχει καλή γνώση των παραγόντων κινδύνου που οδηγούν στην ανάπτυξη της νόσου και πλήρης κλινικοοεργαστηριακός διαφοροδιαγνωστικός έλεγχος για την καλύτερη και πιο γρήγορη αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης. Όπως έχει αναφερθεί η νόσος είναι πολυπαραγοντική. Οι παράγοντες που σχετίζονται με τον κίνδυνο απώλειας οστού είναι ανθρωπομετρικοί, κληρονομικοί, παθογενετικοί, φαρμακευτικοί, διατροφικοί και τρόπου ζωής [20]. Κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες μπορούν να τροποποιηθούν, ενώ άλλοι δεν μπορούν να τροποποιηθούν γεγονός που έχει ιδιαίτερη σημασία στην πρωτογενή και δευτερογενή πρόληψη της οστεοπόρωσης [19].

Στους μη τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου ανήκουν: ηλικία, φύλο, φυλή, προηγούμενο κάταγμα χαμηλής βίας, οικογενειακό ιστορικό χαμηλής βίας, παθήσεις (αρθρίτιδες, οστεοαρθρίτιδα, διάφορες ενδοκρινολογικές παθήσεις, κοιλιοκάκη, νόσος του Crohn, χρόνιες ηπατοπάθειες, χρόνια νεφρική νόσος, αιμοχρωμάτωση και θαλασσαιμία, ορμονική ανεπάρκεια και άλλες παθολογικές καταστάσεις). Στους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου ανήκουν: πτώσεις, κάπνισμα, σωματικό βάρος-Δείκτης Μάζας Σώματος ( $\Delta\text{M}\Sigma < 20\text{kg}/\text{m}^2$ ), πρόωρη εμμηνόπαυση (πριν το 40ό έτος της ζωής), λήψη φαρμακευτικών σκευασμάτων (αντιεπιληπτικά, κορτικοειδή, αντιόξινα, θυρεοειδικά σκευάσματα, αντιπηκτικά), σωματική αδράνεια, διατροφή (υπερβολική πρόσληψη οιοπνεύματος, καφεΐνης, η διατροφή φτωχή σε ασβέστιο και βιταμίνη D, η υπερβολική πρόσληψη πρωτεΐνης, η αυξημένη πρόσληψη αλατιού κ.ά) [19, 21].

## 1.6 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ

Η διάγνωση της νόσου είναι δύσκολη, κυρίως στα αρχικά στάδια καθώς όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω αποτελεί «σιωπηλή» νόσο και δεν εμφανίζει συμπτώματα [8]. Το Εθνικό ίδρυμα Οστεοπόρωσης (NOF) συνιστά μία ολοκληρωμένη προσέγγιση για την διάγνωση και διαχείριση της νόσου. Πρέπει λοιπόν να ληφθεί λεπτομερές ιστορικό του ασθενούς, να γίνει φυσική εξέταση μαζί με διαγνωστικές εξετάσεις για την εκτίμηση της BMD και όπου κρίνεται απαραίτητο υπολογισμό της δεκαετούς πιθανότητας για εμφάνιση οστεοπορωτικού κατάγματος μέσω του αλγορίθμου FRAX(FractureRiskAssessmentTool). Επίσης, όπου είναι απαραίτητο πρέπει να γίνεται μέτρηση συγκεκριμένων βιοχημικών δεικτών. Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση της οστεοπόρωσης γιατί όσοι περισσότεροι παράγοντες κινδύνου συναντούνται σε ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο κίνδυνος για κάταγμα [17]. Σύμφωνα λοιπόν με τις οδηγίες που διατυπώθηκαν από το διαγνωστικό πρωτόκολλο του Εθνικού Οργανισμού Φαρμάκων (ΕΟΦ) το 2011, οι ασθενείς πρέπει να μετρούν την οστική πυκνότητα(BoneMineralDensity-BMD) ανάλογα με την ηλικία τους εάν υφίσταται τουλάχιστον ένας από τους παράγοντες κινδύνου (Πίνακας 1.1)[22].

Ο συνιστώμενος εργαστηριακός έλεγχος πριν την έναρξη θεραπείας σε οστεοπορωτικό ασθενή είναι:

- Ασβέστιο ορού (διορθωμένο προς την αλβουμίνη ορού)
- Φωσφόρος ορού
- Γενική αίματος
- Ταχύτητα Καθίζησης Ερυθρών (ΤΚΕ)
- Κρεατινίνη ορού
- Αλκαλική φωσφατάση ορού (ALP)
- Θυρεοειδοτρόπος ορμόνη (TSH)
- 25 (OH) βιταμίνη D ορού

Σε ειδικές περιπτώσεις όταν η διαφοροδιάγνωση είναι πολύπλοκη μπορεί να απαιτηθούν επιπλέον εξετάσεις στα πλαίσια της αναζήτησης δευτεροπαθών αιτιών οστεοπόρωσης: ασβέστιο ούρων 24ώρου, παραθορμόνη (PTH), τεστοστερόνη ορού (άνδρες), ανοσοηλεκτροφόρηση ορού-ούρων, κορτιζόλη ούρων 24-ώρου, τρυπτάση ορού, Anti-tissueTransglutaminase (tTG) αντισώματα και οποιαδήποτε άλλη εξέταση κρίνεται απαραίτητη.

**Πίνακας 1.1.** Ενδείξεις για DXA (Μέτρηση οστικής πυκνότητας).

<b>ΗΛΙΚΙΑ &lt;50 ΕΤΩΝ</b>
Ιστορικό καταγμάτων χαμηλής βίας
Υπογοναδισμός
Πρώιμη εμμηνόπαυση (<45 ετών)
Σύνδρομο δυσαπορρόφησης
Πρωτοπαθής υπερπαραθυρεοειδισμός
Φαρμακευτική αγωγή που σχετίζεται με την οστική απώλεια και κίνδυνο κατάγματος, π.χ. στεροειδή, αναστολείς αρωματάσης, κλπ.
Παθολογικά νοσήματα που σχετίζονται με την οστική απώλεια και κίνδυνο κατάγματος, π.χ. ρευματοειδής αρθρίτιδα, σύνδρομο Cushing, σακχαρώδης διαβήτης 1, σοβαρή ΧΑΠ κ.ά.
<b>ΗΛΙΚΙΑ 50-64 ΕΤΩΝ</b>
Κάταγμα χαμηλής βίας μετά την ηλικία των 40 ετών
Κάταγμα ισχίου γονέα
Σπονδυλικό κάταγμα ή/και οστεοπενική απεικόνιση οστών σε ακτινογραφία
Χαμηλό βάρος (<60 κιλά) ή/και απώλεια βάρους >10% από το βάρος σε ηλικία 25 ετών
Κατανάλωση αλκοόλ (≥25-30γρ ημερησίως) ή/και κάπνισμα
Άλλοι παράγοντες και νόσοι (όπως στην ηλικιακή ομάδα <50 ετών)
<b>ΗΛΙΚΙΑ 65 ΕΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΩ</b>
Όλοι οι άνδρες και οι γυναίκες

### 1.6.1 Μέτρηση οστικής πυκνότητας

Η μέθοδος της απορροφησιομετρίας διπλοενεργειακής δέσμης ακτίνων X (Dual X-ray Absorptiometry-DXA) θεωρείται η κύρια μέθοδος για την διάγνωση της οστεοπόρωσης, για την πρόβλεψη μελλοντικού κινδύνου για κάταγμα και για την παρακολούθηση των ασθενών. Με την μέθοδο αυτή εκτιμάται η περιεκτικότητα του οστού σε μεταλλικά στοιχεία και έτσι έμμεσα υπολογίζεται η οστική πυκνότητα. Το αποτέλεσμα της μέτρησης ονομάζεται μέση τιμή της οστικής

πυκνότητας (BMD) και εκφράζεται σε  $\text{g/cm}^2$  (ποσότητα οστικής ανόργανης ουσίας ανά μονάδα προβαλλόμενης επιφάνειας-σκιάς οστού).

Σύμφωνα με τον WHO η οστική πυκνότητα εκτιμάται με το T-score, δηλαδή την διαφορά μεταξύ της οστικής πυκνότητας του ασθενή και της μέσης οστικής πυκνότητας του πληθυσμού αναφοράς διαιρούμενη με την τυπική απόκλιση (SD).

Η BMD ενός ατόμου παρουσιάζεται ως η τυπική απόκλιση πάνω ή κάτω από την μέση BMD του νεαρού πληθυσμού αναφοράς ίδιου φύλου μέσω του T-score. Έπειτα με βάση την κατηγοριοποίηση του WHO ο ασθενής κατατάσσεται σε έχοντας φυσιολογική BMD (T-score > -1SD), σε έχοντας οστεοπενία (T-score -1 έως -2.5SD), σε οστεοπορωτικό (T-score < -2.5SD) ή σε βαριά οστεοπορωτικό ασθενή (T-score < -2.5SD συν ένα ή περισσότερα κατάγματα ευθραυστότητας).

Η DXA μετράει κεντρικά (οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και το ισχίο) και περιφερικά τμήματα του σκελετού (αντιβράχιο, φτέρνα, δάκτυλα) και οι μετρήσεις πρέπει να εκτελούνται από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό και να γίνεται σωστή συντήρηση του οργάνου μέτρησης.

Σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και σε άνδρες άνω των 50 ετών, τα κριτήρια διάγνωσης του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) με T-score εφαρμόζονται στην μέτρηση της οστικής πυκνότητας μέσω της DXA στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (ΟΜΣΣ) και στον αυχένα του μηριαίου οστού.

Σε προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, σε άνδρες κάτω των 50 ετών και σε παιδιά εφαρμόζεται η διάγνωση της οστεοπόρωσης με βάση το Z-score, σύμφωνα με τις συστάσεις της Διεθνούς Εταιρείας Κλινικής Πυκνότητας (International Society of Clinical Density-ISCN), με Z-score -2 ή λιγότερο να ορίζεται ως «χαμηλή οστική πυκνότητα για συγκεκριμένη ηλικία» ή «κάτω από το αναμενόμενο για την ηλικία εύρος» και Z-score πάνω από -2 να ορίζονται ως «εντός του αναμενόμενου για την ηλικία εύρος» [17].

### 1.6.2 Αλγόριθμος FRAX

Ο αλγόριθμος αυτός αναπτύχθηκε για τον εντοπισμό ασθενών με υψηλό κίνδυνο κατάγματος, μέσα από στοιχεία του ιστορικού του ασθενούς (παράγοντες κινδύνου) ακόμα και μη σχετικά με την οστική τους πυκνότητα. Ο αλγόριθμος FRAX δίνει το ποσοστό κινδύνου για κάταγμα του ισχίου ή αθροιστικά των καταγμάτων του άνω πέρατος του βραχιονίου, του κάτω πέρατος του βραχιονίου, του σπονδύλου ή του ισχίου για χρονικό διάστημα 10 ετών. Ο αλγόριθμος αυτός είναι διαφορετικός από χώρα σε χώρα έχοντας μέχρι στιγμής στο σύνολό του 47 χώρες, ανάμεσά τους και η Ελλάδα από τον Απρίλιο του 2012 [21].

## **ΜΕΡΟΣ Β΄:**

### **1.7 ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΑΣ**

Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Διαιτητική Εταιρεία, ως χορτοφαγία ορίζεται η διαίτα που δεν περιλαμβάνει κρέας, πουλερικά, θαλασσινά ή προϊόντα που να τα περιέχουν. Οι χορτοφάγοι διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες: υπάρχουν οι γαλακτο-αυγο-χορτοφάγοι, οι οποίοι καταναλώνουν φρούτα, λαχανικά, όσπρια, σπόρους, ξηρούς καρπούς, δημητριακά, γαλακτοκομικά και αυγά. Οι γαλακτοχορτοφάγοι από την άλλη μεριά καταναλώνουν ότι και οι γαλακτο-αυγο-χορτοφάγοι με εξαίρεση την κατανάλωση αυγού. Επίσης οι αυγο-χορτοφάγοι, οι οποίοι καταναλώνουν αυγά και προϊόντα που τα περιέχουν αλλά όχι γαλακτοκομικά προϊόντα. Οι αυστηροί χορτοφάγοι (vegan) δεν καταναλώνουν αυγά, γαλακτοκομικά και άλλα παράγωγα κρέατος (συμπεριλαμβανομένου ακόμη και του μελιού). Αυτές οι κατηγορίες των χορτοφάγων είναι που έχουν μελετηθεί πιο πολύ [23].

### **1.8 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Σήμερα, η χορτοφαγική διατροφή αυξάνει σε αριθμό διεθνώς από ανθρώπους που την ακολουθούν και γίνεται όλο και περισσότερο αποδεκτή, με κύριους λόγους για αυτή την τάση να είναι οι ανησυχίες για την υγεία και για εθνικά, οικολογικά και κοινωνικά ζητήματα. Οι χορτοφάγοι αποτελούν μία μικρή μειοψηφία σε όλες τις χώρες εκτός από την Ινδία, όπου περίπου το 1/3 του πληθυσμού είναι χορτοφάγοι. Τα στοιχεία δείχνουν ότι περίπου το 10% των χορτοφάγων είναι vegans. Ο αριθμός των vegans αυξάνεται πιο γρήγορα απ' ό,τι των χορτοφάγων και επίσης φαίνεται ότι αυξάνεται και ο πληθυσμός των Δυτικών χωρών που μειώνουν την κατανάλωση κρέατος [24]. Σύμφωνα με μία πανεθνική δημοσκόπηση που έγινε το 2016 στην Αμερική, έδειξε ότι περίπου το 3.3% των ενήλικων Αμερικανών είναι χορτοφάγοι ή αυστηροί χορτοφάγοι, και περίπου το 46% των χορτοφάγων είναι αυστηροί χορτοφάγοι (vegans). Το 6% των νεαρών ενήλικων Αμερικανών 18-34 ετών είναι χορτοφάγοι ή vegan και μόνο το 2% άνω των 65 ετών είναι χορτοφάγοι [25].

### **1.9 ΣΧΕΣΗ ΧΟΡΤΟΦΑΓΙΚΩΝ ΔΙΑΙΤΩΝ ΚΑΙ ΟΣΤΕΟΠΩΡΩΣΗΣ**

Η επίπτωση της κατανάλωσης χορτοφαγικής διατροφής στην εμφάνιση οστεοπόρωσης και κατ' επέκταση στην εμφάνιση κατάγματος έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών. Υπάρχουν ανασκοπήσεις που ασχολήθηκαν με την επάρκεια της χορτοφαγίας σε ασβέστιο, βιταμίνη D, πρωτεΐνη, βιταμίνη B12, ψευδάργυρο και ω-3 λιπαρά οξέα και την επίδρασή της στην οστική πυκνότητα [26-28].

**Ασβέστιο:** Το ασβέστιο αποτελεί το βασικό θρεπτικό συστατικό που σχετίζεται με την υγεία των οστών, καθώς το μεγαλύτερο του ποσοστό (99%) βρίσκεται στα οστά και στα δόντια ως βασικό

δομικό στοιχείο[29]. Χρειάζεται μακροχρόνια επαρκής διατροφική πρόσληψη ασβεστίου για να αποκτηθεί η κορυφαία οστική μάζα και να διατηρηθεί η οστική υγεία. Οι συστάσεις του Εθνικού Ιδρύματος για την Οστεοπόρωση (National Osteoporosis Foundation-NOF) είναι για τους άνδρες ηλικίας 50-70 ετών 1000mg/ημέρα ασβεστίου και για τις γυναίκες άνω των 51 ετών και τους άνδρες άνω των 71 ετών 1200mg/ημέρα[30]. Η βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου από τις φυτικές πηγές είναι ένα σημαντικό θέμα και εξαρτάται από το περιεχόμενο των τροφίμων σε οξαλικό οξύ, σε φυτικό οξύ και σε φυτικές ίνες. Έτσι, κάποια λαχανικά που είναι υψηλά σε ασβέστιο όπως το σπανάκι, τα τεύτλα και το σέσκουλο, απορροφούν το ασβέστιο σε ποσοστό 5% λόγω της περιεκτικότητάς τους σε οξαλικό οξύ και γι' αυτό το λόγο δεν μπορούν να θεωρηθούν καλές πηγές ασβεστίου. Αντίθετα, η απορρόφηση του ασβεστίου από λαχανικά που είναι χαμηλά σε περιεκτικότητα οξαλικού οξέος, όπως το κατσαρό λάχανο, τα γογγύλια, το κινέζικο λάχανο και το bok choy είναι περίπου 50%[31]. Το ασβέστιο που περιέχεται στο τόφου και στα περισσότερα εμπλουτισμένα φυτικά γάλατα απορροφάται περίπου το ίδιο με το αγελαδινό γάλα σε ποσοστό περίπου 30%[32,33]. Τα λευκά φασόλια, τα αμύγδαλα, το ταχίνι, τα σύκα και τα πορτοκάλια αποτελούν φυτικές πηγές ασβεστίου και παρέχουν μέτριες ποσότητες του με βιοδιαθεσιμότητα περίπου 20% [34]. Τροφές πλούσιες σε φυτικό οξύ αποτελούν το πίτουρο σιταριού, τα όσπρια, οι σπόροι, οι ξηροί καρποί και η σόγια[35].

**Βιταμίνη D:** Η βιταμίνη D με την σειρά της, κατέχει σημαντική θέση στην υγεία των οστών καθώς προάγει την απορρόφηση του ασβεστίου και την φυσιολογική εναπόθεση αλάτων στα οστά[35]. Το Εθνικό Ίδρυμα για την Οστεοπόρωση συνιστά την πρόσληψη 800-1000 IU/ημέρα βιταμίνης D για τους ενήλικες άνω των 50 ετών, ενώ το Ινστιτούτο Ιατρικής συστήνει την πρόσληψη 600IU/ημέρα για άτομα ηλικίας έως 70 ετών και 800IU/ημέρα για ενήλικες άνω των 71 ετών [30]. Τα επίπεδα της βιταμίνης D εξαρτώνται από την έκθεση του ανθρώπου στην ηλιακή ακτινοβολία και λιγότερο από την πρόσληψή της από εμπλουτισμένα τρόφιμα όπως το αγελαδινό γάλα, κάποια φυτικά γάλατα, οι χυμοί φρούτων, τα δημητριακά πρωϊνού και οι μαργαρίνες και συμπληρώματα. Επίσης το αυγό και τα μανιτάρια που εκτίθενται στη ηλιακή ακτινοβολία είναι πολύ καλές πηγές της βιταμίνης [26,36,37].

Η βιταμίνη D συναντάται σε δύο μορφές, την D2 (εργοκαλσιφερόλη) που είναι πηγή βιταμίνης D για τους vegans και την D3 (χοληκαλσιφερόλη) που προέρχεται από τη λανολίνη, από το μαλλί του προβάτου και γενικά αποφεύγεται από τους vegans [26]. Ωστόσο, μία vegan μορφή της D3 έχει απομονωθεί από λειχήνες [38]. Και οι δύο μορφές της χρησιμοποιούνται στα συμπληρώματα διατροφής, με την D3 να υπερέχει της D2 όταν παρέχεται σε υψηλές δόσεις. Όταν όμως παρέχεται σε χαμηλές δόσεις, η D2 και η D3 είναι ισοδύναμες [26]. Σε μία μελέτη που έγινε σε Φιλανδούς φάνηκε ότι προσλάμβαναν λιγότερη βιταμίνη D όσοι κατανάλωναν vegan διατροφή και γαλακτοχορτοφαγική διατροφή από όσους κατανάλωναν μη-χορτοφαγική διατροφή με αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά η οστική πυκνότητα [39].



Όταν λοιπόν δεν υπάρχει επαρκής έκθεση στον ήλιο και η πρόσληψη εμπλουτισμένων τροφίμων είναι ανεπαρκής, τότε πρέπει να λαμβάνονται συμπληρώματα βιταμίνηςD [26,36,40].

**Βιταμίνη B12:** Η βιταμίνη B12 βρίσκεται στα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση (όπως το τέμπε), η σπιρουλίνα, τα φύκια και η μη εμπλουτισμένη μαγιά δεν επαρκούν σε ποσότητα βιταμίνης B12. Επειδή οι χορτοφάγοι και οι vegans δεν καταναλώνουν κρέας και προϊόντα κρέατος με εξαίρεση όσους καταναλώνουν γαλακτοκομικά προϊόντα και αυγά, πρέπει να καταναλώνουν εμπλουτισμένα τρόφιμα και να λαμβάνουν συμπληρώματα αυτής της βιταμίνης και κυρίως οι vegans. Ακόμα και οι χορτοφάγοι που καταναλώνουν 1 κούπα γάλα και 1 αυγό την ημέρα καλύπτουν περίπου τα 2/3 της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης σε βιταμίνη B12[41]. Ανεπάρκεια στην B12 έχει συνδεθεί με χαμηλή BMD, αυξημένο κίνδυνο κατάγματος και οστεοπόρωση [42,43]. Η υποκλινική ανεπάρκεια της βιταμίνης B12 μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα ομοκυστεΐνης [41]. Φάνηκε από μία μετα-ανάλυση τεσσάρων προοπτικών μελετών ένας κατά 4% χαμηλότερος κίνδυνος κατάγματος για κάθε 50 pmol/L αύξηση στη συγκέντρωση της βιταμίνης B12 [44]. Σε μία άλλη μελέτη, σε ενήλικες της τρίτης ηλικίας φάνηκε ότι οι συγκεντρώσεις πλάσματος της βιταμίνης B12 <200 pg/mL σε σύγκριση με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σχετίστηκαν σημαντικά με χαμηλότερη οστική πυκνότητα [45].

**Ψευδάργυρος:** Μελέτες έχουν δείξει ότι οι ενήλικοι χορτοφάγοι σε σχέση με τους ενήλικες μη-χορτοφάγους προσλαμβάνουν μέσω της διατροφής ποσότητες ψευδαργύρου παρόμοιες ή λίγο χαμηλότερες και οι συγκεντρώσεις ψευδαργύρου στον ορό είναι χαμηλότερες, αλλά εντός των φυσιολογικών ορίων [46,47]. Παρόλο που ο ψευδάργυρος συναντάται σε τροφές που καταναλώνονται αρκετά από τους χορτοφάγους όπως τα προϊόντα σόγιας, τα όσπρια, τα δημητριακά ολικής αλέσεως, το τυρί, οι σπόροι και οι ξηροί καρποί, λόγω του φυτικού οξέος που περιέχουν κάνουν τον ψευδάργυρο λιγότερο βιοδιαθέσιμο [48,49]. Μερικές τεχνικές παρασκευής τροφίμων μπορούν να μειώσουν τη δέσμευση του ψευδαργύρου από το φυτικό οξύ και να αυξήσουν την βιοδιαθεσιμότητά του. Τέτοιες τεχνικές είναι το μούλιασμα και η βλάστηση των φασολιών, των δημητριακών, των ξηρών καρπών και των σπόρων, η θέρμανση καθώς και η ζύμωση και η διαδικασία προζύμης του ψωμιού [48]. Επομένως τρόφιμα όπως το τέμπε και το ψωμί με προζύμι είναι καλές επιλογές μεγαλύτερης βιοδιαθεσιμότητας ψευδαργύρου [50]. Άλλη μία καλή πηγή του αποτελούν τα εμπλουτισμένα δημητριακά πρωϊνού [27]. Ακόμη, στην ενίσχυση της βιοδιαθεσιμότητας του ψευδαργύρου μπορούν να συμβάλουν τα οργανικά οξέα, όπως το κιτρικό οξύ [48].

**Λιπαρά οξέα:** Τα λιπαρά οξέα είναι επίσης σημαντικά για τον μεταβολισμό και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μπορεί να επηρεάσουν την οστική υγεία μέσω πολύπλοκων μηχανισμών [27]. Παρόλο

που οι χορτοφαγικές δίαιτες τείνουν να είναι υψηλές σε ω-6 λιπαρά οξέα, οι χορτοφαγικές δίαιτες που αποκλείουν τα ψάρια, τα αυγά ή τα θαλασσινά φύκια έχουν έλλειψη ω-3 λιπαρών οξέων και κυρίως δοκοσαεξανοϊκού οξέος (DHA) και εικοσαπεντανοϊκού οξέος (EPA), που είναι οι πιο βιολογικά δραστήριες μορφές τους [27,28]. Οι ανάγκες σε ω-3 λιπαρά μπορούν όμως να καλυφθούν μόνο από το α-λινολενικό οξύ (ALA), καθώς μπορεί να συνθέσει ενδογενώς EPA και DHA. Φυτικές πηγές ω-3 λιπαρών οξέων αποτελούν οι σπόροι, όπως ο λιναρόσπορος, οι σπόροι chia, camelina, canola, κάνναβης, τα καρύδια και τα έλαιά τους.

Οι προσλήψεις του α-λινολενικού οξέος (ALA) των χορτοφάγων και των vegans είναι παρόμοιες με αυτές των μη-χορτοφάγων. Παρ' όλα αυτά, η διατροφική πρόσληψη εικοσαπεντανοϊκού οξέος (EPA) και δοκοσαεξανοϊκού οξέος (DHA) είναι χαμηλότερη στους χορτοφάγους και τυπικά απύσα στους vegans [41]. Οι διατροφικές προσλήψεις αναφοράς για το ALA είναι 1.6γρ/ημέρα για τους άνδρες και 1.1γρ/ημέρα για τις γυναίκες [51], ενώ για τους χορτοφάγους και τους vegans ίσως είναι καλύτερα να εξασφαλιστεί κάπως υψηλότερη πρόσληψή του [52,53]. Στην μελέτη Rancho Bernardo, υψηλότερες προσλήψεις από ω-6 και ω-3 λιπαρά οξέα συσχετίστηκαν με χαμηλότερη BMD στο ισχίο [54]. Οι μελέτες όσον αφορά την πρόσληψη των λιπαρών οξέων και τα κατάγματα είναι αντιφατικές. Από την μία, τα συμπληρώματα ιχθυελαίων φαίνεται να δρουν προστατευτικά σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, αλλά άλλη μελέτη δεν βρήκε καμία επίδραση στις γυναίκες που έλαβαν ιχθυέλαιο και ασβέστιο σε σύγκριση με τις γυναίκες που έλαβαν μόνο ασβέστιο. Τέλος τα συμπληρώματα από φύκη φαίνεται πως αποτελούν καλή πηγή DHA [27].

**Οξεοβασική ισορροπία:** Προηγούμενες μελέτες ασχολήθηκαν με την επίδραση του αλκαλικού και όξινου νεφρικού φορτίου των χορτοφαγικών και των μη χορτοφαγικών διαίτων στον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης.

Πιο αναλυτικά, υπάρχουν κάποιες μελέτες που έδειξαν ότι η οστική πυκνότητα είναι χαμηλότερη μεταξύ των vegans συγκριτικά με τους μη-χορτοφάγους, λόγω της μη-επαρκούς πρόσληψης πρωτεΐνης και ασβεστίου που είναι απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την υγεία των οστών [55]. Επιπλέον, μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες που ακολουθούσαν μία διατροφή υψηλή σε ζωϊκή πρωτεΐνη και χαμηλή σε φυτική πρωτεΐνη παρουσίασαν υψηλότερο ρυθμό οστικής απώλειας και αυξημένο κίνδυνο για κάταγμα του ισχίου, λόγω του όξινου φορτίου που δημιουργείται από τα θειούχα αμινοξέα που περιέχονται στα τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης [56]. Από την άλλη μεριά, υπάρχουν στοιχεία ότι η χαμηλή πρόσληψη πρωτεΐνης μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερη οστική πυκνότητα [57]. Σε μία μεγάλη έρευνα που έγινε, που αφορά στην πρόσληψη πρωτεΐνης και οστικής πυκνότητας, φάνηκε ότι υπήρχε μία μικρή θετική συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης πρωτεϊνικής πρόσληψης και της οστικής πυκνότητας. Επίσης, στην ίδια μελέτη παρατηρήθηκε μία ελαφρώς θετική επίδραση της

συμπληρωματικής πρωτεΐνης στην οστική πυκνότητα της ΟΜΣΣ, παρόλο που η αυξημένη πρωτεϊνική πρόσληψη δεν επηρέασε με κανένα τρόπο τον ρυθμό καταγμάτων [58].

**Φρούτα και λαχανικά:** Η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών φαίνεται να ασκεί προστατευτική δράση στην υγεία των οστών, καθώς περιέχουν θρεπτικά συστατικά που συμμετέχουν στον οστικό μεταβολισμό όπως μαγνήσιο, ασβέστιο, κάλιο, βιταμίνη Κ και βιταμίνη C [59]. Το κάλιο και το μαγνήσιο που περιέχονται σε δίαιτες υψηλές σε κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, μειώνουν το διατροφικό φορτίο οξέος και δυνητικά καταλήγει σε λιγότερη απώλεια ασβεστίου μέσω των ούρων [60]. Από δύο μεγάλες προοπτικές μελέτες παρατηρήθηκε αντίστροφη σχέση μεταξύ της βιταμίνης Κ που βρίσκεται στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και του κινδύνου για κάταγμα του ισχίου [61].

Έχει φανεί λοιπόν, ότι η υψηλότερη κατανάλωση φρούτων και λαχανικών συσχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο για κατάγματα ευθραυστότητας [62]. Επίσης, υπάρχουν μερικά φρούτα και λαχανικά που δρουν θετικά στην υγεία των οστών ανεξάρτητα από την αλκαλική δράση των χορτοφαγικών διαιτών μόνο όμως εάν καταναλώνονται συχνά και σε σημαντικές ποσότητες, όπως τα κρεμμύδια, οι ντομάτες, τα μούρα (berries), οι σαλάτες και τα πράσινα λαχανικά, τα οποία θα μπορούσαν να συσχετιστούν με χαμηλότερη επαναρρόφηση οστού και υψηλότερη BMD στην ΟΜΣΣ. Ακόμη, τα μπλε φρούτα όπως τα δαμάσκηνα και τα βατόμουρα φάνηκε να αναστέλλουν την επαναρρόφηση οστού και να αυξάνουν την BMD [63].

Η επίδραση των χορτοφαγικών διαιτών στην οστική πυκνότητα και στον κίνδυνο για κάταγμα φάνηκε να είναι αυξημένος σε χαμηλή μέση πρόσληψη ασβεστίου, ενώ σε μέση πρόσληψη ασβεστίου δεν φάνηκε αυτή η σχέση. Επομένως, οι χορτοφάγοι φάνηκε να έχουν παρόμοια οστική πυκνότητα με τους μη-χορτοφάγους και ο ρυθμός για εμφάνιση κατάγματος ήταν όμοιος μεταξύ των χορτοφάγων και των μη-χορτοφάγων με την προϋπόθεση επαρκούς πρόσληψης ασβεστίου και καλών πηγών πρωτεϊνών, προστατεύοντας έτσι την οστική υγεία [26].

Μία μελέτη που έγινε σε γυναίκες από την Ταϊβάν έδειξε ότι αυτές που καταλάωναν μία μακροχρόνια vegan διατροφή είχαν 4 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο να εμφανίσουν οστεοπενία στον αυχένα του μηριαίου οστού σε σχέση με τις γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους ή τις μη-χορτοφάγους [64].

**Σόγια:** Όσον αφορά την επίδραση της σόγιας στην οστεοπόρωση, μία μεγάλη μετα-ανάλυση έδειξε ότι οι ισοφλαβόνες σόγιας ωφέλησαν σημαντικά την οστική πυκνότητα στην σπονδυλική στήλη γυναικών που βρίσκονται στην εμμηνόπαυση [65]. Επίσης, σε άλλη μετα-ανάλυση οι ισοφλαβόνες σόγιας ανέστειλλαν σημαντικά την οστική επαναρρόφηση και διέγειραν τον οστικό σχηματισμό σε σύγκριση με όσους έπαιρναν placebo [66]. Υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που έχουν δείξει ότι οι γυναίκες που έχουν υψηλή κατανάλωση τέτοιων τροφίμων έχουν και χαμηλότερο κίνδυνο για οστεοπόρωση και μειωμένο κίνδυνο κατάγματος στις γυναίκες με την μεγαλύτερη πρόσληψη σόγιας.

Άλλες τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές συμπληρωμάτων ισοφλαβόνων είχαν ανάμεικτα αποτελέσματα. Βρέθηκε ότι οι ισοφλαβόνες επιδρούν θετικά στα οστά μόνο όμως σε πολύ υψηλές δόσεις, πολύ πάνω από τις συνηθισμένες προσλήψεις από τα τρόφιμα σόγιας [26].

Σε πρόσφατες ανασκοπήσεις, μία μεγάλη επιδημιολογική μελέτη αναφέρει ότι η Μεσογειακή διατροφή η οποία είναι πολύ κοντά με την χορτοφαγική διατροφή μείωσε τον κίνδυνο κατάγματος του ισχίου [67].

Σκοπός αυτής της συστηματικής ανασκόπησης είναι να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της χορτοφαγίας και του κινδύνου να εμφανιστεί κάποιο οστεοπορωτικό κάταγμα σε ενήλικο πληθυσμό, και ποιές ομάδες των χορτοφάγων είναι πιο επιρρεπείς σε αυτή την εκδήλωση.

Από τα παραπάνω φαίνεται, ότι η οστεοπόρωση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες διατροφικούς και μη, κάνοντας την διερεύνησή της ακόμα πιο δύσκολη ως προς την ανάλυση του διατροφικού κομματιού. Η χορτοφαγία από την άλλη φαίνεται ότι «κερδίζει έδαφος» με τα χρόνια εξαιτίας των αποδεδειγμένων θετικών επιδράσεών της στην υγεία, όπως στα καρδιαγγειακά νοσήματα, στην παχυσαρκία, στον σακχαρώδη διαβήτη, στον καρκίνο και στην οστεοπόρωση [28].

Όσον αφορά στην επίδραση της χορτοφαγίας στην οστεοπόρωση φαίνεται να υπάρχει μία συσχέτιση, κυρίως όμως στους αυστηρά χορτοφάγους λόγω της μεγαλύτερης απόκλισης τροφίμων από το διαιτολόγιό τους. Έτσι λοιπόν, οι χορτοφάγοι έχουν παρόμοια ή ελαφρώς χαμηλότερη BMD από τους μη-χορτοφάγους, με τους αυστηρά χορτοφάγους να έχουν τα χαμηλότερα επίπεδα οστικής πυκνότητας. Ωστόσο, αυτές οι διαφορές φαίνεται να είναι μη κλινικά σημαντικές, με την προϋπόθεση να παρέχονται τα θρεπτικά συστατικά που αφορούν την ασθένεια σε επαρκείς ποσότητες. Για την καλή οστική υγεία λοιπόν των χορτοφάγων και των vegans, πρέπει να καλύπτονται οι συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις (Recommended Dietary Allowance- RDA) όλων των θρεπτικών συστατικών και κυρίως για το ασβέστιο, την βιταμίνη D, την βιταμίνη B12 και την πρωτεΐνη και να καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα φρούτων και λαχανικών.

Λόγω της αύξησης των ατόμων που ακολουθούν μία χορτοφαγική διατροφή και της συνεχώς αυξανόμενης ποικιλίας τροφίμων που χρησιμοποιούν οι χορτοφάγοι και των εμπλουτισμένων τροφίμων με θρεπτικά συστατικά που συνήθως εκλείπουν στην διατροφή των χορτοφάγων, και εξαιτίας των νέων δεδομένων σχετικά με την διατροφή των χορτοφάγων και της αύξησης του προσδόκιμου ζωής, αυτή η εργασία περιλαμβάνει σχετικά πρόσφατες μελέτες για να αναλύσει τα αποτελέσματα των πιο πρόσφατων μελετών σχετικά με αυτό το θέμα. Όμως, υπάρχουν ορισμένα κενά στην βιβλιογραφία που «γεννούν» κάποια ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν, όπως εάν υπάρχουν συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά στο διαιτολόγιο των χορτοφάγων ανεξάρτητα από τον τρόπο ζωής τους (π.χ. φυσική δραστηριότητα, σωματικό βάρος) που ευνοούν την καλύτερη οστική υγεία και με ποιο μηχανισμό επηρεάζουν την υγεία του σκελετού. Ακόμη, χρήζει απάντησης εάν οι διατροφικές συνήθειες των χορτοφάγων προσαρμοστούν στον τρόπο ζωής τους, εάν θα αλλάξει η

επίδρασή τους στην εμφάνιση οστεοπόρωσης και εάν υπάρχουν φυτικές τροφές που καλύπτουν τις ανάγκες σε ασβέστιο και δρουν προστατευτικά στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης. Επίσης πρέπει να απαντηθεί εάν καταφέρνουν οι χορτοφάγοι να λαμβάνουν επαρκείς ποσότητες ασβεστίου, πρωτεΐνης και βιταμίνης D και πώς επηρεάζουν οι ποσότητες αυτών την οστική πυκνότητα και εάν έχουν χαμηλή οστική πυκνότητα και αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης σε σχέση με τους μη-χορτοφάγους. Επίσης, σε περίπτωση που η απάντηση είναι θετική, γεννάται η ερώτηση ποιές ομάδες χορτοφάγων κινδυνεύουν περισσότερο. Τέλος, πρέπει να δοθεί απάντηση στο ερώτημα εάν η απώλεια της οστικής μάζας είναι μεγαλύτερη στις γυναίκες (προεμμηνοπαυσιακά, περιεμμηνοπαυσιακά ή μετεμμηνοπαυσιακά) ή στους άνδρες και εάν το αλκαλικό και όξινο φορτίο έχει σχέση με την παρουσία ή την απουσία οστεοπόρωσης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ**

Στην συγκεκριμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε συστηματική αναζήτηση της βιβλιογραφίας χρησιμοποιώντας τις λέξεις-κλειδιά «οστεοπόρωση και χορτοφαγία», «χορτοφαγικές δίαιτες», «βίγκαν διατροφή», «βίγκαν διατροφή και οστεοπόρωση», «χορτοφαγία», στις μηχανές αναζήτησης Pubmed, Scopus, Web of Science και Google Scholar για χρονικό διάστημα τριών μηνών, από τον Δεκέμβριο του 2016 έως τον Φεβρουάριο του 2017. Αναζητήθηκαν μελέτες που να είναι ελεύθερης πρόσβασης σε ολόκληρη την περιγραφή των μελετών και στην ανάλυση των αποτελεσμάτων τους, με χρονολογικό φίλτρο αναζήτησης μελετών από το 2005 μέχρι το 2016. Βασικό κριτήριο στην αναζήτησή τους ήταν οι μελέτες να απευθύνονται σε ανθρώπους και όχι σε πειραματόζωα. Αποκλείστηκαν από την ανάλυση ανασκοπήσεις και όσες μελέτες συμπεριλάμβαναν παιδιά, εφήβους, έγκυες, θηλάζουσες και επαγγελματίες αθλητές και αθλήτριες. Βρέθηκαν συνολικά 15 μελέτες που να σχετίζονται με το θέμα της ανασκόπησης, μεταξύ των οποίων, 1 μετα-ανάλυση, 6 συγχρονικές μελέτες (cross-sectional studies), 5 μελέτες κοόρτης ή προοπτικές (cohort studies), 1 μελέτη ασθενών-μαρτύρων (case-control studies) και 2 μελέτες που δεν αναφέρεται τι είδους μελέτες είναι.

Παράλληλα μελετήθηκε υλικό σχετικά με την εργασία από διάφορα βιβλία και ηλεκτρονικές πηγές στην ελληνική και αγγλική γλώσσα σχετικά με την οστεοπόρωση και από το διαδίκτυο σχετικά με την χορτοφαγία μέσω άρθρων και οργανισμών που να αφορούν τους χορτοφάγους και τους Vegans. Στην συνέχεια επιλέχθηκαν οι πληροφορίες που αφορούσαν την θεματολογία της εργασίας και ξεκίνησε η συγγραφή του πρώτου κεφαλαίου, στο οποίο παρουσιάστηκε το εισαγωγικό και θεωρητικό κομμάτι της οστεοπόρωσης και της χορτοφαγίας και την σχέση των δύο στην επίπτωση της εμφάνισης κατάγματος μέσω άρθρων ανασκοπήσεων. Ακολούθησε η μελέτη εις βάθος των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συγκεκριμένη ανασκόπηση και κατηγοριοποιήθηκε η σχέση της χορτοφαγίας με τον κίνδυνο για εμφάνιση κατάγματος με βάση το περιεχόμενο των χορτοφαγικών διαιτών σε θρεπτικά στοιχεία που επηρεάζουν την οστική υγεία, με βασικότερα το ασβέστιο και την πρωτεΐνη, την βιταμίνη D, την βιταμίνη B12, την οξειβοασική ισορροπία, την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών που περιέχουν πολλές βιταμίνες και θρεπτικά συστατικά που επηρεάζουν την υγεία των οστών καθώς και άλλα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται γενικά στην διατροφή των χορτοφάγων και την επίδραση της χαμηλής οστικής πυκνότητας στην εμφάνιση οστεοπόρωσης.

Στην συνέχεια έγινε η συγγραφή της εισαγωγής της εργασίας ορίζοντας το θέμα και προετοιμάζοντας τον αναγνώστη για το περιεχόμενο της εργασίας. Σε αυτό το κομμάτι διατυπώθηκαν και οι ερευνητικές ερωτήσεις που έδωσαν το έναυσμα να απαντηθούν και να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των ερευνητών για περαιτέρω μελέτη και έρευνα.

Έπειτα, έγινε συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφίας και διατυπώθηκαν τα συμπεράσματα όσων αναπτύχθηκαν στην ανασκόπηση αξιολογώντας την σύνδεση της χορτοφαγίας με τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος. Επίσης, σχολιάστηκαν και αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα

της μελέτης μέσω της παρουσίασης των θετικών στοιχείων των μελετών και τυχόν περιορισμών των μελετών που συμπεριελήφθησαν στην ανασκόπηση καθώς δόθηκαν και απαντήσεις στα ερωτήματα που διατυπώθηκαν στην εισαγωγή της εργασίας. Τέλος, διατυπώθηκαν προτάσεις για ενδεχόμενες μελλοντικές εργασίες και έρευνες που να αφορούν στο συγκεκριμένο θέμα. Αφού ολοκληρώθηκε η συγγραφή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, έγινε και η συγγραφή της περίληψής της, στην οποία δόθηκε συνοπτικά ο στόχος της εργασίας, το αντικείμενο μελέτης, η συνοπτική παρουσίαση της δομής της εργασία καθώς και οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στις διάφορες μηχανές αναζήτησης για την εύρεση μελετών, άρθρων και πληροφοριών για την συγκεκριμένη θεματολογία. Έπειτα ακολούθησε η συγγραφή της περίληψης και των λέξεων-κλειδιών στην αγγλική γλώσσα.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

#### **Μέτρηση οστικής πυκνότητας και κίνδυνος οστεοπόρωσης**

Μία Bayesian μετα-ανάλυση 9 μελετών από το 1991 έως το 2008, ασχολήθηκε με την επίδραση που έχουν οι χορτοφαγικές δίαιτες στην οστική πυκνότητα (BMD) ενήλικων λευκών και Ασιατών ανδρών όσο και σε ενήλικων λευκών και Ασιατών γυναικών με μέσο όρο ηλικίας 20-79 ετών σε δείγμα 2749 ατόμων (1880 γυναίκες και 869 άνδρες). Η χορτοφαγική διατροφή συμπεριλάμβανε 4 είδη διαιτών: την ημι-χορτοφαγία, την γαλακτο-αυγο-χορτοφαγία, την γαλακτοχορτοφαγία, και την αυστηρή χορτοφαγία (veganism). Για να γίνει διάγνωση της οστεοπόρωσης, οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε μέτρηση της BMD στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (ΟΜΣΣ) και στον αυχένα του μηριαίου οστού μέσω της απορροφησιομετρίας ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA) και της διπλής απορρόφησης φωτονίου (Dual Photon Absorptiometry-DPA). Από την ανάλυση της μελέτης φάνηκε ότι οι χορτοφάγοι είχαν 4% χαμηλότερη BMD στον αυχένα του μηριαίου και στην ΟΜΣΣ απ' ότι οι μη-χορτοφάγοι. Η BMD των αυστηρά χορτοφάγων από την άλλη μεριά όταν συγκρίθηκε με αυτή των μη-χορτοφάγων φάνηκε να είναι 6% χαμηλότερη στην ΟΜΣΣ, εντονότερη μείωση από αυτή των γαλακτο-αυγο-χορτοφάγων. Η πιθανότητα ότι η BMD ήταν  $\geq 5\%$  (επίπεδο που θεωρείται κλινικά σημαντικό) χαμηλότερη στους χορτοφάγους απ' ότι στους μη-χορτοφάγους ήταν 42% για τον αυχένα του μηριαίου οστού και 32% για την ΟΜΣΣ.

Από την ανάλυση των υποομάδων φάνηκε ότι η επίδραση της χορτοφαγίας στην BMD του αυχένα του μηριαίου οστού ήταν πιο έντονη ανάμεσα στους vegans απ' ότι ανάμεσα στους γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους. Επιπροσθέτως, η επίδραση ήταν εντονότερη στους λευκούς παρά στους Ασιάτες και η επίδραση αυτή παρατηρήθηκε στις γυναίκες και όχι στους άνδρες. Ομοίως, διαφορετικές επιδράσεις υπήρξαν και για την BMD στην ΟΜΣΣ εκτός από τους άνδρες, διότι δεν ήταν διαθέσιμα αποτελέσματα για αυτή τη θέση μέτρησης της BMD[68].

Σε μία άλλη συγχρονική μελέτη που έγινε στις ΗΠΑ, με σκοπό να διερευνήσει τη συσχέτιση των δεικτών υγείας των οστών και της BMD σε άτομα ηλικίας 19-50 ετών σε μικρό δείγμα 82 ατόμων που ακολουθούσαν γαλακτο-αυγο-χορτοφαγικές (n=27), αυστηρά χορτοφαγικές (n=28) και μη-χορτοφαγικές δίαιτες (n=27) για περισσότερο από 1 χρόνο, έγινε μία ανάκληση 24ώρου, ανθρωπομετρικές μετρήσεις (ύψος, βάρος, περίμετρος μέσης, ποσοστό σωματικού λίπους), μετρήθηκε με DXA όλο το σώμα και πάρθηκε δείγμα ούρων 24ώρου και δείγμα αίματος νηστείας. Οι συμμετέχοντες κατηγοριοποιήθηκαν σε μη-χορτοφάγους, γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους και σε αυστηρά χορτοφάγους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η BMD μειώθηκε κατά 4-5% σε όσους ακολουθούσαν χορτοφαγικές δίαιτες σε σύγκριση με όσους ακολουθούσαν μη-χορτοφαγικές δίαιτες. Όμως η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική [69].

Τα αποτελέσματα μίας άλλης μελέτης ασθενών-μαρτύρων έδειξαν ότι τα T-scores για την οστική πυκνότητα της ΟΜΣΣ (O1-O4), του αυχένα του μηριαίου οστού και του ολικού μηριαίου οστού σε



μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες από την Κορέα που κατανάλωναν ασβέστιο από φυτικές πηγές, ήταν σημαντικά μεγαλύτερα στην ομάδα ελέγχου απ' ότι στην ομάδα των οστεοπορωτικών ασθενών. Το T-score για την ΟΜΣΣ σχετίστηκε θετικά και σημαντικά με την πρόσληψη ενέργειας, νατρίου, βιταμίνης Α και καροτενίου, ενώ στο ολικό μηριαίο σχετίστηκε θετικά και σημαντικά με την ενέργεια, το φώσφορο, το νάτριο, τον ψευδάργυρο και την βιταμίνη Α. Με τον αυχένα του μηριαίου το T-score σχετίστηκε θετικά και σημαντικά με την πρόσληψη πρωτεΐνης, λίπους, φυτικών λιπαρών, φυτικών ινών, ασβεστίου, φυτικού ασβεστίου, φωσφόρου, σιδήρου, νατρίου, καλίου, ψευδαργύρου, βιταμίνης Α, καροτενίου, βιταμίνης Β1, βιταμίνης Β6, βιταμίνης C και βιταμίνης Ε και αρνητικά με την πρόσληψη υδατανθράκων. Μετά από προσαρμογή για την ηλικία, τον ΔΜΣ, τη θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης (ΘΟΥ) και την ενεργειακή πρόσληψη, φάνηκε από όλες τις ομάδες τροφίμων ότι μόνο η ομάδα των λαχανικών σχετίστηκε θετικά με το T-score στον αυχένα του μηριαίου οστού [70]. Τα αποτελέσματα μίας συγχρονικής μελέτης έδειξαν, ότι τα Z-scores δεν διέφεραν σημαντικά ανάμεσα στους μη-χορτοφάγους, στους γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους και τους vegans [69].

Μία ακόμη μελέτη έδειξε ότι η μέση περιεκτικότητα οστού σε ανόργανα άλατα (BMC) και BMD στην ομάδα των ατόμων που κατανάλωναν μία ωμή χορτοφαγική διατροφή (Raw Food-RF) φάνηκε να είναι σημαντικά χαμηλότερη απ' ότι στην ομάδα ελέγχου που κατανάλωνε την τυπική Αμερικάνικη διατροφή σε όλα τα σημεία. Στην ομάδα RF επίσης, τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες, είχε σημαντικά χαμηλότερες τιμές BMC και BMD απ' ότι η ομάδα ελέγχου σε όλο το σώμα, στην ΟΜΣΣ, στο ολικό ισχίο και στον τροχαντήρα. Ακόμη, η μέση τιμή T-score στην ομάδα RF ήταν σημαντικά χαμηλότερη απ' ότι η ομάδα ελέγχου στα περισσότερα μέρη, όμως δεν υπήρχε κανένα στοιχείο από την απορροφησιμετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας για κατάγματα οστών [71]. Σε μία προοπτική μελέτη φάνηκε επίσης ότι οι χορτοφάγοι είχαν σημαντικά χαμηλότερη οστική πυκνότητα του τροχαντήρα και του ολικού μηριαίου οστού και δεν διέφεραν στην BMD του αυχένα του μηριαίου και της ΟΜΣΣ σε σχέση με όσους κατανάλωναν μία διατροφή Δυτικού τύπου [72].

Μία ακόμη μελέτη που έγινε σε Βουδίστριες καλόγριες έδειξε ότι οι μετρήσεις της BMD στην ΟΜΣΣ, στον αυχένα του μηριαίου και σε όλο το σώμα ήταν χαμηλότερες στους vegans σε σχέση με τις μη-χορτοφάγες γυναίκες, όμως καμία από τις διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ο επιπολασμός της οστεοπόρωσης για τον αυχένα του μηριαίου ήταν 17.1% για τους vegans και 14.3% για τους μη-χορτοφάγους. Ακόμη, η ανάλυση έδειξε ότι η οστική πυκνότητα σε ολόκληρο το σώμα εκτός από την ΟΜΣΣ και τον αυχένα του μηριαίου, σχετίστηκαν θετικά με την αναλογία ζωϊκής και φυτικής πρωτεΐνης [6].

Φαίνεται λοιπόν, ότι υπάρχει μία μέτρια επίδραση των χορτοφαγικών διατροφών και κυρίως των vegan διατροφών στην BMD αλλά το μέγεθος της επίδρασης δεν είναι πιθανό να οδηγήσει σε κλινικά σημαντική αύξηση του καταγματικού κινδύνου.

## Ασβέστιο και πρωτεΐνη

Μία μετα-ανάλυση εξέτασε την διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και πρωτεΐνης των χορτοφάγων και φάνηκε ότι δεν θα μπορούσαν να αποτελέσουν παράγοντες κινδύνου για την χαμηλότερη BMD των χορτοφάγων [68]. Μία άλλη συγχρονική μελέτη ασχολήθηκε με την χαμηλή οστική μάζα σε άτομα με μακροχρόνια ωμή χορτοφαγική διατροφή (RF) όπου συμμετείχαν 18 εθελοντές από τις ΗΠΑ (7 γυναίκες και 11 άνδρες) ηλικίας 33-85 ετών για μέσο όρο κατανάλωσης αυτής της διατροφής για 3.6 χρόνια. Έπειτα συγκρίθηκαν με ομάδες (n= 18) της ίδιας ηλικίας και φύλου που καταλάωναν την τυπική Αμερικάνικη διατροφή. Οι 5 από τις 7 γυναίκες που καταλάωναν την ωμή χορτοφαγική διατροφή ήταν μετεμμηνοπαυσιακές και οι 6 από τις 7 γυναίκες στην ομάδα ελέγχου ήταν μετεμμηνοπαυσιακές. Μετρήθηκαν η σύνθεση του σώματος, η BMD σε όλο το σώμα, στην ΟΜΣΣ (Ο2-Ο4) και στο εγγύς μηριαίο οστό με διπλή απορροφησιομετρία ακτίνων X και η περιεκτικότητα των οστών σε ανόργανα άλατα (BMC), οι δείκτες οστικής ανακατασκευής, η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, η 25-υδροξυ-βιταμίνη D, ο ινσουλινοδειδής αυξητικός παράγοντας 1(IGF-1) και η λεπτίνη ορού. Οι συμμετέχοντες επίσης συμπλήρωσαν αναλυτικά ένα ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων 7 ημερών. Ως ωμή χορτοφαγική διατροφή ορίστηκε αυτή η διατροφή όπου καταναλώνονταν ωμά λαχανικά και φρούτα, ξηροί καρποί, όσπρια, σπόροι που έχουν βλαστήσει και δημητριακά μαζί με ελαιόλαδο. Όλα αυτά δεν ήταν μαγειρεμένα και επίσης απέφευγαν τα επεξεργασμένα τρόφιμα που περιέχουν trans λιπαρά οξέα, τρόφιμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη και τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης. Φάνηκε όσον αφορά την διατροφική πρόσληψη, ότι οι RF καταλάωναν χαμηλότερα ποσά πρωτεΐνης (9.1% vs 17.9%) και ασβεστίου ( $579 \pm 260\text{mg/ημέρα}$  vs  $1093 \pm 394 \text{mg/ημέρα}$ ) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου [71].

Ακόμα μία συγχρονική μελέτη, ασχολήθηκε με την οστική πυκνότητα και την επίπτωση οστεοπόρωσης των χορτοφαγικών (κυρίως γαλακτο-αυγο-χορτοφαγικών) και μη-χορτοφαγικών διαιτών σε ενήλικες άνδρες και γυναίκες από την Ταϊβάν. Οι συμμετέχοντες ήταν σε σύνολο 1865 άνω των 21 ετών από τους οποίους οι 383 (20.5%) ήταν άνδρες χορτοφάγοι, οι 464 (24.9%) ήταν άνδρες μη-χορτοφάγοι, οι 489 (26.2%) ήταν γυναίκες χορτοφάγοι και οι 529 (28.4%) ήταν γυναίκες μη-χορτοφάγοι. Υποβλήθηκαν σε εξέταση ρουτίνας σε νοσοκομείο της Ταϊβάν και έγιναν μετρήσεις της BMD στον αυχένα του μηριαίου οστού στους άνδρες και της ΟΜΣΣ (Ο2-Ο4) στις γυναίκες μέσω της DXA. Η μελέτη βασίστηκε στην υπόθεση ότι η μέση BMD θα ήταν χαμηλότερη και η επίπτωση της οστεοπόρωσης υψηλότερη σε όσους ακολουθούσαν μία χορτοφαγική διατροφή σε σύγκριση με όσους ακολουθούσαν μία μη-χορτοφαγική διατροφή, λόγω της χαμηλότερης πρωτεϊνικής πρόσληψης. Από αυτή την μελέτη φάνηκε ότι δεν υπήρχε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην BMD χορτοφάγων και μη-χορτοφάγων ανδρών και γυναικών. Παρατηρήθηκε όμως σταδιακή μείωση της BMD με την αύξηση της ηλικίας στους άνδρες και απότομη μείωσή της μετά τα 50 έτη στις γυναίκες λόγω της εμμηνόπαυσης. Δεν παρατηρήθηκε επίσης καμία σημαντική σχέση σε αυτές τις

ομάδες που κατανάλωναν γάλα, συμπληρώματα ασβεστίου και ακολουθούσαν θεραπεία με ορμονική υποκατάσταση με μοναδική εξαίρεση την ομάδα των μη-χορτοφάγων γυναικών όπου η πρόσληψη χαπίων ασβεστίου σχετίστηκε σημαντικά με χαμηλότερη οστική πυκνότητα. Επίσης, το ποσοστό των ατόμων με οστεοπενία ή οστεοπόρωση ήταν συγκρίσιμο μεταξύ των δύο διατροφικών ομάδων και των 2 φύλων [73].

Σε μία συγχρονική μελέτη, όσον αφορά την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών μεταξύ των χορτοφάγων και των μη-χορτοφάγων, φάνηκε ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης ήταν μειωμένη κατά 30% σε όσους ακολουθούσαν χορτοφαγικές δίαιτες [69]. Μία μεγάλη προοπτική μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2013 είχε ως στόχο να αξιολογήσει τη σχέση μεταξύ των τροφίμων υψηλών σε πρωτεΐνη (όσπρια, κρέας, ανάλογα κρέατος) μέσω διατροφικών προτύπων (χορτοφάγοι, μη-χορτοφάγοι) και τη συχνότητα εμφάνισης κατάγματος ισχίου, προσαρμοσμένο για επιλεγμένους παράγοντες του τρόπου ζωής σε Καυκάσιους εγγεγραμμένους Αντβεντιστές άνδρες (n=14.044) και γυναίκες (n=19.164) σύνολο 33.208 ατόμων άνω των 30 ετών από τις ΗΠΑ και τον Καναδά. Από τους συμμετέχοντες, μη-χορτοφάγοι αποτελούσαν σύνολο 15.831 ατόμων και οι χορτοφάγοι συμπεριλαμβανομένου των vegans ήταν σε σύνολο 17.300 άτομα (vegans ήταν οι 3.776) και 77 δεν μπόρεσαν να κατηγοριοποιηθούν λόγω των τιμών που λείπουν. Οι συμμετέχοντες απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο τρόπου ζωής και διατροφής μεταξύ του 2002 και του 2007. Ως χορτοφάγοι χαρακτηρίστηκαν όσοι κατανάλωναν κρέας/ψάρι λιγότερο από 1 φορά την εβδομάδα ή λιγότερο από 4 φορές το μήνα. Μετά από 2 χρόνια οι συμμετέχοντες απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικά με την εμφάνιση κατάγματος ισχίου και φάνηκε ότι 305 άτομα (127 άνδρες και 178 γυναίκες) είχαν εμφανίσει κάταγμα του ισχίου κατά την διάρκεια των τελευταίων 2 ετών. Η μελέτη έδειξε ότι το ποσοστό των ατόμων που κατανάλωναν υψηλά πρωτεϊνούχα τρόφιμα (όσπρια, κρέας, ανάλογα κρέατος) λιγότερο από 1 φορά την εβδομάδα ήταν υψηλότερο στα άτομα που υπέστησαν κάταγμα ισχίου σε σύγκριση με τα άτομα που δεν υπέστησαν κάποιο κάταγμα του ισχίου. Σύμφωνα με το τελικό μοντέλο το οποίο εκτίμησε την αναλογία κινδύνου των τροφίμων υψηλών σε πρωτεΐνη σε ολόκληρο τον πληθυσμό και από τα διατροφικά πρότυπα (χορτοφάγοι, μη-χορτοφάγοι) φάνηκε ότι η κατανάλωση οσπρίων, κρέατος και αναλόγων κρέατος να έχουν ανεξάρτητες και σημαντικά προστατευτικές επιδράσεις στον κίνδυνο κατάγματος του ισχίου κατά 64%, 40% και 49% αντίστοιχα για όσους κατανάλωναν αυτά τα 3 τρόφιμα στα υψηλότερα επίπεδα πρόσληψης σε σύγκριση με αυτές στα χαμηλότερα επίπεδα.

Οι σχέσεις οσπρίων και κρέατος δυνάμωσαν μεταξύ των μη-χορτοφάγων όταν στρωματοποιήθηκαν στην χορτοφαγία με μία μείωση του 82% για τα όσπρια και 46% για το κρέας. Στους χορτοφάγους, η σχέση με τα ανάλογα κρέατος δυνάμωσε, ενώ η σχέση με τα όσπρια αποδυναμώθηκε αλλά παρέμεινε στατιστικά σημαντική. Επίσης ανάμεσα στους χορτοφάγους που κατανάλωναν λιγότερο από 1 φορά

την εβδομάδα κρέας, η πρόσληψη αυτή φάνηκε να παρέχει κάποια προστασία αν και μη-σημαντική, σε σύγκριση με αυτούς που δεν κατανάλωσαν ποτέ κρέας.

Η επίπτωση κατάγματος του ισχίου σχετίστηκε αντίστροφα με την πρόσληψη οσπρίων και σε μικρότερο βαθμό με την πρόσληψη κρέατος, ενώ όμοια η πρόσληψη των αναλόγων κρέατος σχετίστηκε με σημαντικά μειωμένο κίνδυνο κατάγματος του ισχίου.

Φαίνεται λοιπόν ότι μεγαλύτερες προσλήψεις οσπρίων, κρέατος και αναλόγων κρέατος μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο κατάγματος του ισχίου. Τα όσπρια και τα ανάλογα κρέατος αποτελούν για τους χορτοφάγους πηγές επαρκούς πρωτεϊνικής πρόσληψης ενώ τα όσπρια και το κρέας για τους μη-χορτοφάγους αποτελούν πηγές που μπορούν να μειώσουν ανεξάρτητα τον κίνδυνο για κάταγμα του ισχίου [74].

Μία προοπτική μελέτη της EPIC-Oxford, είχε στόχο να συγκρίνει τα ποσοστά καταγμάτων μεταξύ των κρεατοφάγων, των ψαροφάγων, των χορτοφάγων και των αυστηρά χορτοφάγων σε άνδρες και γυναίκες άνω των 20 ετών (20-89 ετών). Οι συμμετέχοντες ήταν συνολικά 34.696 εκ των οποίων 7.947 άνδρες και 26.749 γυναίκες. Από αυτούς το μεγαλύτερο πλήθος αποτελούσαν οι κρεατοφάγοι (n=19.249), έπειτα οι χορτοφάγοι (n=9.420), οι ψαροφάγοι (n=4.901) και οι αυστηρά χορτοφάγοι (n=1.126). Ως χορτοφάγοι ορίστηκαν όσοι δεν έτρωγαν ψάρι ή κρέας αλλά κατανάλωναν γαλακτοκομικά προϊόντα ή αυγά. Οι χορτοφάγοι προέρχονταν κυρίως από το Ηνωμένο Βασίλειο αλλά και από το Μπάκιγχαμ και το Μάτζεστερ. Οι συμμετέχοντες απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και τρόπου ζωής και έπειτα από 5 χρόνια συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο παρακολούθησης για το εάν εμφάνισαν κάποιο κάταγμα.

Από την ανάλυση της μελέτης προκύπτει ότι οι μέσες προσλήψεις ασβεστίου ήταν παρόμοιες για τους κρεατοφάγους, τους ψαροφάγους και τους χορτοφάγους αλλά ήταν σημαντικά χαμηλότερες στους αυστηρά χορτοφάγους. Το ποσοστό των ατόμων που κατανάλωναν λιγότερο από 700mg ασβεστίου την ημέρα ήταν 76.1% για τους vegans, 18.6% για τους χορτοφάγους, 15.9% για τους ψαροφάγους και 15.0% για τους κρεατοφάγους. Το 4.3% των ανδρών (n=343) και το 5.8% των γυναικών (n=1.555) ανέφεραν ότι είχαν ένα ή περισσότερα περιστατικά κατάγματος, με πιο κοινά μέρη αυτά του καρπού/χεριού (42%) και του αστραγάλου (15%), με ποσοστό άνω του 70% να προκλήθηκαν από πτώση. Σύνολο 1092 κρεατοφάγων, 261 ψαροφάγων, 471 χορτοφάγων και 74 vegans ανέφεραν ότι είχαν ένα ή περισσότερα περιστατικά κατάγματος.

Επίσης, φάνηκε ότι τα ποσοστά καταγμάτων ήταν παρόμοια για τους κρεατοφάγους, τους ψαροφάγους και τους χορτοφάγους και γενικά δεν υπήρχε σημαντική ετερογένεια στον κίνδυνο κατάγματος μεταξύ των διατροφικών ομάδων. Ωστόσο, ο κίνδυνος για κάταγμα ήταν υψηλότερος στους vegans λόγω της σημαντικά χαμηλότερης μέσης πρόσληψης ασβεστίου, η σχέση αυτή όμως εξασθένησε από την προσαρμογή για μη-διαιτητικούς παράγοντες τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες και για προσλήψεις ενέργειας και ασβεστίου στις γυναίκες[75].

Από την άλλη μεριά, μία μελέτη ασθενών-μαρτύρων έδειξε, ότι η πρόσληψη ασβεστίου και ειδικά φυτικού ασβεστίου και λαχανικών, καλίου, βιταμίνης Α, καροτίνης, βιταμίνης Β1, νιασίνης, βιταμίνης Ε και βιταμίνης C μείωσαν τον κίνδυνο οστεοπόρωσης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες από την Κορέα μετά από προσαρμογή σε διάφορους παράγοντες όπως την ηλικία, τον BMI, την ΘΟΥ και την πρόσληψη ενέργειας. Ακόμη, η πρόσληψη φυτικού ασβεστίου, σχετίστηκε σημαντικά και θετικά με την BMD. Στα αποτελέσματα της μελέτης φαίνεται ότι αν και η πρόληψη ασβεστίου μείωσε σημαντικά τον κίνδυνο οστεοπόρωσης και σχετίστηκε με την BMD, η πρόσληψη ζωϊκού ασβεστίου και γαλακτοκομικών προϊόντων δεν μετέβαλε σημαντικά τον κίνδυνο οστεοπόρωσης ή την BMD. Επομένως, η υψηλή διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και ειδικά φυτικού, μειώνει τον κίνδυνο οστεοπόρωσης και αυξάνει την BMD στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες από την Κορέα [70].

Μία συγχρονική μελέτη που διεξήχθη σε πληθυσμό του Βελγίου, συνέκρινε την διατροφική ποιότητα των αυστηρά χορτοφάγων (n=104, 7.1%), των χορτοφάγων (n=573, 38.8%), των ημι-χορτοφάγων (n=498, 33.8%), των ψαρο-χορτοφάγων (n=145, 9.8%) και των μη-χορτοφάγων (155, 10.5%) μέσω ενός online ερωτηματολογίου σε άτομα ηλικίας 20-69 ετών και των δύο φύλων. Συμμετείχαν 1475 άτομα και οι μη-χορτοφάγοι ήταν από το Πανεπιστήμιο της Γάνδης και οι χορτοφάγοι ήταν μέλη του Ethical Vegetarian Alternative (EVA). Σκοπός της μελέτης ήταν να αναλύσει και να συγκρίνει την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών και την διατροφική ποιότητα μεταξύ αυτών των διατροφικών ομάδων. Για την εκτίμηση της διατροφικής πρόσληψης χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και για την εκτίμηση της διατροφικής ποιότητας χρησιμοποιήθηκαν το Healthy Eating Index (HEI-2010) και το Mediterranean Diet Score (MDS). Όσον αφορά την πρόσληψη ασβεστίου, φάνηκε ότι υψηλότερη κατανάλωση είχαν οι ημι-χορτοφάγοι (1470mg/ημέρα), οι ψαρο-χορτοφάγοι (1470mg/ημέρα) και την χαμηλότερη οι vegans (738mg/ημέρα). Επίσης οι μη-χορτοφάγοι είχαν χαμηλότερες προσλήψεις (1199mg/ημέρα) σε σύγκριση με τους χορτοφάγους και τους ημι-χορτοφάγους. Επίσης, η πρόσληψη πρωτεΐνης φάνηκε να είναι χαμηλότερη στους χορτοφάγους, με τις χαμηλότερες προσλήψεις να παρατηρούνται στους vegans [76].

Μία προοπτική μελέτη παρατήρησης του πληθυσμού παρατήρησε την ευροζωνική εξασθένηση υπερήχων της πτέρνας (Broadband Ultrasound Attenuation-BUA) σχετικά με τις χορτοφαγικές και τις μη-χορτοφαγικές δίαιτες σε άνδρες και γυναίκες σε δείγμα 6369 ανδρών και 5379 μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών ηλικίας 42-82 ετών από τον γενικό πληθυσμό. Χορτοφάγοι (1% άνδρες, 1.9% γυναίκες) θεωρήθηκαν όσοι δεν έτρωγαν καθόλου ή έτρωγαν λιγότερο από 1 φορά το μήνα κρέας ή πουλερικά. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 4 διατροφικές ομάδες: χορτοφάγοι με συχνή κατανάλωση σόγιας, χορτοφάγοι με μη συχνή κατανάλωση σόγιας, μη-χορτοφάγοι με συχνή κατανάλωση σόγιας και μη-χορτοφάγοι με μη συχνή κατανάλωση σόγιας. Παρατηρήθηκε ότι η BUA των χορτοφάγων ανδρών ήταν σημαντικά χαμηλότερη απ' ότι των μη-χορτοφάγων κατά περίπου 6%

και επίσης ήταν χαμηλότερη κατά 15% στους άνδρες χορτοφάγους που καταναλώναν συχνά σόγια. Ως συχνή κατανάλωση σόγιας θεωρήθηκε η κατανάλωσή της 1 φορά την ημέρα με 1 φορά την εβδομάδα. Από την άλλη μεριά, η BUA στην πτέρνα των μη-χορτοφάγων ανδρών με συχνή κατανάλωση σόγιας δεν ήταν χαμηλότερη από τον υπόλοιπο πληθυσμό. Στις γυναίκες, δεν φάνηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ αυτών που καταναλώναν συχνά σόγια και αυτών που δεν καταναλώναν συχνά σόγια. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η συχνή κατανάλωση σόγιας δεν σχετίζεται με καλύτερους οστικούς δείκτες στους άνδρες χορτοφάγους. Όσον αφορά την πρόσληψη σε πρωτεΐνη, αυτή ήταν υψηλότερη στους μη-χορτοφάγους απ' ό τι στους χορτοφάγους. Η πρόσληψη ασβεστίου ήταν υψηλότερη στους άνδρες χορτοφάγους και στους χορτοφάγους και μη-χορτοφάγους με συχνή κατανάλωση σόγιας, ενώ οι γυναίκες μη-χορτοφάγες και οι μη-χορτοφάγες με συχνή κατανάλωση σόγιας καταναλώναν το περισσότερο ασβέστιο. Επιπλέον παρατηρήθηκε υψηλότερη πρόσληψη τυριού στους χορτοφάγους και στους μη-χορτοφάγους που δεν καταναλώναν συχνά σόγια απ' ό τι στις υπόλοιπες ομάδες. Δεν βρέθηκε λοιπόν ωφέλιμη επίδραση της χορτοφαγίας με συχνή ή μη συχνή κατανάλωση σόγιας στην ευροζωνική εξασθένηση υπερήχων της πτέρνας μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. Στους άνδρες μη-χορτοφάγους που καταναλώναν συχνά σόγια δεν διέφεραν σημαντικά οι μετρήσεις BUA από τους άνδρες μη-χορτοφάγους που δεν έτρωγαν συχνά σόγια [77].

Μία συγχρονική μελέτη εξέτασε την σχέση της μακροχρόνιας χορτοφαγίας, της οστικής πυκνότητας και τη σύνθεσης του σώματος σε Βουδίστριες μετεμμηνοπαυσιακές καλόγριες (n=105) ηλικίας 50-85 ετών από 20 μοναστήρια και ναούς του Βιετνάμ και μη-χορτοφάγες γυναίκες (n=105) από εκλογικούς καταλόγους. Έγινε μέτρηση της BMD στην ΟΜΣΣ, στον αυχένα του μηριαίου οστού και σε όλο το σώμα καθώς έγιναν και μετρήσεις της άλιπης και της λιπώδους μάζας και του ποσοστού λίπους με την DXA. Μέσω ενός ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων εκτιμήθηκε η διατροφική πρόσληψη ασβεστίου και πρωτεΐνης.

Σχετικά με την διατροφική πρόσληψη φάνηκε ότι η ζωϊκή πρωτεΐνη (2.1γρ/ημέρα vs 34.6γρ/ημέρα) και η μέση διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου (375mg/ημέρα vs 683mg/ημέρα) ήταν χαμηλότερες στους vegans σε σύγκριση με αυτή των μη-χορτοφάγων. Ωστόσο, δεν υπήρχε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του διαιτητικού ασβεστίου και της οστικής πυκνότητας. Οι vegans είχαν όμως σημαντικά υψηλότερη πρόσληψη φυτικής πρωτεΐνης (33.2γρ/ημέρα) συγκριτικά με τις μη-χορτοφάγες (28.0γρ/ημέρα). Παρόλο όμως, που οι χορτοφάγες γυναίκες είχαν χαμηλότερες προσλήψεις σε ασβέστιο και πρωτεΐνη από τις μη-χορτοφάγες, δεν είχε δυσμενή επίδραση στην οστική πυκνότητα και δεν μετέβαλλε τη σύνθεση του σώματος [6].

Μία άλλη μελέτη κοόρτης, είχε σκοπό να προσεγγίσει την επίδραση των τροφίμων υψηλά σε πρωτεΐνη στον κίνδυνο κατάγματος του καρπού σε περι- και μετεμμηνοπαυσιακές λευκές γυναίκες Αντβεντιστές (n=1865) άνω των 25 ετών που καταναλώναν μία χορτοφαγική διατροφή. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το κρέας και το τυρί προστατεύουν έντονα από τον κίνδυνο για

κάταγμα του καρπού. Η ομάδα με κατανάλωση τροφίμων φυτικής προέλευσης δεν έδειξε μία ανεξάρτητη επίδραση στον κίνδυνο κατάγματος. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η ομάδα που είχε τον υψηλότερο κίνδυνο για κάταγμα ήταν αυτή που δεν καταλάωνε κρέας, δηλαδή οι χορτοφάγοι και όσοι λάμβαναν την χαμηλότερη φυτική πρωτεΐνη. Μεταξύ των χορτοφάγων όμως, όσοι αύξησαν την καθαρή φυτική πρωτεΐνη, μείωσαν τον κίνδυνο για κάταγμα κατά 68% στην ομάδα με την υψηλότερη πρόσληψη. Με τον ίδιο τρόπο μεταξύ αυτών που καταλάωναν την χαμηλότερη ποσότητα φυτικής πρωτεΐνης, όσοι αύξησαν την πρόσληψη κρέατος μείωσαν τον κίνδυνο κατάγματος του καρπού με την υψηλότερη κατανάλωση να μειώνει τον κίνδυνο κατά 80%. Έτσι λοιπόν στους χορτοφάγους, ο κίνδυνος για κάταγμα του καρπού μειώθηκε με την συχνότητα κατανάλωσης για καθένα από τα τρόφιμα υψηλά σε πρωτεΐνη ενώ για τους μη-χορτοφάγους ο κίνδυνος έτεινε να μειώνεται με την κατανάλωση κρέατος και να αυξάνεται με την πρόσληψη για κάθε τρόφιμο φυτικής προέλευσης. Επομένως τα τρόφιμα υψηλά σε πρωτεΐνη όπως τα φασόλια, οι ξηροί καρποί, τα ανάλογα κρέατος και το τυρί μείωσαν τον κίνδυνο για κάταγμα του καρπού στις περι- και μετεμμηνοπαυσιακές χορτοφάγες γυναίκες, συμπεραίνοντας ότι οι χορτοφάγες γυναίκες δεν ήταν σε μεγαλύτερο κίνδυνο για κάταγμα από τις μη-χορτοφάγες [78].

### **Οξεοβασική ισορροπία**

Μία μελέτη έγινε με σκοπό να εκτιμήσει την οξεοβασική ισορροπία της πρόσληψης τροφής σε 30 χορτοφάγους (γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους) και σε 30 μη-χορτοφάγους ηλικίας 18-30 ετών από τις ΗΠΑ και να αξιολογήσει εάν η πρόσθετη είσοδος των συγκεκριμένων ειδών διατροφής στην υπάρχουσα λίστα δυναμικού νεφρικού φορτίου οξέος (PRAL) είναι απαραίτητη για να γίνει σύγκριση ανάμεσα στις δύο αυτές ομάδες. Το PRAL μετρά το δυναμικό σχηματισμό οξέος ή βάσης από τα τρόφιμα και τα ποτά και μέσω αυτού μπορεί να εκτιμηθεί η απέκκριση καθαρού οξέος (NAE) και η ποσότητα των οργανικών οξέων (OA). Οι αρνητικές του τιμές δείχνουν το δυναμικό σχηματισμό βάσεων και οι θετικές του τιμές δείχνουν μία περίσσεια δυναμικού σχηματισμού οξέος. Φάνηκε από την μελέτη ότι η πρόσληψη ενέργειας ήταν πιο κοντά στις συστάσεις για την ομάδα των χορτοφάγων και η μέση τιμή πρωτεϊνικής πρόσληψης ήταν μικρότερη στους χορτοφάγους απ' ότι στους μη-χορτοφάγους.

Η πρόσληψη ασβεστίου, φωσφόρου, μαγνησίου, καλίου και νατρίου ήταν εντός των συνιστώμενων προσλήψεων και για τους χορτοφάγους και για τους μη-χορτοφάγους. Όμως, η πρόσληψη καλίου και μαγνησίου ήταν χαμηλότερη στους μη-χορτοφάγους λόγω της υψηλότερης κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών από τους χορτοφάγους. Ακόμη, η αναλογία ασβεστίου:φωσφόρου ήταν σημαντικά χαμηλότερη στους μη-χορτοφάγους αποδεικνύοντας την διατροφή των χορτοφάγων πιο ισορροπημένη από αυτή των μη-χορτοφάγων. Επίσης, η κατανάλωση κρέατος ήταν μεγαλύτερη στους μη-χορτοφάγους ( $186 \pm 92$  γρ/ημέρα) συγκριτικά με την κατανάλωση υποκατάστατων κρέατος από τους

χορτοφάγους (77γρ/ημέρα), με αποτέλεσμα τον σχηματισμό βάσης από τα υποκατάστατα κρέατος από τους χορτοφάγους και τον σχηματισμό οξέος από την υψηλή κατανάλωση κρέατος από τους μη-χορτοφάγους. Επιπλέον, η κατανάλωση ποτών που σχηματίζουν οξύ όπως τα αναψυκτικά ήταν σημαντικά χαμηλότερη στους χορτοφάγους, ενώ ο σχηματισμός βάσης από την κατανάλωση ποτών ήταν σημαντικά υψηλότερη. Φάνηκε ακόμη, ότι το PRAL ήταν σημαντικά υψηλότερο στους μη-χορτοφάγους συγκριτικά με τους χορτοφάγους, επομένως το PRAL των χορτοφάγων είχε μία μέση αλκαλική τιμή του  $-5,4 \pm 14,4$  mEq/ημέρα με την χρήση της λίστας του πρότυπου PRAL και μία τιμή των  $-10,9 \pm 19,7$  mEq/ημέρα με την χρήση του εκτεταμένου καταλόγου, σε αντίθεση με τους μη-χορτοφάγους των οποίων το φορτίο ήταν όξινο  $10,3 \pm 14,4$  mEq/ημέρα και  $13,8 \pm 17,1$  mEq/ημέρα αντίστοιχα [79].

Το Ph των ούρων των χορτοφάγων ήταν περισσότερο αλκαλικό σε σχέση με των μη-χορτοφάγων ( $6.5 \pm 0.4$  και  $6.7 \pm 0.4$  για τους γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους και τους vegans αντίστοιχα και  $6.2 \pm 0.4$  για τους μη-χορτοφάγους) και το διατροφικό PRAL μειώθηκε σημαντικά πάνω από 100% στις ομάδες των χορτοφάγων και φαίνεται ότι συσχετίστηκε σημαντικά με το Ph των ούρων σε όλους τους συμμετέχοντες. Ακόμη, η απέκκριση ασβεστίου (mg/24 ώρες) ήταν σημαντικά υψηλότερη κατά περίπου 34% στους μη-χορτοφάγους σε σύγκριση με τους γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους και τους vegans.

Φαίνεται να υπάρχει μία σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης, στην BMD και στο ασβέστιο ούρων σε όλους τους συμμετέχοντες, όταν όμως η διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης εξετάστηκε με βάση την διατροφική ομάδα τότε συσχετίστηκε με την BMD μόνο στην ομάδα των vegans. Επίσης, η διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης δεν φάνηκε να σχετίζεται με το ασβέστιο ούρων σε καμία από τις τρεις ομάδες. Για άλλα επιμέρους θρεπτικά συστατικά και τη σχέση τους με την BMD δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές συσχετίσεις. Φάνηκε ωστόσο ότι το Ph των ούρων σχετίστηκε σημαντικά με την BMD μόνο στην ομάδα των μη-χορτοφάγων. Όταν όμως το Ph των ούρων εξετάστηκε στους συμμετέχοντες ως σύνολο και όχι ανά διατροφική ομάδα, η σχέση του με την BMD εξαφανίστηκε.

### **Βιταμίνη B12- Υπερομοκυστεϊναιμία**

Η ποσότητα πρόσληψης της βιταμίνης B12 ήταν μειωμένη σημαντικά σε όσους ακολουθούσαν χορτοφαγικές δίαιτες σε σχέση με όσους ακολουθούσαν μη-χορτοφαγικές δίαιτες, όπως φάνηκε από μία συγχρονική μελέτη [69]. Μία προοπτική μελέτη, είχε σκοπό να εκτιμήσει την πιθανή επίπτωση μίας μακροχρόνιας χορτοφαγικής διατροφής (γαλακτο-αυγο-χορτοφαγία) στην BMD Σλοβάκων χορτοφάγων γυναικών (n=141) ηλικίας 20-70 ετών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (n=131) που ακολουθούσαν μία τυπική Δυτικού τύπου διατροφή. Έγιναν μετρήσεις της BMD στον αυχένα του μηριαίου (NFBMD), στον τροχαντήρα (TtFBMD), στον συνολικό μηριαίο (ToFBMD) και στην



ΟΜΣΣ (O1-O4) σε όλους τους συμμετέχοντες χρησιμοποιώντας ένα πυκνόμετρο DPX-L. Η μελέτη βασίστηκε στην υπόθεση ότι η μακροχρόνια χορτοφαγική διατροφή είναι φτωχή σε βιταμίνες του συμπλέγματος Β και κυρίως στην βιταμίνης Β12, την Β6 και το φυλλικό οξύ τα οποία σχετίζονται με τον μεταβολισμό της ομοκυστεΐνης. Έχει φανεί ότι η υπερομοκυστεϊναιμία σχετίζεται με αυξημένους δείκτες οστικού μεταβολισμού και αυξημένο κίνδυνο για κάταγμα. Φάνηκε λοιπόν από τα αποτελέσματα της μελέτης ότι οι χορτοφάγοι, είχαν υψηλότερες τιμές παραθορμόνης (PTH) και ομοκυστεΐνης καθώς και χαμηλότερες τιμές της βιταμίνης Β12 από τους μη-χορτοφάγους, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στα επίπεδα φυλλικού οξέος. Παρατηρήθηκε μία σημαντική σχέση μεταξύ των επιπέδων της ομοκυστεΐνης και της BMD του αυχένα του μηριαίου και στο συνολικό μηριαίο και στις δύο ομάδες. Υπερομοκυστεϊναιμία βρέθηκε στο 78% των χορτοφάγων και στο 48% των μη-χορτοφάγων.

Η μελέτη αυτή έδειξε λοιπόν ότι στον πληθυσμό των υγιών Σλοβάκων γυναικών, η ομοκυστεΐνη αποτελεί προβλεπτικό παράγοντα της BMD και η ομοκυστεΐνη σχετίζεται με την απώλεια οστού. Ακόμη, η ομοκυστεΐνη φάνηκε να είναι πιο υψηλή στις γυναίκες χορτοφάγους απ' ότι στις μη-χορτοφάγους γυναίκες. Επιβεβαιώνεται λοιπόν η υπόθεση ότι η ομοκυστεΐνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην παθογένεια των οστεοπορωτικών καταγμάτων όσο και στην χαμηλότερη οστική πυκνότητα. Έτσι, λόγω της ομοκυστεΐνης, οι μεγαλύτερες ηλικιακά γυναίκες που ακολουθούν την χορτοφαγία φαίνεται να βρίσκονται σε υψηλότερο κίνδυνο για χαμηλή οστική πυκνότητα απ' ότι οι γυναίκες που δεν ακολουθούν την χορτοφαγία[72].

Φάνηκε από την ανάλυση μίας άλλης μελέτης ότι τόσο οι vegans όσο και οι μη-χορτοφάγοι χρησιμοποιούσαν συμπληρώματα διατροφής βιταμίνης Β12 με τους vegans να καταλαμβάνουν μεγαλύτερο ποσοστό πρόσληψης. Όμως παρά την λήψη συμπληρωμάτων από τους vegans, παρουσίασαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις στον ορό της βιταμίνης Β12 [80].

## **Βιταμίνη D**

Μία συγχρονική μελέτη έδειξε ότι η κατανάλωση βιταμίνης D ( $16\pm 36$  IU/ημέρα vs  $348\pm 192$  IU/ημέρα) ήταν μικρότερη στα άτομα που κατανάλωναν μία ωμή χορτοφαγική διατροφή σε σχέση με την ομάδα ελέγχου που κατανάλωναν την τυπική Αμερικάνικη διατροφή. Ωστόσο, η συγκέντρωση της 25-υδροξυ-βιταμίνης D ορού ήταν σημαντικά υψηλότερη στην ομάδα με την ωμή διατροφή απ' ότι στην ομάδα ελέγχου ( $42\pm 20$  ng/mL και  $19\pm 12$  ng/mL) [71].

Επιπροσθέτως, μία συγχρονική μελέτη από την EPIC-Oxford ασχολήθηκε με τις διαφορές στην πρόσληψη και τις συγκεντρώσεις της 25-υδροξυβιταμίνης D πλάσματος σε διάφορες ομάδες, όπως σε αυτούς που τρώνε κρέας (n=1388), σε αυτούς που τρώνε ψάρι (n=210), στους χορτοφάγους (γαλακτο-αυγο-χορτοφάγοι, n=420) και στους αυστηρά χορτοφάγους (n=89). Οι συμμετέχοντες ήταν από το Ηνωμένο Βασίλειο ηλικίας 20-76 ετών και των δύο φύλων και σε σύνολο ήταν 2107. Φάνηκε από την

συγκεκριμένη μελέτη ότι η συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D πλάσματος σχετίζεται με τον βαθμό αποκλεισμού ζωικών προϊόντων επομένως, με την διατροφική της πρόσληψη. Υψηλότερες προσλήψεις παρατηρήθηκαν στην ομάδα των κρεατοφάγων (3.1μg/ημέρα) και χαμηλότερες στην ομάδα των αυστηρά χορτοφάγων (0.7μg/ημέρα). Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο διατροφικών ομάδων ήταν μικρότερη για τους συμμετέχοντες των οποίων το δείγμα αίματος λήφθηκε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σε σύγκριση με αυτούς των οποίων το δείγμα συλλέχθηκε τους χειμερινούς μήνες. Οι συγκεντρώσεις όμως της 25-υδροξυβιταμίνης D πλάσματος και στις 4 εποχές δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των κρεατοφάγων και των ψαροφάγων. Οι vegans επίσης είχαν και σημαντικά χαμηλότερη πρόσληψη ασβεστίου συγκριτικά με τις άλλες 3 ομάδες. Όταν όμως οι συγκεντρώσεις της 25-υδροξυβιταμίνης D πλάσματος μετρήθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες ήταν 97% υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές των οποίων το δείγμα συλλέχθηκε τους χειμερινούς μήνες. Η διαφορά αυτή για τις υπόλοιπες όμως διατροφικές ομάδες ήταν παρόμοια (54% υψηλότερα για τους κρεατοφάγους, 58% υψηλότερα για τους ψαροφάγους και 56% υψηλότερα για τους χορτοφάγους). Έτσι λοιπόν οι συγκεντρώσεις της 25-υδροξυβιταμίνης D πλάσματος ήταν χαμηλότερες στους χορτοφάγους και στους vegans απ' ό τι στους κρεατοφάγους και τους ψαροφάγους [81].

#### **Άλλα θρεπτικά συστατικά**

Μία συγχρονική μελέτη έδειξε ότι οι vegans καταναλώναν σημαντικά μεγαλύτερες ποσότητες μαγνησίου, φυλλικού οξέος και βιταμίνης K σε σύγκριση με τους μη-χορτοφάγους που μπορούν να επηρεάσουν θετικά την οστική υγεία [69]. Ακόμη, η πρόσληψη λαχανικών, καλίου και αντιοξειδωτικών βιταμινών (βιταμίνη C, E, β-καροτένιο) σχετίστηκε σημαντικά και θετικά με την BMD [70]. Από μία συγχρονική μελέτη που έγινε σε Βέλγους συγκρίθηκε η διατροφική ποιότητα μεταξύ των χορτοφάγων και των μη-χορτοφάγων. Παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση λίπους, κορεσμένων και μονοακόρεστων λιπαρών, διαιτητικής χοληστερόλης, αλκοόλ και νατρίου, ήταν χαμηλότερη στους χορτοφάγους και οι χαμηλότερες προσλήψεις να παρατηρούνται στους vegans. Όμως η κατανάλωση πολυακόρεστων λιπαρών, φυτικών ινών και σιδήρου ήταν υψηλότερη στους vegans και χαμηλότερη στους μη-χορτοφάγους.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι οι αυστηροί χορτοφάγοι έλαβαν το υψηλότερο ολικό σκορ για την HEI-2010 και οι μη-χορτοφάγοι το χαμηλότερο, πιθανόν εξαιτίας της συχνής κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών, της χαμηλής κατανάλωσης σε λιπαρά και της χαμηλής πρόσληψης νατρίου. Οι υπόλοιπες διατροφικές ομάδες έλαβαν συγκρίσιμες βαθμολογίες. Καταλήγει η έρευνα στο συμπέρασμα ότι η vegan διατροφή είναι η πιο υγιεινή ως συνολικής ποιότητας διατροφή, βάσει είτε των κατευθυντήριων διατροφικών γραμμών των ΗΠΑ είτε ως προς την συμμόρφωση στην Μεσογειακή Διατροφή [76].

Μία προοπτική μελέτη παρατήρησης πληθυσμού παρατήρησε ότι η πρόσληψη καλίου ήταν υψηλότερη στους άνδρες χορτοφάγους, στις γυναίκες μη-χορτοφάγους και στις γυναίκες μη-χορτοφάγους με συχνή κατανάλωση σόγιας. Ακόμη, υψηλότερη κατανάλωση φρούτων και λαχανικών παρατηρήθηκε στους χορτοφάγους αλλά εντός των διατροφικών ομάδων ήταν υψηλότερη στους άνδρες χορτοφάγους με συχνή κατανάλωση σόγιας και στις γυναίκες μη-χορτοφάγους με συχνή κατανάλωση σόγιας [77].

Σε μία άλλη μελέτη που έγινε σε Βουδίστριες μοναχές, παρατηρήθηκαν χαμηλότερες προσλήψεις σε ενέργεια, στα ολικά λιπίδια, στον φώσφορο, στο νάτριο, στο κάλιο και στο μαγνήσιο στους vegans σε σύγκριση με τους μη-χορτοφάγους [6].

Μία ακόμη μελέτη ασχολήθηκε με την διατροφική πρόσληψη και διατροφική κατάσταση μακροχρόνιων vegan Φιλανδών (n=22, 6 άνδρες και 16 γυναίκες) και μη-χορτοφάγων (n=19, 8 άνδρες και 11 γυναίκες) ηλικίας 18-50 ετών και των δύο φύλων. Στο ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες υπήρχαν 3 κατηγορίες χορτοφάγων: οι χορτοφάγοι που θεωρήθηκαν ημι-χορτοφάγοι, οι γαλακτοχορτοφάγοι και οι vegans. Η διατροφική πρόσληψη εκτιμήθηκε από ένα ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων τριών ημερών και η διατροφική κατάσταση μέσω της μέτρησης βιοδεικτών στο πλάσμα, στον ορό και στα ούρα. Κυρίως μελετήθηκαν οι βιταμίνες B12 και D, ο σίδηρος, το ιώδιο και τα ω-3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσού, καθώς αυτά είναι που βρίσκονται σε ανεπάρκεια σε μία vegan διατροφή. Φάνηκε από την ανάλυση της μελέτης ότι τόσο οι vegan όσο και οι μη-χορτοφάγοι χρησιμοποιούσαν συμπληρώματα διατροφής με τους vegan να καταλαμβάνουν μεγαλύτερο ποσοστό, κυρίως πολυβιταμινούχα σκευάσματα και συμπληρώματα ασβεστίου. Όμως παρά την λήψη συμπληρωμάτων από τους vegans, παρουσίασαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις στον ορό του ιωδίου και του σεληνίου. Αντίθετα, είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις ισοφλαβονών (γενιστεΐνη και διαδζεΐνη) λόγω της καθημερινής πρόσληψης προϊόντων σόγιας ως πηγή πρωτεΐνης και αναλογίες του ω-9 και του λινολενικού οξέος, ενώ οι μέσες συγκεντρώσεις ιωδίου στα ούρα ήταν κάτω από τα συνιστώμενα επίπεδα και για τις δύο ομάδες. Επομένως η μακροχρόνια vegan διατροφή σχετίζεται με κάποια ευνοϊκά μέτρα αλλά και με χαμηλότερες συγκεντρώσεις βασικών θρεπτικών συστατικών συγκριτικά με τις τιμές αναφοράς και έτσι τονίζεται η ανάγκη για διατροφική καθοδήγηση των vegans [80].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### **Μέτρηση οστικής πυκνότητας και κίνδυνος οστεοπόρωσης**

Όπως έχει ήδη σημειωθεί, τα στοιχεία δείχνουν ότι υπάρχει μία συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης της χορτοφαγίας και στην εμφάνιση οστεοπορωτικών καταγμάτων. Για την διάγνωση και παρακολούθηση της οστεοπόρωσης μετράται η οστική πυκνότητα στις περιοχές του ισχίου ή της ΟΜΣΣ μέσω της DXA που θεωρείται η μέθοδος εκλογής για την διάγνωση και παρακολούθηση της νόσου [82]. Από τις μετρήσεις της BMD λοιπόν που συμπεριλήφθηκαν στην συγκεκριμένη ανασκόπηση φάνηκε ότι οι γαλακτο-αυγο-χορτοφάγοι και κυρίως οι αυστηρά χορτοφάγοι να έχουν χαμηλότερη BMD από τους μη-χορτοφάγους στον αυχένα του μηριαίου οστού και στην ΟΜΣΣ, με εντονότερη μείωση του αυχένα του μηριαίου για τους vegans, μία διαφορά όμως που δεν ήταν στατιστικά σημαντική με πολύ μέτρια επίδραση, υποδηλώνοντας ότι αυτή η επίδραση δεν μπορεί να οδηγήσει σε κλινικά σημαντική αύξηση του κινδύνου για κάταγμα. Η επίδραση αυτή παρατηρήθηκε εντονότερα στο λευκό γυναικείο πληθυσμό παρά στον Ασιατικό ανδρικό και γυναικείο πληθυσμό. Αυτά τα δεδομένα όμως είναι παρατήρησης και επομένως δεν μπορεί να εξαχθεί καμία σχέση αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ των χορτοφαγικών διατροφών και της BMD [68]. Χαμηλότερη BMD με μικρή διαφορά στους νεαρούς ενήλικες από τις ΗΠΑ παρατηρήθηκε σε μία ακόμη μελέτη παρατήρησης στους χορτοφάγους συγκριτικά με τους μη-χορτοφάγους, που ήταν μη στατιστικά σημαντική. Το δείγμα όμως ήταν πολύ μικρό και η BMD παρόλο που μετρήθηκε με DXA, οι μετρήσεις έγιναν σε όλο το σώμα και δεν έγιναν ειδικές μετρήσεις σε συγκεκριμένα σημεία του σκελετού [69]. Σημαντικά χαμηλότερη BMD και BMC παρατηρήθηκε και στις ωμο-χορτοφάγες μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και στους ωμο-χορτοφάγους άνδρες από τις ΗΠΑ σε όλο το σώμα, στην ΟΜΣΣ, στο ολικό ισχίο και στον τροχαντήρα συγκριτικά με όσους κατανάλωναν την τυπική Αμερικάνικη διατροφή. Παρ' όλα αυτά, δεν παρατηρήθηκε η ύπαρξη καταγμάτων κλινικά ή μέσω της DXA. Η χαμηλότερη BMD μπορεί να εξηγηθεί από το χαμηλότερο σωματικό βάρος και σωματικό λίπος των ωμο-χορτοφάγων και κατ' επέκταση του ΔΜΣ συγκριτικά με τους μη-χορτοφάγους [71]. Οι ωμο-χορτοφάγοι λόγω των περιορισμένων τροφίμων που καταναλώνουν, έχουν χαμηλή ενεργειακή και πρωτεϊνική πρόσληψη με αποτέλεσμα τον χαμηλότερο ΔΜΣ και το ολικό σωματικό λίπος που όπως αναφέρεται και στην βιβλιογραφία ο χαμηλός ΔΜΣ σχετίζεται σημαντικά με χαμηλή οστική μάζα και αυξημένο κίνδυνο κατάγματος [83]. Αντίθετα, η παχυσαρκία προστατεύει από την εμφάνιση οστεοπόρωσης [84]. Στην ομάδα των ωμο-χορτοφάγων παρατηρήθηκε επίσης χαμηλή CRP, IGF-1 και λεπτίνη [71].

Η CRP αποτελεί δείκτη φλεγμονής της κυκλοφορούμενης ιντερλευκίνης 6 (IL-6), η οποία δειγνύει την οστεοκλαστική δραστηριότητα των κυττάρων, δηλαδή την οστική απορρόφηση [85]. Ο IGF-1 παράγεται στους οστεοβλάτες και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον οστικό σχηματισμό και αυτοί οι δύο δείκτες, η CRP και IGF-1 είναι σε χαμηλά επίπεδα στους ωμο-χορτοφάγους εξαιτίας της χαμηλής ενεργειακής και πρωτεϊνικής πρόσληψης [86]. Τέλος, η λεπτίνη που εκκρίνεται από τον

λευκό λιπώδη ιστό φαίνεται να συμμετέχει στην οστική παραγωγή και οστική απορρόφηση λόγω των ενδογενών ανδρογόνων των επινεφριδίων που μεταβολίζονται σε οιστρογόνα στον λιπώδη ιστό [4]. Παραδόξως, παρά την εξαιρετικά χαμηλή διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης D στην ομάδα των ωμοχορτοφάγων, η συγκέντρωσή της στον ορό ήταν σημαντικά υψηλότερη στην ομάδα ελέγχου, πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης στο ηλιακό φως.

Για να επιβεβαιωθούν όμως αυτά τα ευρήματα χρειάζεται να γίνουν και άλλες μελέτες σε μεγαλύτερο δείγμα πληθυσμού, καθώς το δείγμα της συγκεκριμένης μελέτης είναι μικρό καθώς και για να εξακριβωθούν τα στοιχεία της αυξημένης οστικής ανακατασκευής ή της αυξημένης κυκλοφορούμενης βιταμίνης D ορού [71].

Σ' έναν ιδιαίτερο πληθυσμό Βουδίστριων μετεμμηνοπαυσιακών χορτοφάγων καλογριών άνω των 50 ετών εξετάστηκε η BMD στην ΟΜΣΣ, στον αυχένα του μηριαίου και σε όλο το σώμα και συγκριτικά με τις μη-χορτοφάγες γυναίκες από το Βιετνάμ, παρατηρήθηκε μικρή διαφορά μεταξύ τους, με τον επιπολασμό της οστεοπόρωσης για τον αυχένα του μηριαίου να φτάνει στο 17.1% στις vegans και στο 14.3% στις μη-χορτοφάγες γυναίκες. Ωστόσο, καμία από τις διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές παρά τις πολύ χαμηλότερες προσλήψεις διαιτητικού ασβεστίου και πρωτεΐνης στην ομάδα των vegans. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις ανθρωπομετρικές μετρήσεις και στον ΔΜΣ μεταξύ των δύο ομάδων, όμως υπήρξε διαφορά στην ηλικία εμμηνόπαυσης με τις vegans να έχουν σημαντικά μικρότερη από αυτή των μη-χορτοφάγων. Επιπλέον οι vegans είχαν σημαντικά υψηλότερη πρόσληψη φυτικών πρωτεϊνών συγκριτικά με τις μη-χορτοφάγες και σημαντικά χαμηλότερη διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου. Φάνηκε όμως ότι η BMD σε όλο το σώμα εκτός από την ΟΜΣΣ και τον αυχένα του μηριαίου οστού σχετίστηκε θετικά με την αναλογία ζωϊκής και φυτικής πρωτεΐνης. Δεν μπορεί να εξαχθεί όμως κάποιο συμπέρασμα για την σχέση χορτοφαγίας και κατάγματος λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης [6].

Συμπερασματικά, ο ρόλος της μέτρησης της οστικής πυκνότητας σε ανδρικό και γυναικείο πληθυσμό που ακολουθεί την χορτοφαγία δεν είναι ξεκάθαρος. Παρατηρείται χαμηλότερη BMD (μέτρια επίδραση) στους χορτοφάγους και κυρίως στους vegans και σε όσους ακολουθούν την ωμή χορτοφαγική διατροφή, όμως δεν φαίνεται να προκαλεί εμφάνιση κατάγματος. Πρέπει να γίνουν όμως και άλλες κλινικές μελέτες σε μεγαλύτερο και αντιπροσωπευτικότερα δείγμα του πληθυσμού.

### **Ασβέστιο και πρωτεΐνη**

Στην πρόληψη και αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης σημαντικό ρόλο κατέχει η επαρκής πρόσληψη ασβεστίου, καθώς έχει φανεί ότι σχετίζεται με την BMD. Παρόλο που κύρια πηγή του αποτελούν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, υπάρχουν και φυτικές πηγές ασβεστίου όπως τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά που παρά την χαμηλή βιοδιαθεσιμότητά τους σε ασβέστιο, όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες μπορούν να πετύχουν επάρκεια ίση με αυτή των γαλακτοκομικών προϊόντων [87-

89]. Αυτό φάνηκε από την μελέτη που έγινε σε μετεμμηνοπαυσιακές Κορεάτισες γυναίκες, οι οποίες καταλάωναν υψηλές διαιτητικές προσλήψεις ασβεστίου, ειδικά φυτικού ασβεστίου και λαχανικών και μειώθηκε ο κίνδυνος οστεοπόρωσης και αυξήθηκε η BMD. Οι μετρήσεις έγιναν με την DXA στην ΟΜΣΣ (Ο1-Ο4), στον αυχένα του μηριαίου και στο ολικό μηριαίο οστό και τα T-scores ήταν σημαντικά μεγαλύτερα στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες απ' ό,τι στην ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, η πρόσληψη ζωϊκού ασβεστίου και γαλακτοκομικών προϊόντων δεν μετέβαλε σημαντικά τον κίνδυνο οστεοπόρωσης ή την BMD. Η επίδραση αυτή εξηγείται από την πρόσληψη των λαχανικών, τα οποία παρέχουν σημαντικές ποσότητες βιταμινών και ανόργανων συστατικών επιδρώντας ευεργετικά στην οστική υγεία. Αποδεικνύεται δηλαδή ότι οι επαρκείς προσλήψεις ασβεστίου μπορούν να καλυφθούν και από φυτικές πηγές που παρέχουν παράλληλα και άλλα ευεργετικά συστατικά για την υγεία των οστών [70].

Ο σημαντικός ρόλος του ασβεστίου φάνηκε και σε άλλη μελέτη, στην οποία ο κίνδυνος κατάγματος ήταν παρόμοιος για τους κρεατοφάγους, τους ψαροφάγους και τους χορτοφάγους αλλά όχι για τους αυστηρά χορτοφάγους. Οι τελευταίοι είχαν υψηλότερο κίνδυνο για κάταγμα, λόγω της σημαντικά χαμηλότερης μέσης πρόσληψης ασβεστίου, όμως αυτός ο κατά 30% υψηλότερος ρυθμός κατάγματος μεταξύ των vegan σε σύγκριση με τους κρεατοφάγους μειώθηκε στο μισό όταν προσαρμόστηκε για την πρόσληψη ενέργειας και ασβεστίου και εξαφανίστηκε εντελώς στα άτομα που καταλάωναν τουλάχιστον 525mg/ημέρα ασβεστίου. Αυτή η ποσότητα αντιπροσωπεύει τη μέση εκτιμώμενη απαίτηση (Estimated Average Requirement-EAR) του Ηνωμένου Βασιλείου. Παρόλο όμως που η χαμηλότερη μέση διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου μεταξύ των vegans φαίνεται να ευθύνεται για την υψηλότερη συχνότητα καταγμάτων και άλλοι διαιτητικοί παράγοντες πρέπει να συνυπολογιστούν όπως η πρωτεΐνη και η βιταμίνη D [75].

Σε άλλη μελέτη φάνηκε ότι η διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και πρωτεΐνης που θεωρείται ότι προσλαμβάνονται σε χαμηλές ποσότητες στις χορτοφαγικές δίαιτες, δεν αποτελούν παράγοντα κινδύνου για την χαμηλότερη BMD των χορτοφάγων καθώς δεν βρέθηκαν μεγάλες διαφορές στην πρόσληψή τους μεταξύ χορτοφάγων και μη-χορτοφάγων [68]. Άλλη μελέτη έδειξε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες που στην πλειοψηφία τους ήταν στην εμμηνόπαυση και καταλάωναν ωμή χορτοφαγική διατροφή, είχαν χαμηλή πρόσληψη σε ασβέστιο και πρωτεΐνη συγκριτικά με τις μη-χορτοφάγες (579mg± 260mg/ημέρα vs 1093mg± 394mg/ημέρα και 9.1% vs 17.9%). Αυτές οι χαμηλές προσλήψεις μπορεί να σχετίζονται με την χαμηλότερη BMC και BMD στην ΟΜΣΣ και στο ισχίο στην ομάδα που καταλάωνε την ωμή χορτοφαγική διατροφή [71].

Άλλη μία μελέτη επιβεβαιώνει τη χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου και πρωτεΐνης στους χορτοφάγους και κυρίως στους vegans από το Βέλγιο. Παράλληλα όμως αξιολόγησε και την διατροφική ποιότητα μεταξύ των vegans, των χορτοφάγων, των ημι-χορτοφάγων, των ψαρο-χορτοφάγων και των μη-χορτοφάγων. Αποτελεί μία ενδιαφέρουσα μελέτη, καθώς χρησιμοποιεί εργαλεία (HEI-2010) που

ακολουθούν τα διατροφικά πρότυπα και τις κατευθυντήριες γραμμές της διατροφικής πυραμίδας των ΗΠΑ και την προσήλωση στην Μεσογειακή διατροφή. Εφόσον λοιπόν η οστεοπόρωση επηρεάζεται από σύνολο διατροφικών και όχι μόνο παραγόντων, θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί ο συγκεκριμένος πληθυσμός και για τον κίνδυνο να εμφανίσει κάποιο οστεοπορωτικό κάταγμα κυρίως στους vegans που παρά την χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου και πρωτεΐνης είχαν καλύτερη ποιότητα διατροφής από τις υπόλοιπες ομάδες [76].

Σε πληθυσμό της Ταϊβάν μεταξύ γαλακτο-αυγο-χορτοφάγων και μη-χορτοφάγων ανδρών και γυναικών μετρήθηκε η BMD στον αυχένα του μηριαίου στους άνδρες και στην ΟΜΣΣ (Ο2-Ο4) στις γυναίκες μέσω της DXA. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην BMD χορτοφάγων και μη-χορτοφάγων ανδρών και γυναικών παρά την χαμηλότερη πρωτεϊνική πρόσληψη των χορτοφάγων. Αντιθέτως, η μείωση που παρατηρήθηκε στην BMD των ανδρών οφειλόταν στην αύξηση της ηλικίας, ενώ στις γυναίκες η απότομη μείωση μετά τα 50 έτη έγινε λόγω της εμμηνόπαυσης. Το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι χορτοφάγοι της μελέτης ακολουθούσαν αυτού του είδους την διατροφή για λίγα έτη (τουλάχιστον 5 έτη) ή λόγω της προστατευτικής δράσης της κατανάλωσης σόγιας σε αντικατάσταση της κατανάλωσης ζωικών προϊόντων εξαιτίας των ισοφλαβονών και των φυτοοιστρογόνων που περιέχουν και έχει φανεί ότι επιδρούν θετικά στην BMD των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών [73]. Αντίθετα, σε άλλη μελέτη φάνηκε ότι η κατανάλωση σόγιας δεν ωφελεί στην οστική υγεία των χορτοφάγων που την καταναλώνουν συχνά, κυρίως στους άνδρες. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από παράγοντες όπως ο ΔΜΣ, το κάπνισμα και η φυσική δραστηριότητα, καθώς οι άνδρες χορτοφάγοι που καταναλώναν συχνά σόγια είχαν χαμηλότερο ΔΜΣ από τις άλλες ομάδες. Το γεγονός όμως ότι οι χαμηλότερες μετρήσεις στο οστό βρέθηκαν στους άνδρες χορτοφάγους με συχνή κατανάλωση σόγιας και όχι στους μη-χορτοφάγους με υψηλότερη πρόσληψη σόγιας, εγείρει το ενδιαφέρον της αλληλεπίδρασης μεταξύ της κατανάλωσης κρέατος και σόγιας, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της δίαιτας Δυτικού τύπου. Ωστόσο για τις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες δεν βρέθηκε ωφέλιμη επίδραση των χορτοφαγικών διαιτών με συχνή ή όχι κατανάλωση σόγιας στην ευρωζωνική εξασθένηση υπερήχων της πτέρνας (BUA). Η μέθοδος της ποσοτικής υπερηχοτομογραφίας (Quantitative Ultrasound-QUS) που χρησιμοποιήθηκε στην περιοχή της πτέρνας δεν αποτελεί αξιόπιστη μέθοδο όσο η DXA, καθώς οι μετρήσεις της παρουσιάζουν υψηλό βαθμό μεταβλητότητας μεταξύ διαδοχικών μετρήσεων [90]. Θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί στο μέλλον η αλληλεπίδραση των διατροφικών παραγόντων από τις διάφορες διατροφικές επιλογές, καθώς ο αριθμός των χορτοφάγων αυξάνει και προωθείται η κατανάλωση σόγιας μέσω της ευεργετικής της επίδρασης στην υγεία και να εξεταστούν οι πιθανές διαφορές και ανάγκες μεταξύ των δύο φύλων [77].

Σε άλλη μελέτη φάνηκε ότι οι μεγαλύτερες προσλήψεις οσπρίων, κρέατος και αναλόγων κρέατος μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο κατάγματος του ισχίου. Η σόγια όμως και τα ανάλογα κρέατος δεν συμπεριλήφθηκαν στα όσπρια, διότι οι ερευνητές θέλησαν να υπολογίσουν την συχνότητα κατανάλωσής τους ξεχωριστά, εξαιτίας του περιεχομένου τους σε ισοφλαβόνες [74]. Επίσης, τα όσπρια αποτελούν πηγή φυτικών πρωτεϊνών, περιέχουν το απαραίτητο αμινοξύ λυσίνη, το οποίο είναι κοινό με τις ζωϊκές πρωτεΐνες και συμμετέχει στη δημιουργία κολλαγόνου των οστών μαζί με την υδροξυλυσίνη [91,92].

Ακόμα μία μελέτη έδειξε ότι η υψηλότερη κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε πρωτεΐνη όπως τα φασόλια, οι ξηροί καρποί, τα ανάλογα κρέατος και το τυρί, μείωσαν τον κίνδυνο κατάγματος του καρπού στις περι- και μετεμμηνοπαυσιακές χορτοφάγες γυναίκες αναδεικνύοντας ότι οι χορτοφάγες γυναίκες είναι σε μεγαλύτερο κίνδυνο για κάταγμα από τις μη-χορτοφάγες και τονίζεται η σημασία της επαρκούς πρωτεϊνικής πρόσληψης για την υγεία των οστών [78].

Όσον αφορά στην διαιτητική πρόσληψη του ασβεστίου, φάνηκε ότι μεταξύ των χορτοφάγων ήταν υψηλότερη, με εξαίρεση των vegans και των ωμο-χορτοφάγων που ήταν χαμηλότερη, συγκριτικά με τους μη χορτοφάγους, χωρίς όμως να υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ασβεστίου και της BMD και του κινδύνου κατάγματος. Φάνηκε όμως να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος κατάγματος στους vegans, ο οποίος όμως εξασθένησε αφού προσαρμόστηκε σε μη-διαιτητικούς παράγοντες. Η διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης παρατηρήθηκε ότι ήταν χαμηλότερη στους ωμο-χορτοφάγους, στους χορτοφάγους και ιδιαίτερα στους vegans. Τα αποτελέσματα όμως είναι αντικρουόμενα για την επίδραση της χαμηλής διαιτητική πρόσληψης πρωτεΐνης στον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος. Φαίνεται ότι όταν καταναλώνεται επαρκής ποσότητα φυτικής πρωτεΐνης από τους χορτοφάγους από όσπρια και ανάλογα κρέατος, να μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος του ισχίου. Επίσης, προστατευτική φάνηκε η κατανάλωση τυριού για τον κίνδυνο κατάγματος του καρπού. Επομένως, τονίζεται ο ρόλος της επάρκειας σε πρωτεΐνη και ασβέστιο ο οποίος είναι εφικτός στις χορτοφαγικές δίαιτες, με την προϋπόθεση να είναι καλά σχεδιασμένες στο πλαίσιο ενός ισορροπημένου διαιτολογίου. Περαιτέρω μελέτες χρειάζονται που να μετρούν με αξιόπιστα διαγνωστικά εργαλεία την BMD και σε μακροπρόθεσμους χορτοφάγους διότι η χρονική διάρκεια τήρησης μίας τέτοιας διατροφής μπορεί να εμφανίσει πιο έντονες διαφορές στις μετρήσεις της BMD.

### **Οξεοβασική ισορροπία**

Η πρόσληψη τροφίμων έχει φανεί ότι επηρεάζει την οξεοβασική ισορροπία στο ανθρώπινο σώμα. Συγκεκριμένα, η υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης αυξάνει την οξύτητα, οδηγώντας σε απομετάλλωση του οστού, ενώ η πρόσληψη φρούτων και λαχανικών έχει περισσότερο αλκαλική επίδραση μειώνοντας έτσι το όξινο φορτίο [93,94]. Υπάρχουν όμως και τρόφιμα που αποτελούν φυτικές πηγές πρωτεΐνης που έχουν παρόμοιο PRAL ή και μεγαλύτερο από το άπαχο βόειο κρέας και την γαλοπούλα, όπως τα



σκληρά τυριά, τα αυγά, το καστανό ρύζι και οι νιφάδες βρώμης ( $\geq 7.8$ ) [95]. Επομένως χρειάζεται να γίνουν μελέτες και σε αυτό το κομμάτι για να διευκρινιστεί ο λόγος που δεν επηρεάζεται το νεφρικό φορτίο των χορτοφάγων που καταναλώνουν αυτά τα τρόφιμα στην καθημερινή τους διατροφή και κυρίως οι χορτοφάγοι που καταναλώνουν γαλακτοκομικά και αυγά και κατά πόσο αυτό εξισορροπείται από την υψηλή πρόσληψη τροφίμων των χορτοφάγων που είναι υψηλά σε τρόφιμα που αλκαλοποιούν το νεφρικό φορτίο.

Από τις μελέτες φάνηκε ότι η διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης, κρέατος και αναλυκτικών ήταν υψηλότερη στους μη-χορτοφάγους συγκριτικά με τους χορτοφάγους που ως πηγή πρωτεΐνης είχαν τα υποκατάστατα κρέατος και εξαιτίας της υψηλής πρόσληψής τους σε φρούτα και λαχανικά, φαίνεται ότι οι μη-χορτοφαγικές δίαιτες δημιουργούν όξινο φορτίο ενώ οι χορτοφαγικές αλκαλικό φορτίο. Παρόλο όμως που η μέση αξία του NAE για τους μη χορτοφάγους προκαλούσε σημαντικό όξινο φορτίο ( $56,29 \pm 21.19$  mEq/ημέρα), αυτές οι τιμές παραμένουν πολύ κάτω από το φυσιολογικό όριο των 100 mEq/ημέρα. Αν και οι τιμές της μη-χορτοφαγικής διατροφής είναι κάτω από το φυσιολογικό όριο, φαίνεται πως θέτουν υψηλότερη πίεση στα ρυθμιστικά συστήματα, αυξάνοντας τον κίνδυνο για αποζημίωση από τις πηγές ασβεστίου του σώματος.

Φαίνεται λοιπόν ότι οι μη χορτοφάγοι κινδυνεύουν περισσότερο από χρόνια μεταβολική οξέωση. Φάνηκε ακόμη, ότι οι χορτοφάγοι είχαν καλύτερη ποιοτικά διατροφή καθώς είχαν μεγαλύτερη πρόσληψη καλίου και μαγνησίου λόγω των φρούτων και των λαχανικών που καταναλώναν και υψηλότερη αναλογία ασβεστίου/φωσφόρου από τους μη-χορτοφάγους των οποίων η αναλογία ήταν κάτω από 0.5 [79], με ιδανική αναλογία το 1.3 [96]. Η μελέτη ωστόσο έγινε σε μικρό δείγμα του πληθυσμού και δεν μετρήθηκε το pH των ούρων για να μπορέσουν να επιβεβαιωθούν οι εκτιμήσεις [79]. Την μέτρηση του pH των ούρων των χορτοφάγων και των μη χορτοφάγων πραγματοποίησε μία άλλη μελέτη, η οποία επιβεβαίωσε το αλκαλικό pH των χορτοφάγων και το όξινο των μη χορτοφάγων παρόλο που και αυτή η μελέτη αφορούσε σε μικρό δείγμα του πληθυσμού. Φάνηκε επίσης ότι η απέκκριση ασβεστίου ήταν σημαντικά υψηλότερη περίπου κατά 34% στους μη χορτοφάγους συγκριτικά με τους χορτοφάγους. Επίσης, η διατροφική πρωτεΐνη σχετίστηκε σημαντικά με την ομάδα των vegans, ενώ δεν σχετίστηκε με το ασβέστιο ούρων σε καμία διατροφική ομάδα. Το Ph των ούρων σχετίστηκε σημαντικά με την BMD μόνο στους μη χορτοφάγους ενώ ως σύνολο δεν υπήρξε καμία σχέση μεταξύ του Ph ούρων και της BMD.

Μειονέκτημα της μελέτης αποτελεί ότι δεν έγιναν ειδικές μετρήσεις της BMD αλλά έγιναν σε όλο το σώμα και επίσης ότι μία τυχαία 24ωρη συλλογή ούρων μπορεί να μην λάβει την καθημερινή ενδοατομική διακύμανση στο Ph σε αντίθεση με ένα δείγμα ούρων 24ώρου σε σύγκριση με ένα δείγμα ούρων νηστείας [69]. Και άλλες μελέτες χρειάζεται να γίνουν με επαρκείς μετρήσεις ούρων 24ώρου και σε μεγάλο δείγμα και με μεγαλύτερο ηλικιακό εύρος. Σύμφωνα όμως με αυτές τις έρευνες φαίνεται ο ευεργετικός ρόλος της χορτοφαγίας στην υγεία των νεαρών ενηλίκων.

### **Βιταμίνη B12- Υπερομοκυστεϊναιμία**

Η βιταμίνη B12 όπως έχει αναφερθεί βρίσκεται στα τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης με αποτέλεσμα η χορτοφάγοι και κυρίως οι αυστηροί χορτοφάγοι που δεν καταναλώνουν γαλακτοκομικά προϊόντα και αυγά να βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο έλλειψής της [41]. Η έλλειψη αυτής της βιταμίνης μαζί με την έλλειψη βιταμίνης B6 και φυλλικού οξέος σχετίζονται με την υπερομοκυστεϊναιμία, μία κατάσταση που μπορεί να αυξήσει τους δείκτες οστικού μεταβολισμού, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για κάταγμα [97]. Η έλλειψη της B12 έχει αποδειχθεί σε μελέτες που έγιναν σε χορτοφάγους από την Αμερική, σε χορτοφάγες γυναίκες από την Σλοβακία και σε vegans από την Φιλανδία [69,72,80].

Στις γυναίκες από την Σλοβακία που ακολουθούσαν μία μακροχρόνια γαλακτο-αυγο-χορτοφαγική διατροφή, φάνηκε να έχουν υψηλότερες τιμές παραθορόνης και ομοκυστεΐνης και χαμηλότερες τιμές βιταμίνης B12, όμως δεν υπήρξε διαφορά στα επίπεδα του φυλλικού οξέος. Επίσης, παρατηρήθηκε μία σημαντική σχέση μεταξύ των επιπέδων της ομοκυστεΐνης και της BMD του αυχένα του μηριαίου και στο συνολικό μηριαίο και στις χορτοφάγες γυναίκες και σε όσες ακολουθούσαν μία διατροφή Δυτικού τύπου. Υπερομοκυστεϊναιμία βρέθηκε στο 78% των χορτοφάγων και στο 48% των μη-χορτοφάγων γυναικών. Ακόμη, η ομοκυστεΐνη φάνηκε να είναι πιο υψηλή στις γυναίκες χορτοφάγους απ' ότι στις μη-χορτοφάγες γυναίκες. Επιβεβαιώνεται λοιπόν η υπόθεση ότι η ομοκυστεΐνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην παθογένεια των οστεοπορωτικών καταγμάτων όσο και στην χαμηλότερη οστική πυκνότητα. Σε μεγαλύτερο κίνδυνο χαμηλότερης BMD φαίνεται κυρίως να είναι οι μεγαλύτερες γυναίκες που ακολουθούν χορτοφαγική διατροφή [72].

Στους Φιλανδούς παρατηρήθηκε ότι παρόλο που λάμβαναν συμπληρώματα βιταμίνης B12 οι συγκεντρώσεις της στον ορό των vegans ήταν χαμηλότερες απ' ότι των μη-χορτοφάγων. Φαίνεται λοιπόν ότι η συμπληρωματική χορήγηση της B12 διατηρεί τα επίπεδα της βιταμίνης εντός των φυσιολογικών ορίων γι' αυτό το λόγο είναι σημαντική η συνεχιζόμενη πρόσληψη συμπληρωματικής βιταμίνης B12 στους χορτοφάγους, κυρίως όμως στους vegans για την αποφυγή μεγαλοβλαστικής αναιμίας και νευροψυχιατρικών διαταραχών [80].

Χρειάζονται όμως περισσότερες μελέτες σε μεγαλύτερο και πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού και σε μεγαλύτερες ηλικιακά μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες διότι η βιταμίνη B12 δεν απορροφάται στον ίδιο βαθμό στους ηλικιωμένους απ' ότι στα άτομα νεαρής ηλικίας, ώστε να προσδιοριστούν και οι ενδεχόμενες υψηλότερες ανάγκες τους στην βιταμίνη B12.

### **Βιταμίνη D**

Η βιταμίνη D έχει φανεί ότι μειώνει τον κίνδυνο κατάγματος και των πτώσεων[98,99]. Από τις μελέτες παρατηρήθηκε να είναι χαμηλότερη στους vegans απ' ότι στους μη-χορτοφάγους αν και η συγκέντρωσή της στο πλάσμα και στον ορό εξαρτάται από την εποχή λήψης του δείγματος αίματος, καθώς είναι γνωστό ότι αυτή η βιταμίνη λαμβάνεται κυρίως μέσω του ηλίου και αποτελεί βασική

ορμόνη για την καλύτερη απορρόφηση του ασβεστίου και κατ' επέκταση της μείωσης του κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης. Αυτό φάνηκε από τις συγκεντρώσεις της 25-υδροξυβιταμίνης D πλάσματος στον Βρετανικό πληθυσμό οι οποίες όταν μετρήθηκαν το καλοκαίρι ήταν 97% υψηλότερες στους vegans συγκριτικά με το δείγμα που συλλέχθηκε τον χειμώνα. Στους αυστηρά χορτοφάγους παράλληλα όμως με την χαμηλή πρόσληψη της βιταμίνης, παρατηρήθηκε και σημαντικά χαμηλότερη πρόσληψη ασβεστίου συγκριτικά με τους κρεατοφάγους, τους ψαροφάγους και τους γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους. Ωστόσο δεν υπάρχουν πληροφορίες για παράγοντες που μπορεί να επηρέασαν την σύνθεση της βιταμίνης D μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, όπως η χρήση αντιηλιακής προστασίας ή η διάρκεια έκθεσης στον ήλιο [81]. Χαμηλότερη κατανάλωση της βιταμίνης D και του ασβεστίου παρατηρήθηκε και στα άτομα που κατανάλωναν μία ωμή χορτοφαγική διατροφή σε σχέση με την ομάδα που κατανάλωνε την τυπική Αμερικάνικη διατροφή. Ωστόσο, η συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D ορού ήταν σημαντικά υψηλότερη στην ομάδα με την ωμή διατροφή απ' ό,τι στην ομάδα ελέγχου πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης στο ηλιακό φως [71]. Είναι επιτακτική ανάγκη να γίνουν και άλλες μελέτες σε μεγαλύτερο δείγμα πληθυσμού και σε περισσότερες ομάδες χορτοφάγων.

#### **Άλλα θρεπτικά συστατικά**

Στην οστική υγεία εκτός από το ασβέστιο, την πρωτεΐνη και την βιταμίνη D που σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης, υπάρχουν και άλλα θρεπτικά συστατικά, όπως η βιταμίνη Κ, το κάλιο, το μαγνήσιο, τα φρούτα και τα λαχανικά, ο σίδηρος, τα πολυακόρεστα ω-3 λιπαρά οξέα, το ιώδιο και γενικά η συνολική ποιότητα διατροφής των χορτοφάγων και μη χορτοφάγων που επιδρούν στην υγεία του σκελετού και υποστηρίζουν την άποψη ότι οι χορτοφαγικές δίαιτες δεν είναι επιζήμιες για τα οστά στους νεαρούς ενήλικες μέσω μίας καλά ισορροπημένης χορτοφαγικής διατροφής [27]. Χρειάζονται όμως και μελέτες για να παρέχουν πληροφορίες και για χορτοφάγους μεγαλύτερης ηλικίας ή ηλικιωμένους μεγαλύτερου δείγματος και με 24ωρες ανακλήσεις τουλάχιστον 3 ημερών της εβδομάδας και όχι μόνο μίας ημέρας όπως έγινε στην μελέτη, καθώς δεν μπορεί να είναι αντιπροσωπευτική της πρόσληψης τροφής του κάθε ατόμου [69]. Επίσης τα φρούτα και τα λαχανικά που είναι πηγές αντιοξειδωτικών βιταμινών, καλίου και μαγνησίου σχετίστηκαν σημαντικά και θετικά με την BMD [70]. Οι αυστηροί χορτοφάγοι επιπλέον, φαίνεται πως έχουν καλύτερο προφίλ λιπιδίων, υψηλότερη πρόσληψη φυτικών ινών, χαμηλότερη πρόσληψη διαιτητικής χοληστερόλης, αλκοόλ και νατρίου σε αντίθεση με τους μη χορτοφάγους και γενικά η συνολική ποιότητα διατροφής τους βασίζεται σε υγιεινά διαιτητικά μοντέλα όπως αυτό της Μεσογειακής διατροφής και έτσι παρουσιάστηκε η αυστηρή χορτοφαγία ως η πιο υγιεινή [76]. Επίσης παρατηρήθηκαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις στον ορό του ιωδίου και του σεληνίου στους vegans και υψηλότερες συγκεντρώσεις ισοφλαβονών (γενιστεΐνη και διαδζεΐνη) λόγω της καθημερινής πρόσληψης προϊόντων σόγιας ως πηγή πρωτεΐνης και αναλογίες του ω-9 και του λινολενικού οξέος.

Συμπερασματικά λοιπόν, η συγκεκριμένη ανασκόπηση έδειξε να υπάρχει μία σχέση των χορτοφαγικών διατηών και του κινδύνου εμφάνισης οστεοπορωτικού κατάγματος, η οποία όμως δεν είναι ξεκάθαρη καθώς τα αποτελέσματα είναι μη στατιστικά σημαντικά. Η ανασκόπηση έδειξε ότι η διατροφή των χορτοφάγων και ιδιαίτερα των vegans αποτελείται από ευεργετικά θρεπτικά συστατικά για την οστική υγεία που σχετίζονται σημαντικά και θετικά με την οστική πυκνότητα, όπως το κάλιο και το μαγνήσιο που βρίσκονται στα φρούτα και στα λαχανικά, οι αντιοξειδωτικές βιταμίνες, το φυλλικό οξύ, η βιταμίνη Κ και η χαμηλότερη πρόσληψη ενέργειας, νατρίου, αλκοόλ, λίπους και κορεσμένου λίπους καθώς και χοληστερόλης, προσδίδοντας στην vegan διατροφή τον χαρακτηρισμό της πιο υγιεινής ως συνολικής ποιότητας διατροφή [70,76]. Ωστόσο χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και καθοδήγηση μία τέτοια διατροφή διότι παρουσιάζει ελλείψεις και σε άλλα συστατικά όπως η βιταμίνη Β12 που η έλλειψή της έχει συνδεθεί με χαμηλή οστική πυκνότητα, οστεοπόρωση και αυξημένο κίνδυνο κατάγματος του αυχένα του μηριαίου και του συνολικού μηριαίου τόσο στις χορτοφάγους (γαλακτο-αυγο-χορτοφάγους) όσο όμως και στις μη χορτοφάγους γυναίκες που καταλάωναν μία Δυτικού τύπου διατροφή [72]. Φάνηκε επίσης από την ανασκόπηση ότι η πρόσληψη ασβεστίου και πρωτεΐνης από τους χορτοφάγους και η σχέση τους με την οστική υγεία να μην είναι αρκετά ξεκάθαρη.

Από την μία μεριά, φαίνεται ότι οι χορτοφάγοι και κυρίως οι vegans και οι ωμο-χορτοφάγοι λαμβάνουν χαμηλότερες διαιτητικές προσλήψεις ασβεστίου και πρωτεΐνης από τους μη χορτοφάγους επηρεάζοντας αρνητικά την οστική πυκνότητα στον αυχένα του μηριαίου και στην ΟΜΣΣ, με μη στατιστικά σημαντική διαφορά, που φάνηκε να οφείλεται στην αύξηση της ηλικίας στους άνδρες και στην εμμηνόπαυσιακή κατάσταση των γυναικών [71,73]. Από την άλλη μεριά, οι vegans που καταναλώνουν χαμηλότερες προσλήψεις ασβεστίου από τις υπόλοιπες ομάδες των χορτοφάγων και των μη χορτοφάγων φάνηκε να εμφανίζουν υψηλότερο κίνδυνο για κάταγμα, όμως η σχέση αυτή εξασθένησε έπειτα από προσαρμογή σε μη-διαιτητικούς παράγοντες και για τα δύο φύλα και για τις προσλήψεις ενέργειας και ασβεστίου μόνο όμως στις γυναίκες [75]. Οι ημι-χορτοφάγοι όμως και οι ψαρο-χορτοφάγοι φαίνεται πως λαμβάνουν τις μεγαλύτερες προσλήψεις διαιτητικού ασβεστίου, με τους vegans να λαμβάνουν τις μικρότερες [76]. Οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, φαίνεται να λαμβάνουν υψηλή διαιτητική πρόσληψη φυτικού ασβεστίου επιδρώντας θετικά στην οστική πυκνότητα, καθώς παρά την χαμηλή βιοδιαθεσιμότητά τους σε ασβέστιο, όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες φαίνεται να φτάνουν σε επάρκεια ίση με αυτή των γαλακτοκομικών προϊόντων [70]. Η πρόσληψη οσπρίων και αναλόγων κρέατος, που αποτελούν πηγές επαρκούς πρωτεϊνικής πρόσληψης για τους χορτοφάγους φάνηκε να σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο κατάγματος του ισχίου [74]. Ωστόσο, η επίδραση της κατανάλωσης σόγιας που ανήκει στα υποκατάστατα κρέατος, στην οστική υγεία είναι αμφιλεγόμενη, καθώς σε άλλη μελέτη δεν βρέθηκε ωφέλιμη επίδρασή της στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, ενώ η συχνή κατανάλωση σόγιας από άνδρες χορτοφάγους δεν

σχετίστηκε με καλύτερους οστικούς δείκτες [77]. Οι χορτοφάγοι μπορεί να καταναλώνουν μικρότερες ποσότητες πρωτεΐνης από τους μη χορτοφάγους, όμως φαίνεται να καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες φυτικής πρωτεΐνης μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο κατάγματος του καρπού σε περι- και μετεμμηνοπαυσιακές χορτοφάγες γυναίκες [6, 78]. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το περιεχόμενο των ζωικών πρωτεϊνών σε θειούχα αμινοξέα, τα οποία προκαλούν όξινο νεφρικό φορτίο, το οποίο επιβαρύνει την οστική υγεία, σε αντίθεση με το αλκαλικό νεφρικό φορτίο των χορτοφάγων που φαίνεται να ευνοεί την οστική υγεία [56]. Στους ωμο-χορτοφάγους επίσης που κατανάλωναν χαμηλότερες προσλήψεις σε ασβέστιο και πρωτεΐνη μπορεί να ωφείλεται και η χαμηλότερη BMD στην ΟΜΣΣ και στο ισχίο τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες, οι περισσότερες από τις οποίες βρίσκονταν στην εμμηνόπαυση [71]. Φαίνεται λοιπόν ο μη ξεκάθαρος ρόλος της πρωτεΐνης στην οστική υγεία, καθώς σε υψηλές προσλήψεις φαίνεται να αυξάνει την οξύτητα, προκαλώντας απομετάλλωση του οστού [93,94], όμως σε χαμηλές ποσότητες πάλι επηρεάζει αρνητικά της οστική πυκνότητα [6]. Επομένως, είναι σημαντική η επάρκεια της παράλληλα με την επάρκεια της διατροφής σε ασβέστιο.

Όσον αφορά την βιταμίνη D, η ανασκόπηση έδειξε ότι η κατανάλωσή της είναι χαμηλότερη στους χορτοφάγους κυρίως στους vegans και στους ωμο-χορτοφάγους, όμως με υψηλότερες συγκεντρώσεις της στον ορό, λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία [71]. Αυτό φάνηκε και από τις διακυμάνσεις της βιταμίνης D στο πλάσμα ανάλογα με την εποχή λήψης του δείγματος (καλοκαίρι vs χειμώνα) [81].

Εν κατακλείδι, οι χορτοφάγοι και κυρίως οι vegans και οι ωμο-χορτοφάγοι φαίνεται να έχουν χαμηλότερη οστική πυκνότητα από τους μη χορτοφάγους, όμως το μέγεθος της επίδρασης δεν μπορεί να οδηγήσει σε κλινικά σημαντική αύξηση του καταγματικού κινδύνου. Η απώλεια της οστικής πυκνότητας όπως δείχνει η ανασκόπηση συμβαίνει και στα δύο φύλα, όμως στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες η απώλεια είναι πιο έντονη λόγω και της έλλειψης των οιστρογόνων. Μόνο σε μία μελέτη συμμετείχαν και περιεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, ενώ χρειάζονται περισσότερες μελέτες, με αντιπροσωπευτικότερο και μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού για να διαλευκανθεί ο ρόλος της χορτοφαγίας στον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπορωτικού κατάγματος.

Χρειάζεται επίσης μελέτη των ίδιων των χορτοφάγων για τις ελλείψεις που προκαλεί αυτού του είδους η διατροφή και για τα τρόφιμα που θα αντικαταστήσουν την ζωϊκή πρωτεΐνη και σωστή διατροφική καθοδήγηση των χορτοφάγων από τους ειδικούς για την κάλυψη των επαρκών αναγκών τους σε απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την υγεία και ευημερία τους, καθώς υπάρχουν συστατικά όπως η βιταμίνη B12 και η βιταμίνη D που δύσκολα καλύπτονται οι ανάγκες τους μόνο από την χορτοφαγική διατροφή και γι' αυτό χρειάζεται ο συχνός έλεγχος των επιπέδων τους στο αίμα και η συμπληρωματική λήψη τους, ιδιαίτερα στους αυστηρά χορτοφάγους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες μελέτες είναι παρατήρησης, οπότε δεν μπορεί να εξαχθεί σχέση αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ της χορτοφαγίας και της οστικής πυκνότητας, γι' αυτό είναι επιτακτική ανάγκη για περισσότερες μελέτες κυρίως κλινικές, σε μεγαλύτερο και αντιπροσωπευτικότερο δείγμα του πληθυσμού, που να ακολουθούν την χορτοφαγία για αρκετά χρόνια ώστε η συσχέτιση να είναι πιο ισχυρή στα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας όπου ο κίνδυνος για εμφάνιση οστεοπόρωσης και οστεοπορωτικών καταγμάτων είναι μεγαλύτερος. Επίσης θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί η επίδραση της χορτοφαγίας κατά την παιδική και εφηβική ηλικία κατά πόσο επηρεάζει την επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας. Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες που να καταγράφουν το ποσοστό που καταλαμβάνουν οι χορτοφάγοι στη χώρα και τις διατροφικές τους συνήθειες. Έχει μεγάλο ενδιαφέρον να πραγματοποιηθούν μελέτες στην Ελλάδα που μεγάλο μέρος του πληθυσμού ακολουθεί το Μεσογειακό πρότυπο διατροφής άρα είναι πιο κοντά σε μία χορτοφαγική διατροφή ή στις αντίστοιχες μοναχές και μοναχούς που ακολουθούν έναν διαφορετικό τρόπο ζωής και νηστείας όπως ο αντίστοιχος τρόπος ζωής των Αντιβεντιστών μοναχών και να συσχετιστεί με τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. NIH Consensus Statements. 2000, 17:1-45. <http://Consensus.nih.gov/cons/111/111-intro.htm>
2. Consensus Development Conference. Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med.* 1993, 94:646-50.
3. Prentice A, Schoenmakers I, Laskey MA, de Bono S, Ginty F, Goldberg GR. Nutrition and bone growth and development. *Proc Nutr Soc.* 2006, 65:348–60.
4. Λυρίτης Γ, Τροβιάς Γ, Κοντογιάννη Μ. Υγεία των οστών. Στο: Ζαμπέλας Α. Κλινική Διαιτολογία & Διατροφή με στοιχεία Παθολογίας, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα 2007, 2:862-884
5. Tucker KL. Vegetarian diets and bone status. *Am J Clin Nutr.* 2014, 100(suppl):329S-35S.
6. Ho-Pham LT, Nguyen PLT, Le TTT, Doan TAT, Tran NT, Le TA, et al. Veganism, bone mineral density, and body composition: a study in Buddhist nuns. *Osteoporos Int.* 2009, 20: 2087-2093.
7. Academy of Nutrition and Dietetics Evidence Analysis Library. Types and diversity of vegetarian nutrition. Available from: [http:// andevidencelibrary.com/topic.cfm?cat=3897](http://andevidencelibrary.com/topic.cfm?cat=3897)
8. Ελληνική Ενδοκρινολογική Εταιρεία. Οστεοπόρωση. <http://www.endo.gr/%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%BF%CF%80%CF%8C%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7/> (Πρόσβαση: 10 Ιανουαρίου 2017).
9. Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism, 7th Edition, ASBMR, Chapters 33 & 38.
10. Dawson Hughes B, Lindsay R, Khosla S, et al. Clinician’s Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. National Osteoporosis Foundation, Washington, DC. 2008.
11. Wright NC, Looker A, Saag K, Curtis JR, Dalzell ES, Randall S, Dawson-Hughes B. The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine in the United States. *J Bone Miner Res.* 2014. doi: 10.1002/jbmr.2269
12. Office of the Surgeon General (US) (2004) Bone health and osteoporosis: a report of the Surgeon General. Office of the Surgeon General (US), Rockville (MD). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45513/>.
13. Lewiecki EM, Laster AJ. Clinical review: clinical applications of vertebral fracture assessment by dual-energy x-ray absorptiometry. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006, 91(11):4215–4222
14. Abrahamsen B, van Staa T, Ariely R, Olson M, Cooper C. Excess mortality following hip fracture: a systematic epidemiological review. *Osteoporos Int.* 2009, 20(10):1633–1650

15. Colón-Emeric C, Kuchibhatla M, Pieper C et al. The contribution of hip fracture to risk of subsequent fractures: data from two longitudinal studies. *Osteoporos Int.* 2003, 11:879–883
16. Lyritis GP, Rizou S, Galanos A, et al. Incidence of hip fractures in Greece during a 30-year period: 1977-2007. *Osteoporos Int.* 2013, 24:1579-1585.
17. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporos International with other metabolic bone diseases.* 2014, 25 (8), doi:10.1007/s00198-014-2794-2
18. Burge R, Dawson-Hughes B, Solomon DH, Wong JB, King AB, Tosteson A. Incidence and economic burden of osteoporosis-related fractures in the United States, 2005–2025. *J Bone Miner Res.* 2007, 22(3):465–475
19. Ελληνικό Ίδρυμα Ρευματολογίας. Ρευματικές Παθήσεις. [http://www.elire.gr/info\\_det.php?di=21](http://www.elire.gr/info_det.php?di=21) (Πρόσβαση: 10 Ιανουαρίου 2017).
20. Amin S, Eastell R, Clowes JA. Παράγοντες κινδύνου για οστεοπόρωση και κατάγματα σε άνδρες και γυναίκες. Στο: CooperC, WoolfAD. Οστεοπόρωση. Καλύτερη πρακτική και επιτομή έρευνας. Αθήνα: Παρισιανού 2009, 61-78.
21. Ελληνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης (ΕΛΙΟΣ). Διάγνωση Οστεοπόρωσης. Στο: Κατευθυντήριες γραμμές για τη διάγνωση και αντιμετώπιση της Οστεοπόρωσης στην Ελλάδα. Αθήνα 2013, 9-41.
22. Makras P, Vaiopoulos G, Lyritis GP. Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Osteoporosis in Greece. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2012, 2011, 12(1):38-42.
23. American Dietetic Association (ADA). Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets. *J Am Diet Assoc.* 2009, 109(7): 1266-1282.
24. Leitzmann C. Vegetarian nutrition: past, present, future. *Am J Clin Nutr.* 2014, 100(suppl):496S-502S.
25. Stahler C. How often do Americans eat vegetarian meals? And how many adults in the US are vegetarian? The Vegetarian Resource Group website. [http://www.vrg.org/nutshell/Polls/2016\\_adults\\_veg.htm](http://www.vrg.org/nutshell/Polls/2016_adults_veg.htm).
26. Mangels AR. Bone nutrients for vegetarians. *Am J Clin Nutr.* 2014, 100(suppl):469S-75S.
27. Tucker KL. Vegetarian diets and bone status. *Am J Clin Nutr.* 2014, 100(suppl):329S-35S.
28. Craig WJ. Health effects of vegan diets. *Am J Clin Nutr.* 2009, 89(suppl):1627S-33S.
29. Levis S, Lagari VS. The Role of Diet in Osteoporosis Prevention and Management. *Curr Osteoporos Rep.* 2012, 10:296-302.
30. Institute of Medicine (US) Committee to review dietary reference intakes for vitamin D and calcium (2011). In: Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL et al (eds) Dietary reference intakes for



calcium and vitamin D. National Academies Press (US), Washington (DC). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/>.

31. Weaver CM, Proulx WR, Heaney R. Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr*. 1999, 70(3):543S-548S
32. Tang AL, Walker KZ, Wilcox G, Strauss BJ, Ashton JF, Stojanovska L. Calcium absorption in Australian osteopenic post-menopausal women: An acute comparative study of fortified soymilk to cows' milk. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2010, 19(2):243-249.
33. Zhao Y, Martin BR, Weaver CM. Calcium bioavailability of calcium carbonate fortified soymilk is equivalent to cow's milk in young women. *J Nutr*. 2005, 135(10): 2379-2382.
34. Patrick L. Comparative absorption of calcium sources and calcium citrate malate for the prevention of osteoporosis. *Altern Med Rev*. 1999, 4(2):74-85.
35. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for calcium and vitamin D. Washington, DC: National Academies Press. 2011.
36. Wacker M, Holick MF. Sunlight and vitamin D: A global perspective for health. *Dermatoendocrinol*. 2013, 5(1):51-108.
37. Keegan RJ, Lu Z, Bogusz JM, Williams JE, Holick MF. Photobiology of vitamin D in mushrooms and its bioavailability in humans. *Dermatoendocrinology*. 2013, 5(1):165-176.
38. Wang T, Bengtsson G, Kaˆrnefelt I, Bjoˆrn LO. Provitamins and vitamins D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub> in *Cladonia* spp. over a latitudinal gradient: possible correlation with UV levels. *J Photochem Photobiol B*. 2001, 62:118–22.
39. Outila TA, Kaˆrkkˆinen MU, Seppˆnen RH, Lamberg-Allardt CJ. Dietary intake of vitamin D in premenopausal, healthy vegans was insufficient to maintain concentrations of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone within normal ranges during the winter in Finland. *J Am Diet Assoc*. 2000, 100:434–41.
40. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press. 2011. [www.nap.edu/download.php?record\\_idO13050](http://www.nap.edu/download.php?record_idO13050).
41. Academy of Nutrition and Dietetics. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*. 2016, 116:1970-1980.
42. Dhonukshe-Rutten RA, Pluijm SM, de Groot LC, Lips P, Smit JH, van Staveren WA. Homocysteine and vitamin B<sub>12</sub> status relate to bone turnover markers, broadband ultrasound attenuation, and fractures in healthy elderly people. *J Bone Miner Res*. 2005, 20:921–9.
43. McLean RR, Jacques PF, Selhub J, Fredman L, Tucker KL, Samelson EJ, Kiel DP, Cupples LA, Hannan MT. Plasma B vitamins, homocysteine, and their relation with bone loss and hip fracture in elderly men and women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008, 93:2206–12.

44. van Wijngaarden JP, Doets EL, Szczecinska A, Souverein OW, Duffy ME, Dullemeijer C, Cavelaars AE, Pietruszka B, Van't Veer P, Brzozowska A, et al. Vitamin B12, folate, homocysteine, and bone health in adults and elderly people: a systematic review with metaanalyses. *J Nutr Metab.* 2013, 2013:486186.
45. Tucker KL, Hannan MT, Qiao N, Jacques PF, Selhub J, Cupples LA, Kiel DP. Low plasma vitamin B12 is associated with lower BMD: the Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res.* 2005, 20:152–8.
46. Mangels R, Messina V, Messina M. *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets.* 3<sup>rd</sup> ed. Sudbury, MA: Jones and Bartlett. 2011.
47. Foster M, Samman S. Vegetarian diets across the lifecycle: Impact on zinc intake and status. *Adv Food Nutr Res.* 2015, 74:93-131.
48. Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr.* 2000, 130(5 suppl):1378S-1383S.
49. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc.* Washington, DC: National Academies Press. 2001.
50. Saunders AV, Craig WJ, Baines SK. Zinc and vegetarian diets. *MJA Open.* 2012, 1(S2):17–21.
51. US Department of Agriculture, US Department of Health and Human Services. *2015-2020 Dietary Guidelines for Americans.* 8th ed. Washington, DC: US Government Printing Office. 2015. <http://health.gov/dietaryguidelines/2015>.
52. Davis B, Melina V. *Becoming Vegan: Comprehensive Edition.* Summertown, TN: Book Publishing Co. 2014.
53. Saunders AV, Davis BC, Garg ML. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets. *Med J Aust.* 2013, 199 (4 suppl):S22-S26.
54. Weiss LA, Barrett-Connor E, von Muhlen D. Ratio of n-6 to n-3 fatty acids and bone mineral density in older adults: the Rancho Bernardo Study. *Am J Clin Nutr.* 2005, 81:934–8.
55. Craig WJ. Nutrition Concerns and Health Effects of Vegetarian Diets. *Nutr Clin Pract.* 2010, 25:613-620.
56. Sellmeyer DE, Stone KL, Sebastian A, Cummings SR. A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and the risk of fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 2001, 73:118-122.
57. Kerstetter JE, Svastisalee CM, Caseria DM, Mitnick ME, Insogna KL. A threshold for low-protein diet-induced elevations in parathyroid hormone. *Am J Clin Nutr.* 2000, 72:168-173.

58. Darling AL, Millward DJ, Torgerson, Hewitt CE, Lanham-New SA. Dietary protein and bone health: a systematic review and metaanalysis. *Am J Clin Nutr.* 2009, 90:1674-1692.
59. Hamidi M, Boucher BA, Cheung AM, Beyene J, Shah PS. Fruit and vegetable intake and bone health in women aged 45 years and over: a systematic review. *Osteoporos Int.* 2011, 22:1681–93.
60. New SA. Intake of fruit and vegetables: implications for bone health. *Proc Nutr Soc.* 2003, 62:889–99.
61. Booth SL, Tucker KL, Chen H, et al. Dietary vitamin K intakes are associated with hip fracture but not with bone mineral density in elderly men and women. *Am J Clin Nutr.* 2000, 71:1201-1208.
62. Xu L, Dibley M, D'Este C, Phillips M, Porteous J, Attia J. Food groups and risk of forearm fractures in postmenopausal women in Chengdu, China. *Climacteric* 2009, 12:222–9.
63. Burckhardt P. The role of low acid load in vegetarian diet on bone health: a narrative review. *Swiss Med Wkly.* 2016, 146:w14277
64. Chiu JF, Lan SJ, Yang CY, Wang PW, Yao WJ, Su LH, Hsieh CC. Long-term vegetarian diet and bone mineral density in postmenopausal Taiwanese women. *Calcif Tissue Int.* 1997, 60:245–9.
65. Ma DF, Qin LQ, Wang PY, Katoh R. Soy isoflavone intake increases bone mineral density in the spine of menopausal women: meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr.* 2008, 27:57–64.
66. Ma DF, Qin LQ, Wang PY, Katoh R. Soy isoflavone intake inhibits bone resorption and stimulates bone formation in menopausal women: metaanalysis of randomized controlled trials. *Eur J Clin Nutr.* 2008, 62:155–61.
67. Benetou V, Orfanos P, Pettersson-Kymmer U, Bergström U, Svensson O, Johansson I, et al. Mediterranean diet and incidence of hip fractures in a European cohort. *Osteoporos Int.* 2013, 24:1587–98.
68. Ho-Pham LT, Nguyen ND, Nguyen TV. Effect of vegetarian diets on bone mineral density: a Bayesian meta-analysis. *Am J Clin.* 2009, 90:943-50.
69. Knurick JR, Johnston CS, Wherry SJ, Aguayo I. Comparison of Correlates of Bone Mineral Density in Individuals Adhering to Lacto-Ovo, Vegan, or Omnivore Diets: A Cross-Sectional Investigation. *Nutrients.* 2015, 7: 3416-3426.
70. Park HM, Heo J, Park Y. Calcium from plant sources is beneficial to lowering the risk of osteoporosis in postmenopausal Korean women. Elsevier Inc. 2011, 31: 27-32.
71. Fontana L, Shew JL, Holloszy JO, Villareal DT. Low Bone Mass in Subjects on a Long-term Raw Vegetarian Diet. *Arch Intern Med.* 2005, 165: 684-689.

72. Krivosikova Z, Krajcovicova-Kudlackova M, Spustova V, Stefikova K, Valachovicova M, Blazicek P, et al. The association between high plasma homocysteine levels and lower bone mineral density in Slovak women: the impact of vegetarian diet. *Eur J Nutr.* 2010, 49: 147-153.
73. Wang YF, Chiu JS, Chuang MH, Chiu JE, Lin CL. Bone mineral density of vegetarian and non-vegetarian adults in Taiwan. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008, 17(1): 101-106.
74. Lousubsakul-Matthews V, Thorpe DL, Knutsen R, Beeson WL, Fraser GE, Knutsen SF. Legumes and meat analogues consumption are associated with hip fracture risk independently of meat intake among Caucasian men and women: the Adventist Health Study-2. *Public Health Nutrition.* 2013, 17(10): 2333-2343.
75. Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *European Journal of Clinical Nutrition* 2007, 61: 1400-1406.
76. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, Keyzer WD, et al.. Comparison of Nutritional Quality of the Vegan, Vegetarian, Semi-Vegetarian, Pescovegetarian and Omnivorous Diet. *Nutrients.* 2014, 6:1318-1332.
77. Welch A, Bingham S, Camus J, Dalzell N, Reeve J, Day n, Khaw KT. Calcaneum broadband ultrasound attenuation relates to vegetarian and omnivorous diets differently in men and women: an observation from the European Prospective Investigation into Cancer in Norfolk (EPIC-Norfolk) population study. *Osteoporos Int.* 2005, 16: 590-596.
78. Thorpe DL, Knulsen SF, Beeson WL, Rajaram S, Fraser GE. Effects of meat consumption and vegetarian diet on risk of wrist fracture over 25 years in a cohort of peri- and postmenopausal women. *Public health Nutr.* 2008, 11(6): 564-572.
79. Deriemacker P, Aerenhouts D, Hebbelinc M, Clarys P. Nutrient Based Estimation of Acid-Base Balance in Vegetarians and Non-vegetarians. *Plant Foods Hum Nutr.* 2010, 65: 77-82.
80. Elorinne AL, Alftan G, Erlund I, Kivimaki H, Paju A, Salminen I, et al. Food and Nutrient Intake and Nutritional Status of Finnish Vegans and Non-Vegetarians. *PLoS One.* 2016, 11(2): e0148235.
81. Crowe FL, Steur M, Allen NE, Appleby PN, Travis RC, Key TJ. Plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: results from the EPIC-Oxford study. *Public Health Nutrition.* 2010, 14(2):340-346.
82. Bonnick SL. Dual-energy x-ray absorptiometry: interpreting reports and serial measurements. *Clin Obstet Gynecol.* 2013, 56(4):677-685
83. De Laet C, Kanis JA, Oden A, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporosis International.* 2005, 16:1330-1338.

84. Trovas G, Lyritis GP, Galanos A et al. Influence of Weight Gain on Spine Mineral Density in Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int.* 1999, 64:380-3.
85. Heinrich PC, Castell JV, Andus T. Interleukin-6 and the acute phase response. *Biochem J.* 1990, 265:621-636.
86. Ershler WB, Sun WH, Binkley N, et al. Interleukin-6 and aging: blood levels and mononuclear cell production increase with advancing age and in vitro production is modifiable by dietary restriction. *Lymphokine Cytokine Res.* 1993, 12: 225-230.
87. Weaver CM. Calcium bioavailability and its relation to osteoporosis. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1992, 200:157-60.
88. Weaver CM, Plawecki KL. Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr.* 1994, 59:1238S-41S.
89. Charoenkiatkul S, Kriengsinyos W, Tuntipopipat S, Suthutvoravut U, Weaver CM. Calcium absorption from commonly consumed vegetables in healthy Thai women. *J Food Sci.* 2008, 73(9):H218-21.
90. Rosenthal L, Caminis J, Tenhouse A. Response to treatment in comparison with DEXA measurements of the lumbar spine and femur. *Calcif Tissue Int.* 1999, 64:200-204.
91. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. Washington, DC: National Academy Press. 2002.
92. Oxlund H, Barckman M, Ortoft G et al. Reduced concentrations of collagen cross-links are associated with reduced strength of bone. *Bone.* 1995, 17, 4(suppl.): 365S–371S.
93. Remer T. Influence of diet on acid-base balance. *Sem Dial.* 2000, 13:221–226
94. Sebastian A, Frassetto LA, Sellmeyer DE, Morris RC. Estimation of the netto acid load of the diet of ancestral preagricultural homo sapiens and their hominid ancestors. *Am J Clin Nutr.* 2002, 76:1308–16
95. Schwalfenberg, G.K. The Alkaline Diet: Is There Evidence That an Alkaline pH Diet Benefits Health? *J. Environ. Public Health.* 2012, 727630, doi:10.1155/2012/727630.
96. Hoge Gezondheidsraad (2006) (Superior Health Council), Voedingsaanbevelingen voor België (Recommended Daily Allowances for Belgium)
97. Gjesdal CG, Vollset SE, Ueland PM, Refsum H, Meyer HE, Tell GS. Plasma homocysteine, folate, and vitamin B12 and the risk of hip fracture: the Hordaland Homocysteine Study. *J Bone Miner Res.* 2007, 22(5):747–756
98. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB et al. Prevention of nonvertebral fractures with oral vitamin D and dose dependency: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med.* 2009, 169, 551–561.

99. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 2009, 339, b3692.