



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Συσχέτιση της κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών και της υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής με δείκτες οστικού μεταβολισμού και καρδιαγγειακών παθήσεων σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης»

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΥΠΟΨΗΦΙΑΣ

Μελίνα Κωνσταντινίδη



Λήμνος, Ιούνιος 2023

Είμαι η αποκλειστική συγγραφέας της υποβληθείσας Διδακτορικής Διατριβής με τίτλο «Συσχέτιση της κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών και της υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής με δείκτες οστικού μεταβολισμού σε άτομα μέσης και τρίτης ηλικίας». Η συγκεκριμένη Διδακτορική Διατριβή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά για την απόκτηση του Διδακτορικού διπλώματος του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής. Κάθε βοήθεια, την οποία είχα για την προετοιμασία της, αναγνωρίζεται πλήρως και αναφέρεται επακριβώς στην εργασία. Επίσης, επακριβώς αναφέρω στην εργασία τις πηγές, τις οποίες χρησιμοποίησα, και μνημονεύω επώνυμα τα δεδομένα ή τις ιδέες που αποτελούν προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας άλλων, ακόμη κι εάν η συμπερίληψή τους στην παρούσα εργασία υπήρξε έμμεση ή παραφρασμένη. Γενικότερα, βεβαιώνω ότι κατά την εκπόνηση της Διδακτορικής Διατριβής έχω τηρήσει απαρέγκλιτα όσα ο νόμος ορίζει περί πνευματικών δικαιωμάτων και έχω συμμορφωθεί πλήρως με τα προβλεπόμενα στο νόμο περί προστασίας προσωπικών δεδομένων και τις αρχές ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

«Συσχέτιση της κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών και της υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής με δείκτες οστικού μεταβολισμού και καρδιαγγειακών παθήσεων σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης»



UNIVERSITY OF THE AEGEAN

«Correlation of consumption of bio-functional foods and ingredients and the adoption of the Mediterranean Diet with indicators of bone metabolism and cardiovascular disease in individuals at increased risk of osteoporosis »

Melina Konstantinidi

Doctoral Thesis

Lemnos, 2023

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Αντώνιος Ε. Κουτελιδάκης, Επίκουρος Καθηγητής Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Τριμελής Επιτροπή Παρακολούθησης:

Κουτελιδάκης Αντώνιος, Επίκουρος Καθηγητής Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ζαμπέλας Αντώνης, Καθηγητής Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καραντώνης Χαράλαμπος, Αναπληρωτής Καθηγητής Χημείας Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Κουτελιδάκης Αντώνιος, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ζαμπέλας Αντώνιος, Καθηγητής Α' Βαθμίδας, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καραντώνης Χαράλαμπος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Γιαγκίνης Κωνσταντίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Μπουντζιούκα Βασιλική, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Αργυρίου Αναγνώστης, Καθηγητής Α' βαθμίδας, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Γκιαούρης Ευστάθιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ημερομηνία Εξέτασης: 19/06/2023

Copyrighting 2022 Μελίνα Κωνσταντινίδη

Στη γιαγιά μου

Στο θείο μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ Κουτελιδάκη Αντώνη, για την καθοδήγηση, την υποστήριξη, τη πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια που μου προσέφερε με την παροχή γνώσεων κατά τη διάρκεια της διδακτορικής μου μελέτης. Επίσης, ευχαριστώ τους ορθοπαιδικούς ιατρούς που συνέβαλαν στην μελέτη, κο Αναστασίου Ιωάννη, κο Βλάχο Νίκο, κο Τσακωτό Γεώργιο για την συμμετοχή εθελοντών – ασθενών τους με οστεοπόρωση – οστεοπενία. Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά το προσωπικό των διαπιστευμένων εταιρειών ελαιολάδου και προϊόντων ελιάς, τον διευθυντή παραγωγής κο Παναγιωτάκο Πέτρο καθώς και τον πρόεδρο και διευθύνων σύμβουλο κο Σούπο Βασίλη από την εταιρεία Arcadian Taste, τον διευθυντή παραγωγής – ποιοτικού ελέγχου, κο Κερασιώτη Θανάση, τον υπεύθυνο χημικό μηχανικό – διευθυντή εργοστασίου και Research & Development (R&D), κο Σκόνδρα Δημήτρη, τον υπεύθυνο ποιοτικού ελέγχου, κο Τσακανίκα Δημήτρη από την εταιρεία ΓΑΕΑ για την πολύτιμη βοήθεια τους και την συνεργασία τους στην παραγωγή καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με εκχύλισμα από τσάι του βουνού. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την ομάδα Διατροφής του Πανεπιστημίου Αιγαίου, την Μεταδιδάκτωρ Ερευνήτρια, Αικατερίνη Κανδυλιάρη, Όλγα Παπαγιάννη, την Μαρία Λαμπροπούλου, την Παναγιώτα Ποτσάκη, την Χρύσα Καλοτεράκη, Ερευνήτριες, για την βοήθεια τους και την υποστήριξή τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Γεράσιμο Κοντό για την βοήθεια και την υπομονή του. Επιπροσθέτως ευχαριστώ τον Δρ. Καραντώνη Χαράλαμπο, Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας Τροφίμων, και τον Δρ. Ζαμπέλα Αντώνιο, Καθηγητή Α΄ Βαθμίδας, Διατροφής του Ανθρώπου, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής, για τον χρόνο τους και τις συμβουλές τους στην παρούσα μελέτη. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στους Δρ. Γιαγκίνη Κωνσταντίνο, Αναπληρωτή Καθηγητή, Δρ. Μπουντζιούκα Βασιλική, Επίκουρη Καθηγήτρια, Δρ. Αργυρίου Αναγνώστη, Καθηγητή Α΄ Βαθμίδας και στον Δρ. Γκιαούρη Ευστάθιο, Αναπληρωτή Καθηγητή, για την τιμή να αποτελούν μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής της παρούσας διατριβής.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	8
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	10
1 Ασθένειες των οστών και οστεοπόρωση.....	11
1.1 Εισαγωγή στην Οστεοπόρωση.....	11
1.1.1 Ορισμός Οστεοπόρωσης.....	13
1.1.2 Τύποι οστεοπόρωσης.....	14
1.1.3 Παράγοντες κινδύνου και συμπτώματα οστεοπόρωσης.....	15
1.1.3.1 Επιδημιολογία της οστεοπόρωσης στο ισχίο.....	16
1.1.3.2 Επιδημιολογία της οστεοπόρωσης στην σπονδυλική στήλη.....	17
1.1.4 Παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί οστεοπόρωσης.....	17
1.1.5 Πρόληψη, Αποκατάσταση και Φαρμακευτική αγωγή της οστεοπόρωσης.....	18
1.1.6 Μεταβολισμός των οστών.....	19
1.1.7 Ασθένειες των οστών.....	20
1.1.8 Διατροφή και οστεοπόρωση.....	21
2 Μεσογειακή Διατροφή και Λειτουργικά Τρόφιμα.....	23
2.1 Μεσογειακή Διατροφή.....	23
2.2 Λειτουργικά τρόφιμα.....	24
2.2.1 Ορισμός Λειτουργικών Τροφίμων.....	24
2.2.2 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων.....	26
2.2.3 Παράγοντες επίδρασης των καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων στην συμπεριφορά των καταναλωτών.....	26
2.2.4 Οι φυτικές ίνες των λειτουργικών τροφίμων.....	27
2.2.5 Αντιοξειδωτικά ως βιοδραστικές ουσίες των λειτουργικών τροφίμων.....	27
2.2.5.1 Αντιοξειδωτικά συστατικά της διατροφής και ο ρόλος τους.....	28
2.2.6 Φαινολικές ενώσεις ως βιοενεργά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων και ο ρόλος τους.....	28
2.2.7 Πολυφαινόλες και οστικός μεταβολισμός.....	29
2.2.8 Εισαγωγικά στοιχεία στις βιοδραστικές ουσίες των βοτάνων.....	30
2.2.9 Μέθοδοι προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων.....	31
2.2.9.1 Μέθοδοι προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών συστατικών.....	31
2.2.9.2 Μέθοδοι προσδιορισμού των φαινολικών συστατικών.....	31
2.2.9.3 Μέθοδος προσδιορισμού υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης HPLC.....	31

3 Μεταβολισμός ασβεστίου και αλληλεπιδράσεις με βιοδραστικά συστατικά	33
3.1 Βιοδραστικά συστατικά λειτουργικών τροφίμων σχετικά με την οστεοπόρωση	33
3.1.1 Βιταμίνη D.....	33
3.1.2 Ασβέστιο.....	34
3.1.3 Μαγνήσιο.....	35
3.1.4 Βιταμίνη C.....	36
3.2 Βασικές αρχές μεταβολισμού του ασβεστίου.....	36
3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον μεταβολισμό του ασβεστίου	37
3.4 Απορρόφηση ασβεστίου	38
3.5 Έλλειψη ασβεστίου	38
3.6 Πηγές ασβεστίου	38
3.7 Αλληλεπίδραση ασβεστίου με ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)	38
3.8 Αλληλεπίδραση ασβεστίου με βιταμίνη D	39
3.8.1 Συμπληρώματα βιταμίνης D σε συνδυασμό με ασβέστιο.....	39
4 Παραδοσιακά λειτουργικά τρόφιμα πλούσια σε βιοδραστικά συστατικά και πολυφαινόλες	41
4.1 Παραδείγματα παραδοσιακών λειτουργικών τροφίμων	41
4.2 Χαρακτηριστικά και παραγωγή πάστα ελιάς.....	43
4.2.1 Διαδικασία παραγωγής πάστας ελιάς	43
4.2.2 Διατροφική αξία της πάστας της ελιάς.....	45
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	46
Σκοπός – Ερευνητικά Ερωτήματα	47
5 <i>In vitro</i> μελέτη των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά παραδοσιακών πρώτων υλών και ανάπτυξη καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου, αποτελούμενο από πάστα ελιάς με τσάι του βουνού, πλούσιου σε πολυφαινόλες.....	48
5.1 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας και ολικών φαινολικών συστατικών παραδοσιακών λαχανικών και βοτάνων της μεσογειακής διατροφής.....	48
5.1.1 Εισαγωγή – Σκοπός.....	48
5.1.2 Δείγματα	49
5.1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	49
5.1.3.1 Πειραματική Διαδικασία.....	49
5.1.4 Εφαρμογή μεθόδων αξιολόγησης προσδιορισμού αντιοξειδωτικών συστατικών	51
5.1.4.1 Μέθοδος Frap (Ferric reducing/Antioxidant power assay)	51
5.1.4.2 ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ (FOLIN-CIOCALTEAU).....	53
5.1.5 Παραγωγή καινοτόμου τροφίμου πάστα ελιάς με τσάι του βουνού και διατροφική επισήμανση.....	54
5.1.6 Συσκευασία προϊόντος πάστα ελιάς με τσάι του βουνού	55

5.1.7 Δημιουργία καινοτόμου τροφίμου με βάση το σύστημα HACCP	56
5.1.7.1 Μηχανήματα παραγωγικής διαδικασίας καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού (εταιρεία GAFA)	57
5.1.8 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών και ολικών φαινολικών στα τελικά δείγματα καινοτόμου τροφίμου.....	62
5.1.9 Στατιστική Ανάλυση	62
5.1.10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	63
5.1.10.1 Αντιοξειδωτική ικανότητα και ολικά φαινολικά συστατικά παραδοσιακών πρώτων υλών.....	63
5.1.10.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα και Ολικά φαινολικά συστατικά καινοτόμου τροφίμου	65
5.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	65
6 Συγχρονική Μελέτη διερεύνησης της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων που σχετίζονται με τον οστικό μεταβολισμό και συσχέτιση με το βαθμό υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής και άλλες παραμέτρους.....	69
6.1 Εισαγωγή – Σκοπός.....	69
6.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	69
6.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά συγχρονικής μελέτης – Εθελοντές.....	69
6.2.2 Σχεδιασμός της μελέτης	70
6.2.3 Εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης	70
6.2.4 Ανάλυση δεδομένων διατροφικής αξιολόγησης	72
6.3 Στατιστική Ανάλυση.....	73
6.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	73
6.4.1 Γενικά δημογραφικά χαρακτηριστικά εθελοντών.....	73
6.4.2 Βιοδείκτες.....	76
6.4.3 Προσκόλληση στη Μεσογειακή Διατροφή	76
6.4.3.1 Συχνότητες κατανάλωσης ομάδων τροφίμων και Λειτουργικών τροφίμων.....	77
6.4.4 Συγκρίσεις κατανάλωσης ομάδων τροφίμων και Λειτουργικών τροφίμων	83
6.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	87
7 Τυχοποιημένη κλινική δοκιμή διερεύνησης της αλληλεπίδρασης βιοδραστικών ενώσεων (βιταμίνη C, D3, Ca, Mg) και καινοτόμου τροφίμου πλούσιου σε πολυφαινόλες σε δείκτες οστικού μεταβολισμού	90
7.1 Εισαγωγή – Σκοπός.....	90
7.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	90
7.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά προοπτικής μελέτης.....	90
7.2.2 Εθελοντές.....	90
7.2.3 Σχεδιασμός της μελέτης	91
7.2.4. Βιοδείκτες και ΔΜΣ ενδεικτικές τιμές παραμέτρων ερωτηματολογίου.....	92
7.3 Στατιστική Ανάλυση	93

7.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	93
7.4.1 Γενικά δημογραφικά χαρακτηριστικά εθελοντών	93
7.4.2. Βιοδείκτες ανά ομάδα εθελοντών στην αρχή της μελέτης και μετά από ένα χρόνο .	94
7.4.3 Σύγκριση των τιμών οστικής πυκνότητας και ΔΜΣ ανάμεσα στις ομάδες παρέμβασης στην αρχή και το τέλος της μελέτης	101
7.4.4 Μελέτη παρέμβασης 5 μηνών κατανάλωσης καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού	104
7.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	108
8 Γενικά Συμπεράσματα	113
Βιβλιογραφία	116
Ελληνική Βιβλιογραφία, Πτυχιακές Εργασίες	129
Διεθνής Βιβλιογραφία, Βιβλία	130
Διαδικτυακές Πηγές	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I: ΦΟΡΜΑ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ	134
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III: Ανάκληση 24ώρου	140
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας πάστας ελιάς	143

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Απ' την παρούσα διατριβή προέκυψαν τα παρακάτω :

Παρουσιάσεις σε Διεθνή Συνέδρια με κριτές :

1. Konstantinidi M., Lydatakis A., Olympiou A., Theodosiou S., Bekiri M., Anastasiou I., Vlachos N., Tsakotos G., Koutelidakis A. (2022) «Effects of consumption of bioactive compounds (Vitamin C, D3, Ca, Polyphenols) on bone metabolism indices in postmenopausal women at risk of osteoporosis: A Prospective Study» 1st International Conference of Nutritional Science and Dietetics (1st ICONSD 27-29 May 2022, Thessaloniki, Greece, (Poster Presentation)
2. Konstantinidi M., Lydatakis A., Olympiou A., Theodosiou S., Bekiri M., Anastasiou I., Vlachos N., Tsakotos G., Koutelidakis A. (2022) «Effects of consumption of bioactive compounds (Vitamin C, D3, Ca, Polyphenols) on bone metabolism indices in postmenopausal women at risk of osteoporosis: A Prospective Study», 30th International Conference of Functional Food Center – 18th International Symposium of ASFFBC, (30th FFC 23-25 September 2022, Lemnos), (Poster Presentation)

Παρουσιάσεις σε Ελληνικά Συνέδρια με κριτές:

- 1 Κωνσταντινίδη Μ., Κουτελιδάκης Α. (2021) «Προοπτική μελέτη για διερεύνηση της χορήγησης βιταμίνης C, D3, Ca και Mg σε δείκτες του οστικού μεταβολισμού», 16ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διατροφής & Διαιτολογίας, (9-12 Δεκέμβρη 2021, Αθήνα)
- 2 Κωνσταντινίδη Μ., Αναστασίου Ι., Ρηγόπουλος Ν., Κουτελιδάκης Α. (2020) «Μελέτη της σχέσης του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής και της κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων με οστική μάζα και πυκνότητα σε μετεμνηνοπαυσιακές γυναίκες με κίνδυνος οστεοπόρωσης», 13ο Μακεδονικό Συνέδριο Διατροφής και Διαιτολογίας (MSD2020), (25-27 Σεπτέμβρη 2020), (Αναρτημένη Ανακοίνωση)

Δημοσιεύσεις εργασιών σε Διεθνή περιοδικά με κριτές:

1. Konstantinidi M., Koutelidakis A. (2019) “Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of Its Possible Role on Weight Management and Obesity’s Metabolic Consequences”, *Medicines*, Vol. 6, (3), pp. 94 – 99
2. Melina Konstantinidi, Alexandros Lydatakis, Antri Olympiou, Styliana Theodosiou, Bekiri Maria, Ioannis Anastasiou, Vlachos Nikolaos, George Tsakotos, Antonios Koutelidakis, Effect of the consumption of vitamin C, D3, Ca and polyphenols on bone metabolism indices in postmenopausal women with increased osteoporosis’ risk: A prospective interventional study, *Nutrients*, (under review)

Χρηματοδότηση :

Μέρος της διδακτορικής διατριβής χρηματοδοτήθηκε από το παρακάτω ερευνητικό πρόγραμμα: AGRICA II, Δίκτυο Αριστείας στην Αγροδιατροφική Έρευνα και Καινοτομία του Βόρειου Αιγαίου.

Η ΣΕΛΙΔΑ
ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ
ΚΕΝΗ ΓΙΑ
ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ
ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Τα τελευταία χρόνια, αρκετές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί δείχνουν ότι ορισμένα τρόφιμα της μεσογειακής διατροφής περιέχουν βιολειτουργικές ενώσεις, μέσω των οποίων εμφανίζουν ενδεχόμενη βιοδραστικότητα. *In vitro* πειράματα, επιδημιολογικές και κλινικές μελέτες, στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης διατροφής, έχουν εστιαστεί στη σημασία της κατανάλωσης των λειτουργικών τροφίμων, τόσο για την διατήρηση της υγείας, όσο και για την πρόληψη χρόνιων ασθενειών (π.χ. οστεοπόρωση, καρκίνος, σακχαρώδης διαβήτης, στεφανιαία νόσος και αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο). Παράλληλα, η προαγωγή της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων κρίνεται σημαντική μέσω της προώθησης νέων διατροφικών πολιτικών, στην βιομηχανία τροφίμων, όπου τα καινοτόμα τρόφιμα εισάγονται καθημερινά στην ζωή του ανθρώπου όπως τα λειτουργικά και τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει οδηγήσει στην εισαγωγή παραδοσιακών και φυσικών λειτουργικών τροφίμων και συστατικών, σε καινοτόμα, νέα λειτουργικά τρόφιμα. Παρά τις θετικές επιδράσεις που έχουν στην υγεία του ανθρώπου υπάρχουν ακόμη πολλές επιφυλάξεις λόγω έλλειψης δεδομένων για πιθανές παρενέργειες που υπάρχουν. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον για τη μελέτη διαφόρων λειτουργικών συστατικών επί των δεικτών οστικού μεταβολισμού, ενώ παράλληλα αυξάνεται η ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης της επίδρασης βιολειτουργικών συστατικών, όπως οι βιταμίνες, στο μεταβολισμό του ασβεστίου.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να αξιολογηθεί, αφενός συγχρονικά και αφετέρου προοπτικά, η επίδραση διαφόρων φυσικών βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών, καθώς και η υιοθέτηση της μεσογειακής διατροφής, σε δείκτες οστικού μεταβολισμού σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης. Επιπλέον, στόχος ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας δημιουργίας ενός καινοτόμου τροφίμου πλούσιου σε πολυφαινόλες και η διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης του σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης. Η καινοτομία της μελέτης έγκειται αφενός στο ότι δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς οι αλληλεπιδράσεις διαφόρων βιολειτουργικών συστατικών με το ασβέστιο και τον οστικό μεταβολισμό, αφετέρου η ανάγκη διερεύνησης του ρόλου των πολυφαινολών στην έκβαση της οστεοπόρωσης.

Μεθοδολογία: Αρχικά διεξήχθη συγχρονική μελέτη σε δείγμα του πληθυσμού (240 εθελοντές), άνδρες και γυναίκες άνω των 45 ετών, με την καθοδήγηση επιλογής λίστας εθελοντών μέσω ορθοπεδικών ιατρών. Οι εθελοντές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο γενικών και διατροφικών συνηθειών, ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (FFFQ), και ένα ερωτηματολόγιο για τον βαθμό υιοθέτησης της Μεσογειακής Διατροφής (Med-Diet-Score). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις διατροφικών συνηθειών, κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων και του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής τα τελευταία χρόνια με ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και δείκτες οστικού μεταβολισμού. Ακολούθησε μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή, τεσσάρων αξόνων. Μετά τη χρήση ενός προγράμματος επιλογής δείγματος, ένας κατάλληλος αριθμός 115 μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών ηλικίας 45-75 ετών, με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης (βαθμολογία t -1,0 έως -2,5) χωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες. Η πρώτη ομάδα (Α) έλαβε

καθημερινά συμπληρώματα βιταμίνης C, D3, Ca και Mg. Η δεύτερη ομάδα (B), ομάδα ελέγχου, έλαβε συμπληρώματα βιταμίνης D3, Ca και Mg. Η τρίτη ομάδα (Γ) έλαβε φαρμακευτική αγωγή, διφωσφονικά, συμπληρώματα βιταμίνης D3, Ca και Mg. Η τέταρτη ομάδα (Δ) έλαβε ένα καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, πλούσιο σε πολυφαινόλες, και συμπληρώματα βιταμίνης D3, Ca, Mg. Η μελέτη είχε διάρκεια 12 μήνες για τις τρεις πρώτες ομάδες και 5 μήνες για την τέταρτη ομάδα. Η διαφοροποίηση στη χρονική παρακολούθηση οφείλεται στο ότι το τρόφιμο δόθηκε σε μικρότερο δείγμα και εισήχθη μετά την παρέμβαση των τριών ομάδων. Ανθρωπομετρικοί δείκτες (σύσταση σώματος, βάρος, περιφέρειες κ.α.), η οστική πυκνότητα (DEXA), δείκτες οστικού μεταβολισμού και βιοχημικοί δείκτες (λιπίδια αίματος, βιταμίνη D, παραθορμόνη στο αίμα κ.α.) αξιολογήθηκαν στην αρχή και στο τέλος της μελέτης. Για την ανάπτυξη του καινοτόμου τροφίμου έγινε *in vitro* μελέτη των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και των φαινολικών συστατικών διαφόρων φυσικών λειτουργικών τροφίμων-πρώτων υλών και επιλέχθηκαν αυτά που τελικώς εισήχθησαν στην παραγωγή του καινοτόμου τροφίμου-πάστα ελιάς με τσάι του βουνού (μετρήσεις με τη μέθοδο FRAP και τη μέθοδο Folin-Ciocalteu). Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBM-SPSS Statistics2021 μέσω ελέγχου συσχέτισης μεταβλητών, ANOVA, paired samples t-test, chi-square test. Το επίπεδο σημαντικότητας ήταν $p < 0,05$.

Αποτελέσματα:

A. Μελέτη in vitro-Ανάπτυξη καινοτόμου τροφίμου: Σύμφωνα με τα πειράματα *in vitro*, οι πρώτες ύλες (πράσινη και κόκκινη πιπεριά, ελιές Καλαμών και πράσινες ελιές, ρίγανη, σκόρδο, χαμομήλι, τσάι του βουνού κ.α.) εμφάνισαν αντιοξειδωτική ικανότητα στο τσάι του βουνού, 5.93 (1.52), και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά, τσάι του βουνού, 8.65 (1.86). Μετά από δοκιμές επιλέχθηκε, η πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με τσάι του βουνού η οποία παρείχε υψηλότερη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα 8.75 (0.94) mgFeSO₄/g και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά 6.79 (2.18) mg gallic acid/g.

B. Συγχρονική μελέτη: Αναφορικά με την κατανάλωση τροφίμων που σχετίζονται με τον οστικό μεταβολισμό, παρατηρήθηκε ότι 31%, και 65% των συμμετεχόντων καταναλώνουν, αντίστοιχα, γάλα και τυρί σε ημερήσια συχνότητα, ενώ το 27%, 30% και 69% καταναλώνουν, αντίστοιχα, γιαούρτι, ξηρούς καρπούς και ψάρια 1-2 φορές/ εβδομάδα. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην κατανάλωση τυριού ($p = 0,039$) και ξηρών καρπών ($p = 0,036$) μεταξύ ημιαστικών και αστικών περιοχών, με τους κατοίκους των ημιαστικών περιοχών να έχουν υψηλότερη κατανάλωση. Άτομα με αυξημένη φυσική δραστηριότητα δήλωσαν και αυξημένη κατανάλωση ψαριών/θαλασσινών ($p = 0,009$) και οσπρίων ($p = 0,012$). Το 102% των εθελοντών είχε μέτρια προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή, το 29% είχε χαμηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή και μόνο το 18% είχε υψηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων, στο βαθμό υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής και σε κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, όπως εκπαίδευση, εισόδημα, περιοχή κατοικίας με δείκτες οστικού μεταβολισμού (όλες οι τιμές $p < 0,05$).

Γ. Τυχαίοποιημένη κλινική δοκιμή: Για τις ομάδες παρέμβασης, παρουσιάστηκε αύξηση στην παραθορμόνη (PTH) στην ομάδα A, του ασκορβικού οξέος μετά από ένα χρόνο, ενώ στις

ομάδες Β, Γ, όχι. Επίσης, η HDL χοληστερόλη παρουσίασε αύξηση στην ομάδα Α, ενώ στις άλλες όχι. Τέλος, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή στις τιμές των τριγλυκεριδίων στην ομάδα Α, 106 (9.89), μετά από ένα χρόνο παρέμβασης, ενώ αυξήθηκαν στις ομάδες Β και Γ. Επιπρόσθετα, η διαφορά των ομάδων Α, Γ στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης έδειξε στατιστικώς σημαντική αύξηση στο ασβέστιο (Ca) 9.63 (0.29), ομάδα Α και 9.54 (0.36), ομάδα Γ και μείωση στα τριγλυκερίδια, στην ομάδα Γ, 160.8 (93.28) ($p < 0.05$). Για το μαγνήσιο (Mg), την ολική χοληστερόλη και την LDL δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$). Έπειτα από το πέρας της παρέμβασης στους 5 μήνες, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση των τιμών του ασβεστίου, μαγνησίου, ολικής χοληστερόλης, LDL, και HDL χοληστερόλης για την ομάδα Δ, με μικρές διαφορές, που έλαβε συμπληρωματικά το καινοτόμο τρόφιμο, ενώ στην ομάδα ελέγχου, ομάδα Β, οι τιμές των βιοδεικτών παρέμειναν στα ανώτερα φυσιολογικά όρια. Επίσης για το καινοτόμο τρόφιμο, παρατηρήθηκε ότι στους εθελοντές που κατανάλωσαν το τρόφιμο, η οστική πυκνότητα, αυξήθηκε κατά 0.2 μονάδες κατά μέσο όρο ($p = 0.003$) και ο ΔΜΣ μειώθηκε κατά 0.07kg/m² κατά μέσο όρο ($p = 0.07$).

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των συστατικών που μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη και των δεικτών οστικού μεταβολισμού σε εθελοντές με οστεοπόρωση. Αντίθετα, παρατηρήθηκε αύξηση στις τιμές της παραθορμόνη στην ομάδα του ασκορβικού οξέος.

Συμπεράσματα: Οι πολυφαινόλες σε ένα καινοτόμο τρόφιμο, πιθανόν να έχουν επίδραση θετική στον οστικό μεταβολισμό. Σύμφωνα με την παρούσα μελέτη, η κατανάλωση πάστας ελιάς με τσάι του βουνού για 5 μήνες πιθανόν να συμβάλει σε βιοδείκτες που σχετίζονται με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία, όπως η οστεοπόρωση.

Η διατριβή έχει στόχο να συμβάλει στην εξαγωγή ερευνητικών αποτελεσμάτων, τα οποία στοχεύουν αφενός στην κινητοποίηση της βιομηχανίας τροφίμων για την ανάπτυξη και δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων πλούσιων σε πολυφαινόλες, αφετέρου στη βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, λόγω του αυξημένου κινδύνου οστεοπόρωσης και χρόνιων νοσημάτων. Περαιτέρω μελλοντικές έρευνες, κυρίως κλινικές και επιδημιολογικές μελέτες, πρέπει να λάβουν χώρα, σε μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού αλλά και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο ώστε να διερευνηθεί πλήρως η σχέση διατροφικών παραγόντων και των δεικτών οστικού μεταβολισμού.

Λέξεις κλειδιά: Λειτουργικά Τρόφιμα, Μεσογειακή Διατροφή, Δείκτες οστικού μεταβολισμού, Διατροφική πρόσληψη, μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες

ABSTRACT

Introduction: In recent years, several studies that have been carried out show that some foods of the Mediterranean diet contain biofunctional compounds, through which they display potential bioactivity. In vitro experiments, epidemiological and clinical studies, in the context of a balanced diet, have focused on the importance of consuming functional foods, both for maintaining health and for preventing chronic diseases (e.g. osteoporosis, cancer, diabetes, coronary heart disease and stroke). At the same time, the promotion of the consumption of functional foods is considered important through the promotion of new nutritional policies, in the food industry, where innovative foods are introduced into human life every day, such as functional and genetically modified foods. Modern lifestyles have led to the introduction of traditional and natural functional foods and ingredients into innovative new functional foods. Despite the positive effects they have on human health there are still many reservations due to the lack of data on possible side effects that exist. In recent years there has been research interest in the study of various functional components on bone metabolism indicators, while at the same time there is an increasing need to further investigate the effect of biofunctional components, such as vitamins, on calcium metabolism.

Aim: The purpose of this thesis was to evaluate, on the one hand synchronously and on the other perspective, the effect of various natural biofunctional foods and ingredients, as well as the adoption of the Mediterranean diet, on bone metabolism indicators in people with an increased risk of osteoporosis. In addition, the objective was to investigate the possibility of creating an innovative food rich in polyphenols and to investigate the effect of its consumption on people with an increased risk of osteoporosis. The novelty of the study lies on the one hand in the fact that the interactions of various biofunctional components with calcium and bone metabolism have not been sufficiently studied, on the other hand the need to investigate the role of polyphenols in the outcome of osteoporosis.

Methods: Initially, a cross-sectional study was conducted on a sample of the population (240 volunteers), men and women over 45 years of age, guided by the selection of a list of volunteers through orthopedic doctors. The volunteers completed a general and dietary habits questionnaire, a functional food frequency questionnaire (FFFQ), and a questionnaire on the degree of adoption of the Mediterranean Diet (Med-Diet-Score). Then, correlations of dietary habits, consumption of functional foods and the degree of adoption of the Mediterranean diet in recent years with anthropometric characteristics and indices of bone metabolism were carried out. A four-arm, randomized clinical trial followed. After using a sample selection program, a suitable number of 115 postmenopausal women aged 45-75 years, at increased risk of osteoporosis (t-score -1.0 to -2.5) were divided into four groups. The first group (A) received daily supplements of vitamin C, D3, Ca and Mg. The second group (B), control group, received vitamin D3, Ca and Mg supplements. The third group (C) received medication, bisphosphonates, vitamin D3, Ca and Mg supplements. The fourth group (D) received a novel food, olive paste enriched with mountain tea extract, rich in polyphenols, and vitamin D3, Ca, Mg supplements. The study lasted 12 months for the first three groups and 5 months for the fourth group. The difference in time follow-up is because the food was given to a smaller sample and was introduced after the intervention of the three groups. Anthropometric indices (body composition, weight, circumferences, etc.), bone mineral density (DEXA), bone metabolism indices, and biochemical indices (blood lipids, vitamin D, blood parathyroid hormone, etc.) were assessed at the beginning and at the end of the study. For the development of the innovative food, an in vitro study of the antioxidant properties and phenolic components of various natural functional foods-raw materials was carried out and those that were finally introduced in the production of the innovative food-olive paste with mountain tea

were selected (measurements by the FRAP method and Folin-Ciocalteu method). Statistical processing was performed with the IBM-SPSS Statistics2021 program through ANOVA, paired samples t-test, chi-square test. The level of significance was $p < 0.05$.

Results:

A. In vitro Study-Development of an innovative food: According to the in vitro experiments, the raw materials (green and red pepper, Kalamon olives and green olives, oregano, garlic, chamomile, mountain tea, etc.) showed antioxidant capacity in mountain tea, 5.93 (1.52), and total phenolic content, mountain tea, 8.65 (1.86). After testing, the olive paste enriched with mountain tea was selected which provided the highest total antioxidant capacity of 8.75 (0.94) mgFeSO₄/g and total phenolic content of 6.79 (2.18) mg gallic acid/g.

B. Cross-sectional study: Regarding the consumption of foods related to bone metabolism, it was observed that 31% and 65% of the participants consume, respectively, milk and cheese on a daily basis, while 27%, 30% and 69% consume, respectively, yogurt, dry fruits and fish 1-2 times/week. Statistically significant differences were observed in the consumption of cheese ($p = 0.039$) and nuts ($p = 0.036$) between semi-urban and urban areas, with residents of semi-urban areas having higher consumption. Individuals with increased physical activity also reported increased consumption of fish/seafood ($p = 0.009$) and legumes ($p = 0.012$). 102% of the volunteers had moderate adherence to the Mediterranean diet, 29% had low adherence to the Mediterranean diet, and only 18% had high adherence to the Mediterranean diet. A statistically significant correlation was observed between the consumption of functional foods, the degree of adoption of the Mediterranean diet and socio-economic factors, such as education, income, area of residence with indices of bone metabolism (all values $p < 0.05$).

C. Randomized clinical trial: For the intervention groups, there was an increase in parathyroid hormone (PTH) in group A, of ascorbic acid after one year, while in groups B, C, no. Also, HDL cholesterol showed an increase in group A, while the others did not. Finally, no statistically significant change was observed in the triglyceride values in group A, 106 (9.89), after one year of intervention, while they increased in groups B and C. Additionally, the difference between groups A, C at the beginning and at the end of the intervention showed a statistically significant increase in calcium (Ca) 9.63 (0.29), group A and 9.54 (0.36), group C and a decrease in triglycerides, in group C, 160.8 (93.28) ($p < 0.05$). For magnesium (Mg), total cholesterol and LDL there were no statistically significant differences ($p > 0.05$). After the end of the intervention at 5 months, a statistically significant decrease in the values of calcium, magnesium, total cholesterol, LDL, and HDL cholesterol was observed for group D, with small differences, which received the innovative food supplement, while in the control group, group B, biomarker values remained in the upper normal limits. Also, for the novel food, it was observed that in the volunteers who consumed the food, bone density increased by 0.2 units on average ($p = 0.003$) and BMI decreased by 0.07kg/m² on average ($p = 0.07$).

No statistically significant correlations were observed between the components studied in the present study and markers of bone metabolism in volunteers with osteoporosis. Conversely, an increase in parathormone values was observed in the ascorbic acid group.

Conclusions: Polyphenols in an innovative food may have a positive effect on bone metabolism. According to the present study, consuming olive paste with mountain tea for 5 months may contribute to biomarkers related to potential health effects, such as osteoporosis. The thesis aims to contribute to the extraction of research results, which aim on the one hand to mobilize the food industry for the development and creation of innovative functional foods rich in polyphenols, on the other hand to improve the quality of life through the consumption

of functional foods, due to the increased risk of osteoporosis and chronic diseases. Further future research, mainly clinical and epidemiological studies, must take place, in a larger sample of the population and also at a long-term level in order to fully investigate the relationship between nutritional factors and bone metabolism indices.

Keywords: Functional Foods, Mediterranean Diet, Bone Metabolism Indicators, Dietary intake, postmenopausal women

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να αξιολογηθεί αφενός μεν συγχρονικά αφετέρου δε προοπτικά η επίδραση διαφόρων διατροφικών προτύπων, όπως η μεσογειακή διατροφή, καθώς και η κατανάλωση βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών σε δείκτες οστικού μεταβολισμού σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης.

Επιπρόσθετα, στόχος της διατριβής ήταν αφενός μεν η διερεύνηση της δυνατότητας δημιουργίας ενός καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου πλούσιου σε πολυφαινόλες, αφετέρου δε η μελέτη της επίδρασης αυτού του τροφίμου αλλά και της κατανάλωσης άλλων λειτουργικών τροφίμων και βιολειτουργικών συστατικών σε δείκτες οστικού μεταβολισμού σε άτομα με παράγοντες κινδύνου οστεοπόρωσης.

Τα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα επηρεάζουν συγκεκριμένες λειτουργίες του οργανισμού, μπορεί να παρέχουν, πέρα από τη βασική διατροφή, πρόσθετα οφέλη για την υγεία ή πρόληψη για ορισμένες ασθένειες μετά από την προσθήκη ενός ευεργετικού συστατικού ή την αφαίρεση υποκατάστασης ενός αναποτελεσματικού ή επιβλαβούς συστατικού. Τα λειτουργικά τρόφιμα περιέχουν πρόσθετα συστατικά, τα οποία παρέχουν ενδεχόμενα οφέλη που σχετίζονται με την υγεία για τους ανθρώπους πέρα από την επίδραση των τυπικών προϊόντων διατροφής [Koutelidakis, 2019]. Επί του παρόντος, η βιομηχανία λειτουργικών προϊόντων χαρακτηρίζεται από δυναμική ανάπτυξη και νέα προϊόντα κυκλοφορούν σε συνεχή βάση. Υπάρχουν πολλές πιθανές θετικές δράσεις που σχετίζονται με την υγεία, που σχετίζονται με τη διατροφή που περιλαμβάνει πληθώρα λειτουργικών τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των δυνατοτήτων ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος, μείωση του κινδύνου (μεταξύ άλλων) καρδιαγγειακών προβλημάτων, οστεοπόρωσης, παχυσαρκίας και καρκίνου (ορισμένοι τύποι) καθώς και για τη βελτίωση της μνήμης και της σωματικής κατάστασης. Οι καταναλωτές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις διάφορες σχετικές πτυχές, συμπεριλαμβανομένων των πιθανών οφελών και κινδύνων, πριν αποφασίσουν να αγοράσουν ένα προϊόν διατροφής. Η επιτυχία της καινοτομίας των λειτουργικών τροφίμων εξαρτάται τόσο από την αποτελεσματικότητά του και ικανότητα ανταπόκρισης στις απαιτήσεις των καταναλωτών, ενώ οι αλλαγές στη στάση των καταναλωτών και ως αποτέλεσμα οι αποφάσεις αγοράς δεν μπορούν να ληφθούν χωρίς γνώση των κινήτρων και των προσδοκιών τους [Topolska K. et al, 2021].

Η βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται σε ετοιμότητα, για την αποδοχή της δημιουργίας καινοτόμων τροφίμων σύμφωνα με τις νέες διατροφικές προκλήσεις και τις απαιτήσεις των καταναλωτών, ενώ αυτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για τη διατήρηση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι καταναλωτές βρίσκονται σε διαρκή αναζήτηση νέων διατροφικών προτύπων, για την διασφάλιση της προστασίας του ανοσοποιητικού συστήματος και την πρόληψη χρόνιων ασθενειών [Skalkos D. et al, 2021].

Οι μειωμένες ανάγκες σε ενέργεια και πολλά θρεπτικά συστατικά που σχετίζονται με τη γήρανση δημιουργούν την ανάγκη παραγωγής ενισχυμένων τροφίμων για άτομα μέσης και τρίτης ηλικίας. Οι ηλικιωμένοι καταναλωτές επιλέγουν λειτουργικά προϊόντα πλούσια σε βιταμίνες και με χαμηλές ποσότητες ενέργειας και ορισμένων συστατικών όπως ζάχαρη, χοληστερόλη και λίπος. Άλλα προϊόντα που ενδιαφέρουν τους ηλικιωμένους είναι τα λειτουργικά τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιοδραστικές ουσίες όπως αντιοξειδωτικά, φαινολικά συστατικά, πολυφαινόλες και φυτικές ίνες. Η βιοδραστικότητα φυσικών λειτουργικών τροφίμων, όπως βοτάνων, λαχανικών, ελαιολάδου κ.α., αλλά και παραπροϊόντων τροφίμων, έχει διερευνηθεί τα τελευταία χρόνια, *in vitro* και *in vivo*, τονίζοντας την αντιοξειδωτική, περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά. Αυτές οι επιλογές συνδέονται κυρίως με την επιθυμία

πρόληψης ή μείωσης του κινδύνου ασθενειών που επικρατούν σε ηλικιωμένους. Αντίθετα, οι νεότεροι καταναλωτές δίνουν προσοχή κυρίως σε λειτουργικά προϊόντα εμπλουτισμένα με ουσίες που αυξάνουν τη σωματική και πνευματική τους δραστηριότητα και βελτιώνουν τη διάθεσή τους, όπως μπάρες πρωτεΐνης, μπάρες με προσθήκη φυτικών ινών, προβιοτικά ροφήματα γιαουρτιού και αφεγήματα φρούτων και βοτάνων [Jędrusek-Golińska, A. et al 2020].

Η Μεσογειακή Διατροφή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη ασθενειών. Τα λειτουργικά τρόφιμα όπως το ελαιόλαδο, το κρασί το τσάι κ.α. παρέχουν βιοενεργά συστατικά (πολυφαινόλες, τερπενοειδή, αλκαλοειδή, στερόλες, φλαβονοειδή, ακόρεστα λιπαρά οξέα) και εμφανίζουν ισχυρή βιοδραστηριότητα. Οι βιοδραστηρικές ενώσεις των τροφίμων που εμπεριέχονται στη Μεσογειακή Διατροφή, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων [Finicelli M. et al 2018].

Η ερευνητική βιβλιογραφία συσχετίζει τα βιολειτουργικά τρόφιμα, τα βιοενεργά συστατικά καθώς και την υιοθέτηση της μεσογειακής διατροφής με δείκτες οστικού μεταβολισμού προκειμένου να βελτιωθεί η υγεία των ατόμων μέσης και τρίτης ηλικίας με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης και μεταβολικών νοσημάτων. Τα συμπληρώματα ασβεστίου και βιταμίνης D σε συνδυασμό, μειώνουν τον κίνδυνο κατάγματος, ιδιαίτερα σε πληθυσμούς με χαμηλά επίπεδα προσλήψεων [Tabatabai, Sellmeyer 2020]. Οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες άνω των 65 ετών βρίσκονται σε υψηλό επίπεδο κινδύνου κατάγματος, ενώ παρατηρείται ότι η φαρμακευτική αγωγή κυρίως σε γυναίκες με μετεμμηνόπαυση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον τρόπο ζωής και στην διατροφή τους [Sweet M.G. et al. 2021].

Η καινοτομία της παρούσας διατριβής έγκειται στις αφενός μεν στις αλληλεπιδράσεις των συμπληρωμάτων (βιταμίνη D, βιταμίνη C, Ca, Mg) και την επίδραση τους στον οστικό μεταβολισμό, αφετέρου δε στην επίδραση των πολυφαινόλων των πρώτων υλών (ελιές Καλαμών, ελαιόλαδο, αλάτι, ρίγανη, πιπεριά, σκόρδο, τσάι του βουνού) που εισήχθησαν για πρώτη φορά στην παραγωγή καινοτόμου τροφίμου, αποτελούμενο από πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με τσάι του βουνού καθώς σε δείκτες οστικού μεταβολισμού.

Η ολοκλήρωση αυτής της διδακτορικής διατριβής στοχεύει να συμβάλλει σημαντικά στα ακαδημαϊκά και ερευνητικά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα της μελέτης στοχεύουν αφενός στην κινητοποίηση της βιομηχανίας τροφίμων για την ανάπτυξη και δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων πλούσιων σε πολυφαινόλες, αφετέρου στη βελτίωση της ποιότητας ζωής λόγω του αυξημένου κινδύνου οστεοπόρωσης και μεταβολικών νοσημάτων. [Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013, National Osteoporosis Foundation et al 2010, US Preventive Services Task Force Screening for Osteoporosis et al. 2011, Wright NC et al, 2014].

Ως πρώτη προσέγγιση στο πλαίσιο της έρευνας, δημιουργήθηκε ένα καινοτόμο λειτουργικό τρόφιμο, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού. Η συμβολή της μελέτης στην επιστημονική γνώση έγκειται αφενός στη σημασία της διερεύνησης της δυνατότητας σχεδιασμού και παραγωγής νέων καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων με πιθανές ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία και αφετέρου στην ανάγκη περαιτέρω μελέτης των διατροφικών παραγόντων που επηρεάζουν τον μεταβολισμό των οστών. Παράλληλα, σε κοινωνικο-ανθρώπινο επίπεδο, η διαχείριση προβλημάτων υγείας που εμφανίζονται μετά την εμμηνόπαυση, όπως αυξημένος κίνδυνος καταγμάτων, αυξημένα λιπίδια του αίματος κ.λπ., κρίνεται απαραίτητη για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής αυτής της πληθυσμιακής ομάδας [Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013, National Osteoporosis Foundation et al 2010, US Preventive Services Task Force Screening for Osteoporosis et al 2011, Wright NC et al, 2014].

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1 Ασθένειες των οστών και οστεοπόρωση

1.1 Εισαγωγή στην Οστεοπόρωση

Η οστεοπόρωση αποτελεί την πιο κοινή ασθένεια των οστών και περιλαμβάνει την απώλεια μάζας του οστού, κάνοντας τα οστά αδύναμα και εύθραυστα. Το όνομά της προέρχεται από τα λατινικά «πορώδη οστά» [Morrison W., 2019]. Σε άτομα που πάσχουν από οστεοπόρωση, τα οστά γίνονται τόσο εύθραυστα ώστε μια πτώση ή ακόμα και ήπιες πιέσεις όπως κάμψη μπορεί να προκαλέσει κατάγμα. Τα κατάγματα που σχετίζονται με την οστεοπόρωση εμφανίζονται συχνότερα στα πλευρά, στο ισχίο, στον καρπό ή στη σπονδυλική στήλη. Το οστό είναι ζωντανός ιστός που διασπάται συνεχώς και αντικαθίσταται, επομένως, η οστεοπόρωση εμφανίζεται όταν η δημιουργία νέου οστού δεν συμβαδίζει με την απώλεια παλαιού οστού [Mayo et al, 2021]. Σε ένα μικροσκόπιο, το εσωτερικό ενός υγιούς οστού έχει μικρούς χώρους, όπως μια κηρήθρα. Όταν εμφανίζεται η οστεοπόρωση, οι τρύπες και τα διαστήματα στην κηρήθρα είναι πολύ μεγαλύτερα από ό, τι σε υγιή οστά. Τα οστεοπορωτικά οστά χάνουν σημαντικά ποσοστά πυκνότητας ή μάζας με αποτέλεσμα να δημιουργούν μια ανώμαλη δομή ιστού. Καθώς τα οστά γίνονται λιγότερο πυκνά, εξασθενούν και είναι πιο πιθανό να σπάσουν. Επιπλέον, το εξωτερικό του οστού γίνεται πιο αδύναμο και λεπτότερο [National Osteoporosis Foundation, 2021]. Οι παράγοντες κινδύνου για την οστεοπόρωση περιλαμβάνουν τη γήρανση, τη γυναίκα, το χαμηλό σωματικό βάρος, την εμμηνόπαυση, το κάπνισμα και ορισμένα φάρμακα. Η πρόληψη και η θεραπεία περιλαμβάνουν ασβέστιο και βιταμίνη D, άσκηση και φάρμακα οστεοπόρωσης [osteoporosis health center Web MD., 2021]. Η οστεοπόρωση μπορεί να εμφανιστεί σε άτομα οποιασδήποτε ηλικίας, αλλά είναι πιο συχνή σε ηλικιωμένους και των δύο φύλων αλλά οι λευκές και οι ασιατικές γυναίκες, που έχουν περάσει την εμμηνόπαυση, διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο. Πάνω από 53 εκατομμύρια άνθρωποι στις Ηνωμένες Πολιτείες είτε έχουν οστεοπόρωση είτε διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να την αναπτύξουν [Morrison W., 2019].

Η οστεοπόρωση χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από Γάλλους και Γερμανούς επιστήμονες φυσικής σε ιατρικό συνέδριο τον 19ο αιώνα όταν περιέγραψαν την ιστολογική εμφάνιση του οστεοπορωτικού οστού, ενώ πριν από εκατό πενήντα χρόνια, η απροσδόκητη αυτή οστική απώλεια αναγνωρίστηκε από τον Sir Astley Cooper, ο οποίος παρατήρησε την σχέση μεταξύ της απώλειας οστού και του κατάγματος του ισχίου (Jordan, K.M. & Cooper, C., 2002).

Σύμφωνα με το διεθνές Ίδρυμα Οστεοπόρωσης, κάτι λιγότερο από εννέα εκατομμύρια κατάγματα το χρόνο αποδίδονται στην οστεοπόρωση. Η οστεοπόρωση είναι μια εξαιρετικά εξουθενωτική πάθηση, η οποία εμφανίζεται πολύ συχνά και πολύ γρήγορα σε πολλά άτομα. Η οστεοπενία (μειωμένη οστική πυκνότητα) θεωρείται ως πρόδρομος της οστεοπόρωσης. Όπως συμβαίνει με πολλές πτυχές της ανθρώπινης κατάστασης, η ηλικία επηρεάζει άμεσα την υγεία των οστών. Τόσο οι άνδρες όσο και γυναίκες επηρεάζονται από την οστεοπόρωση. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, περισσότεροι από σαράντα εκατομμύρια άνθρωποι έχουν ήδη οστεοπόρωση ή διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να την αναπτύξουν λόγω συνεχούς απώλειας οστικής μάζας [Bryant Lusk, et al 2019]. Αν και οι άνδρες δεν έχουν ανοσία, η συντριπτική πλειοψηφία των οστεοπορωτικών καταγμάτων εμφανίζεται σε γυναίκες τρίτης ηλικίας. Οι λόγοι για αυτό σχετίζονται εν μέρει με τις διαφορές στην οστική πυκνότητα κατά την ωριμότητα και ειδικότερα με την απώλεια οστού που συμβαίνει μετά την εμμηνόπαυση. Οι άνδρες αποτελούν σημαντικό μέρος των οστεοπορωτικών ασθενών. Στην πραγματικότητα, οι άνδρες υφίστανται το 20-30% όλων των οστεοπορωτικών καταγμάτων, ποσοστό που αναμένεται να αυξηθεί τις επόμενες δεκαετίες. Τα κατάγματα ισχίου μπορούν να διατηρηθούν λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές συνέπειες, ωστόσο το ποσοστό των ανδρών που πάσχουν από

οστεοπορωτικά κατάγματα ισχίου παγκοσμίως το 2025 προβλέπεται να είναι ίσο με αυτό που είχαν οι γυναίκες το 1990. Μέχρι το 2050, η συχνότητα των καταγμάτων ισχίου στους άνδρες προβλέπεται να αυξηθεί κατά 310%. Αυτό θα ισοδυναμεί με περισσότερα από 6 εκατομμύρια κατάγματα ισχίου παγκοσμίως. Παρόμοια με τις γυναίκες, οι άνδρες εμφανίζουν αργή και συνεχή απώλεια οστικής μάζας μετά την επίτευξη της μέγιστης οστικής πυκνότητας και, όπως και οι γυναίκες, υφίστανται επιταχυνόμενο ρυθμό οστικής απώλειας σε προχωρημένη ηλικία, αν και σε μεγαλύτερη ηλικία από αυτή που αντιστοιχεί στην εμμηνόπαυση στις γυναίκες. Η μέση οστική απώλεια κατά τη διάρκεια της ζωής τόσο στο φλοιώδες όσο και στο δοκιδωτό οστό θα είναι περίπου 20-25%. Σε σύγκριση με τις γυναίκες, ο απόλυτος κίνδυνος κατάγματος ισχίου είναι υψηλότερος στους άνδρες και η θνησιμότητα από κατάγματα ισχίου τείνει να είναι μεγαλύτερη στους άνδρες. Επομένως, οι άνδρες δεν πρέπει να αποκλείονται από την εκπαίδευση και τα προληπτικά μέτρα για την οστεοπόρωση [Yochana Khayat et al 2016].

Για την μέτρηση της οστικής μάζας, η πιο προσιτή, μη παρεμβατική εξέταση είναι η οστική πυκνομετρία. Η τεχνική της οστικής πυκνομετρίας που έχει επικρατήσει είναι η Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) κατά την οποία χρησιμοποιούνται ακτίνες X διπλής δέσμης (DEXA). Η DEXA με ελάχιστη ακτινοβολία δίνει ακριβή στοιχεία για την οστική πυκνότητα και αποτελεί την μέθοδο εκλογής για τη διάγνωση και την παρακολούθηση των ασθενών με οστεοπόρωση.

Η μέτρηση πραγματοποιείται συνήθως σε προσθιοπίσθια προβολή στη σπονδυλική στήλη ή το ισχίο. Τα αποτελέσματα της οστικής πυκνομετρίας αποδίδονται με 3 τρόπους: Α) απόλυτη τιμή οστικής πυκνότητας - Body Mass Density (BMD) σε gr/cm^3 , Β) T-score, είναι η σταθερή απόκλιση (SD) της οστικής πυκνότητας από την μέση τιμή νέων υγιών ατόμων, Γ) Z-score είναι η σταθερή απόκλιση (SD) της οστικής πυκνότητας από την μέση τιμή ατόμων της ίδιας ηλικίας. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) έχει καθορίσει τα όρια φυσιολογικής – παθολογικής οστικής πυκνότητας με βάση το T-score. Η φυσιολογική οστική πυκνότητα είναι αυτή που βρίσκεται κατά 1 το πολύ σταθερή απόκλιση (SD) κάτω από το μέσο όρο της οστικής πυκνότητας νέων, υγιών ατόμων του ίδιου φύλου και φυλής (T-score > -1). Η οστεοπενία είναι εκείνη όπου η οστική πυκνότητα βρίσκεται μεταξύ -1 και 2,5 σταθερή απόκλιση ($-1 > \text{t-score} > -2,5$). Η οστεοπόρωση είναι όταν η οστική πυκνότητα είναι μικρότερη κατά 2,5 τουλάχιστον σταθερή απόκλιση από αυτή των νέων (T-score < -2,5). Σοβαρή ή εγκατεστημένη οστεοπόρωση είναι η συνύπαρξη κατάγματος σε ασθενείς με T-score < -2,5.

Όσο χαμηλότερη είναι η οστική μάζα τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος κατάγματος. Κάθε ελάττωση της οστικής πυκνότητας κατά 1 σταθερή απόκλιση κάτω από το μέσο όρο συνδέεται με διπλάσια έως τριπλάσια αύξηση του κινδύνου για κάταγμα. Το όριο των -2,5 σταθερή απόκλιση ονομάζεται «ουδός κατάγματος» γιατί κάτω από αυτό ο κίνδυνος κατάγματος αυξάνεται σημαντικά. Θεωρητικά κάθε άνθρωπος θα υπερβεί το «κατώφλι» σε κάποια στιγμή της ζωής του, αλλά η ηλικία που θα συμβεί αυτό ποικίλει σημαντικά και εξαρτάται από την κορυφαία οστική πυκνότητα και τον ρυθμό της οστικής απώλειας. Τόσο το T όσο και το Z-score μπορούν να εκφραστούν σε ποσοστό επί τοις εκατό, με μέση τιμή το 100%. Παθολογικά ποσοστά θεωρούνται γενικά αυτά που είναι χαμηλότερα από 85% [Lau EM, 2001].

Από τις αρχαίες εποχές η οστεοπόρωση ήταν μια από τις παθήσεις οι οποίες ταλαιπωρούσαν τους πολίτες και αποτελούσαν συχνή αιτία θανάτου, αυτό προδίδει και η κακή κατάσταση υγείας αλλά και ο τρόπος ζωής τόσο των εργαζόμενων όσο και ατόμων που είχαν υψηλές θέσεις στην ιεραρχία. Συγκεκριμένα, σε μελέτες που έγιναν με βάση σκελετούς μεταξύ δύο κοινωνικών τάξεων στις περιοχές του Παλαιού Βασιλείου και της Γκίζας με τη χρήση διαγνωστικών μεθόδων όπως η διπλής ενέργειας φωτονιακή απορροφησιμετρία (Dual

Energy X-ray Absorptiometry - DEXA) καθώς και ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (Scanning Electron Microscopy - SEM) έδειξαν πως οι άνδρες εργαζόμενοι είχαν σημαντικές αλλοιώσεις και ελλείψεις οστικής πυκνότητας λόγω διατροφής, στρες καθώς και αυξημένου φόρτου εργασίας σε αντίθεση με τους υψηλόβαθμους άνδρες ενώ οι εργαζόμενες γυναίκες είχαν μεγαλύτερα επίπεδα οστικής πυκνότητας σε σχέση με τις γυναίκες που είχαν κάποια θέση στο βασίλειο. Αυτό έδειξε να οφείλεται στην καθιστική ζωή που συνήθιζαν να έχουν οι γυναίκες της συγκεκριμένης κοινωνικής τάξης σε συνδυασμό με τις ορμονικές μεταβολές εξαιτίας της εμμηνόπαυσης [Zaki, M.E. et al. 2008].

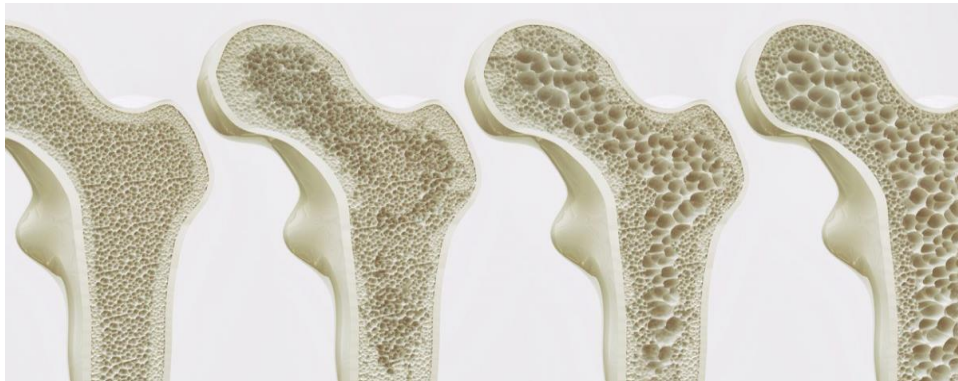
1.1.1 Ορισμός Οστεοπόρωσης

Η οστεοπόρωση προήλθε από τις ελληνικές σύνθετες λέξεις «Osteo» που σημαίνει κόκκαλο, «por» (os) που σημαίνει το πέρασμα ή ταξίδι και «osis», άρρωστη κατάσταση. Έτσι εάν ενωθεί όλη η λέξη μαζί, σημαίνει κυριολεκτικά μια νοσηρή κατάσταση της διέλευσης του οστού. Ορίζεται ως μια ασθένεια των οστών όπου υπάρχει είτε υπερβολική απώλεια οστού είτε υπάρχει πολύ λίγο οστό ή και τα δύο [Bryant Lusk, et al 2019, Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013].

Με τον όρο οστεοπόρωση, γνωστή και ως σιωπηλή νόσος των ηλικιωμένων, περιγράφουμε την προοδευτική μείωση της οστικής πυκνότητας του ανθρώπινου σκελετού, το οποίο προδιαθέτει σε παθολογικά κατάγματα (κατάγματα όπου ασκήθηκε χαμηλή δύναμη) και σε μεγάλη ευθραυστότητα των οστών εξαιτίας της μείωσης της αντοχής τους. Εκτός από την μειωμένη αντοχή του οστού, η δομή του είναι ανώμαλα πορώδης. Παρόλα αυτά η ασβεστοποίηση του οστού εμφανίζεται φυσιολογική. Σε κυτταρικό επίπεδο, είναι αποτέλεσμα οστεοκλαστικής οστικής απορρόφησης η οποία δεν αντισταθμίζεται από τον σχηματισμό οστεοβλαστική δραστηριότητα, προκαλώντας αυξημένη συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων. Η οστεοπόρωση επιδρά αρνητικά στην ποιότητα ζωής των ατόμων καθώς, ανάλογα με το κάταγμα και τη σφοδρότητά του, μπορεί να προκαλέσει μόνιμες μεταβολές όπως αναπηρία αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις θάνατο [Burden, A.M. et al., 2020, Takata, S. and Yasui, N., 2001]. Αρκετά συχνά, η οστεοπόρωση συνδέεται με κατάγματα επιβαρύνοντας τα άτομα στη κοινωνική τους ζωή, αφού οδηγεί σε σωματικές και ψυχολογικές συνέπειες όπως μελλοντικά κατάγματα, κατάθλιψη, πόνος, λειτουργική βλάβη και τελικά αναπηρία. Συγκεκριμένα, τα οστεοπορωτικά κατάγματα μάλιστα συνδέονται αρκετά συχνά με τον χρόνιο πόνο ενώ ένα μεγάλο ποσοστό αυτών καταλήγει σε θάνατο, αφού η πλειοψηφία των ασθενών δεν επανέρχεται ποτέ στη πρότερή της κατάσταση. Το συγκεκριμένο γεγονός συμβαίνει είτε λόγω της μειωμένης συμμόρφωσης των ασθενών με τη θεραπεία σε συνδυασμό με τους επιβαρυντικούς παράγοντες, είτε λόγω της μειωμένης κινητικότητας που τους απαγορεύει, έμμεσα, να συνεχίσουν τον προηγούμενο τρόπο ζωής τους [Dempster, D., 2011].

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει ορίσει την οστεοπόρωση ως μείωση της οστικής μάζας (50%) και της οστικής πυκνότητας (50%). Η οστεοπόρωση επηρεάζει μεγάλο αριθμό ανθρώπων και ο επιπολασμός της αυξάνεται με την ηλικία του πληθυσμού. Το Εθνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης, η Διεθνής Εταιρεία για την Κλινική Πυκνότητα (ISCD) και η Ομάδα Προληπτικών Υπηρεσιών των ΗΠΑ (USPSTF) υποστηρίζουν το Τεστ Οστικής Πυκνότητας (BMD) και την Οστεοπενία (Οστική Μάζα) για γυναίκες ≥ 65 και γυναίκες που βρίσκονται σε υψηλό επίπεδο κινδύνου κατάγματος. Ωστόσο, η πλειονότητα των καταγμάτων εμφανίζεται σε ασθενείς με χαμηλή οστική μάζα και οστεοπόρωση λόγω του μεγάλου αριθμού ατόμων με οστική μάζα σε αυτό το εύρος. Οι μετεμμηνόπαυσιακές γυναίκες έχουν αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) έχει διαμορφώσει τα ακόλουθα

κριτήρια διάγνωσης της οστεοπόρωσης με βάση το T-score της μέτρησης οστικής πυκνότητας (BMD) σε οποιοδήποτε σημείο του σκελετού. Η εξέταση θεωρείται φυσιολογική όταν το T-score είναι μεγαλύτερο του -1 δηλαδή για παράδειγμα -0,5 ή 1. Από το -1 έως το -2,5 το αποτέλεσμα της εξέτασης χαρακτηρίζεται ως οστεοπενία, δηλαδή το σκαλοπάτι πριν την οστεοπόρωση και από -2,5 και κάτω π.χ. -3 ή -3,5 είναι οστεοπόρωση. Ωστόσο, ένα άτομο με χαμηλή οστική πυκνότητα μπορεί να εξακολουθεί να έχει επαρκές επίπεδο οστικής πυκνότητας, καθιστώντας το ανθεκτικό σε κατάγματα και τραυματισμούς. Επίσης, ένα άτομο μπορεί να έχει ένα κατάλληλο επίπεδο οστικής πυκνότητας, αλλά κακή ποιότητα των οστών, καθιστώντας το ευάλωτο σε κατάγματα και τραυματισμούς. Η οστεοπενία ορίζεται ως η οστική πυκνότητα χαμηλότερη από την κανονική, αλλά όχι τόσο χαμηλή ώστε να περάσει το όριο στην οστεοπόρωση. Ωστόσο, εάν αφηθεί χωρίς θεραπεία, η οστεοπενία μπορεί να εξελιχθεί σε οστεοπόρωση με την πάροδο του χρόνου. Η οστεοπενία εμφανίζεται (σχετικά) στη δεύτερη οστική δομή ή αμέσως μετά από αυτήν που απεικονίζεται στο σχήμα [Bryant Lusk, et al 2019, Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013].



Σχήμα 1. Εξέλιξη της οστεοπόρωσης [Bryant Lusk, et al 2019, Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013]

Το σχήμα απεικονίζει τις τρισδιάστατες αποδόσεις του ανθρώπινου οστού. Απεικονίζουν στάδια εξέλιξης της οστεοπόρωσης από αριστερά (φυσιολογικό οστό) προς τα δεξιά (οστεοπόρωση). Η φιγούρα στα άκρα αριστερά παρουσιάζει υψηλότερη οστική πυκνότητα από αυτή στα άκρα δεξιά. Η δομή του οστού στα δεξιά είναι πιθανώς πιο επιρρεπής σε καμπυλότητα και κατάγματα λόγω της χαμηλότερης πυκνότητας. Η οστεοπενία εμφανίζεται (σχετικά) στη δεύτερη οστική δομή ή αμέσως μετά από αυτήν που απεικονίζεται στο σχήμα [Bryant Lusk, et al 2019, Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013].

1.1.2 Τύποι οστεοπόρωσης

Υπάρχουν τέσσερις τύποι οστεοπόρωσης:

1. Πρωτοπαθής οστεοπόρωση – αυτός είναι ο πιο κοινός τύπος. Είναι πιο συχνή στις γυναίκες παρά στους άνδρες. Αυτός ο τύπος προκαλείται από τη γήρανση, τον τρόπο ζωής, τη σωματική δραστηριότητα και τη διατροφή.
2. Δευτεροπαθής οστεοπόρωση – αυτός είναι ένας τύπος οστεοπόρωσης που προκύπτει από μια υπάρχουσα ιατρική κατάσταση όπως αυτές που επηρεάζουν τα όργανα που παράγουν ορμόνες όπως ο θυρεοειδής, ο παραθυρεοειδής και τα επινεφρίδια. Αυτό μπορεί επίσης να προκληθεί από μεγάλη πρόσληψη φαρμάκων που σπάζουν τα οστά, όπως κορτικοστεροειδή ή

φάρμακα για τον θυρεοειδή. Σε αντίθεση με την πρωτοπαθή οστεοπόρωση, η οποία συνήθως εμφανίζεται στα τελευταία χρόνια της ζωής, αυτός ο τύπος μπορεί να εμφανιστεί ανά πάσα στιγμή.

3. Οστεογένεση ατελής – αυτός ο τύπος προκαλεί σπάσιμο των οστών χωρίς προφανή λόγο ή εξήγηση. Και αυτό που είναι πιο ατυχές για αυτόν τον τύπο, είναι ήδη παρών κατά τη γέννηση.

4. Ιδιοπαθής νεανική οστεοπόρωση – ιδιοπαθής σημαίνει άγνωστη αιτία. Αυτός ο τύπος επηρεάζει τα παιδιά 8-14, όπου αναμένεται ταχεία ανάπτυξη των οστών. Για κάποιους άγνωστους λόγους, αντί για ανάπτυξη, υπάρχει μικρός σχηματισμός οστού ή υπερβολική απώλεια οστού [Grain Works, et al 2014].

1.1.3 Παράγοντες κινδύνου και συμπτώματα οστεοπόρωσης

Οι επιλογές του τρόπου ζωής επηρεάζουν το 20-40% της μέγιστης μάζας των οστών. Επομένως, η βελτιστοποίηση των παραγόντων του τρόπου ζωής που είναι γνωστό ότι επηρεάζουν τη μέγιστη οστική μάζα και δύναμη είναι μια σημαντική στρατηγική που στοχεύει στη μείωση του κινδύνου οστεοπόρωσης ή της χαμηλής οστικής μάζας αργότερα στη ζωή. Από τα ευρήματα πολλών ερευνών και μελετών όσο αφορά την ανάπτυξη της οστεοπόρωσης, έχει βρεθεί ότι υπάρχουν δύο είδη παραγόντων που επηρεάζουν και σχετίζονται με την οστεοπόρωση, τους τροποποιήσιμους παράγοντες και τους μη τροποποιήσιμους παράγοντες. Οι μη τροποποιήσιμοι παράγοντες περιλαμβάνουν τα γονίδια, την καταγωγή του κάθε ατόμου, το φύλο, την ηλικία και παθήσεις (π.χ. ρευματοειδής αρθρίτιδα). Στους τροποποιήσιμους περιλαμβάνεται κυρίως η διατροφή και η άσκηση, αλλά και κάποιοι δευτερεύον λόγοι όπως το κάπνισμα, η μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ και τα φάρμακα [Weaver C. M., et al., 2016].

Συνήθως δεν υπάρχουν συμπτώματα στα αρχικά στάδια της απώλειας οστού και της χαμηλής οστικής πυκνότητας για αυτό και η οστεοπόρωση πολλές φορές χαρακτηρίζεται ως σιωπηλή νόσος, οπότε και καθιστά την νόσο άγνωστη στους ασθενείς. Όταν τα οστά έχουν εξασθενήσει από την οστεοπόρωση, μπορεί να υπάρξουν σημεία και συμπτώματα τα οποία περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων την μείωση του ύψους, ίσως και περισσότερο από 4 εκατοστά τα τελευταία 10 χρόνια. Ένα άλλο σύμπτωμα της οστεοπόρωσης αποτελεί η θωρακική κύφωση ή αλλιώς το κοίλο του Dowager. Η θωρακική κύφωση έχει διάφορες αιτιολογίες, μερικές εκ των οποίων αποτελούν την μυϊκή αδυναμία αλλά και ο πόνος, ωστόσο το πρόσθιο κάταγμα των σπονδυλικών σωμάτων φαίνεται να είναι ο κύριος λόγος πρόκλησης του κοίλου του Dowager. Επιπλέον, η θωρακική κύφωση, λόγω της λανθασμένης στάσης του σώματος, δημιουργούν αυξημένη πίεση στα κοιλιακά όργανα με αποτέλεσμα εκδηλώσεις όπως διογκωμένο στομάχι, δύσπνοια και μειωμένη ανοχή στην άσκηση λόγω της μείωσης του χώρου μεταξύ του θώρακα και των κοιλιακών οργάνων. Συχνά είναι και τα επεισόδια ουρικής ακράτειας τύπου στρες, δυσπεψία, καούρα καθώς και πρόπτωση μεσοσπονδύλιου δίσκου. Επίσης, ο κορεσμός και οι διαταραχές του ύπνου συχνά αποτελούν μέρος των συμπτωμάτων που χαρακτηρίζει έναν ασθενή με οστεοπόρωση επιδρώντας αρνητικά στη ποιότητα ζωής του ατόμου μέσω της δυσμενούς συναισθηματικής κατάστασης. Τέλος, ένα ακόμα σύνηθες σημείο της οστεοπόρωσης μπορεί να θεωρηθεί και ο πόνος είτε κοντά στη σπονδυλική στήλη, ο οποίος πολλές φορές οφείλεται σε οστεοπορωτικό κάταγμα του σπονδύλου και κάκωση του μεσοσπονδύλιου δίσκου με πρόπτωση, είτε στη λάθος στάση του σώματος η οποία προκαλεί συμπλησίαση της πυέλου με τις τελευταίες πλευρές του ασθενούς προκαλώντας οπίσθιο πόνο στην οσφύ. Ο πόνος στη σπονδυλική στήλη αποτελεί ένα από τα πρώτα σημεία ύπαρξης της πάθησης ενώ πολλές φορές μπορεί να μετατραπεί σε χρόνιο πόνο είτε λόγω λανθασμένης στάσης είτε εξαιτίας κάποιου κατάγματος/ εκφύλισης [Britnell, S.J. et al., 2005, Bennell, K. et al., 2000, Garfin, S.R. and Reilly. M.A., 2002].

Σύμφωνα με τους Bennell K. et al. (2000), διάφοροι παράγοντες κινδύνου έχουν διατυπωθεί, οι οποίοι μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στην εμφάνιση οστεοπόρωσης. Μερικοί από αυτούς αποτελούν το φύλο (πιο συχνά στις γυναίκες), η ηλικία (με την πάροδο των χρόνων οι πιθανότητες για εμφάνιση οστεοπόρωσης αυξάνονται), το οικογενειακό ιστορικό και το ιστορικό κατάγματος του ισχίου, καθώς επίσης και το μέγεθος του σκελετού του σώματος (άτομα με μικρό σκελετό φαίνεται να είναι πιο ευάλωτα λόγω της μειωμένης οστικής μάζας). Τέλος, ο τρόπος ζωής πολλές φορές μπορεί να αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την μείωση της οστικής πυκνότητας. Η κατανάλωση αλκοόλ, καφεΐνης, η μειωμένη πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D και η χρήση καπνού έχουν αποδειχθεί πως συμβάλλουν στην οστική αδυναμία και δεν επιτρέπουν την φυσιολογική αύξηση της οστικής πυκνότητας. Ωστόσο, τον μεγαλύτερο παράγοντα κινδύνου για οστεοπόρωση αποτελεί η καθιστική ζωή που μειώνει την αντοχή των οστών και την φυσιολογική οστική πυκνότητα [Carlson, B.C. et al., 2019].

1.1.3.1 Επιδημιολογία της οστεοπόρωσης στο ισχίο

Σύμφωνα με έρευνα των Clynes, M.A. et al. (2020) τα επεισόδια καταγμάτων του ισχίου παγκοσμίως υπερβαίνουν τα 1.5 εκατομμύριο το χρόνο με τις γυναίκες να καταλαμβάνουν περίπου το 66% αυτών με συνήθη αιτία τη πτώση στο έδαφος εξ ίδιου ύψους και είναι χαμηλής ενέργειας. Χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων περιστατικών αποτελεί η ηλικία άνω των 50 ετών στο μεγαλύτερο ποσοστό των ασθενών, ενώ ο χειμώνας και οι περίοδοι του έτους με χαμηλές θερμοκρασίες συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο χρονικό ορόσημο αυτών των κακώσεων, ίσως και λόγω μειωμένης όρασης εξαιτίας πολλών νυκτερινών ωρών αλλά και επιβράδυνσης των νυκτερινών αντανακλαστικών, οι οποίες συμβαίνουν συνήθως σε εσωτερικούς χώρους και δεν αποτελούν κάποιο επεισόδιο πτώσης σε λείο έδαφος όπως πάγο. Επίσης, σημαντικό ρόλο για ένα κάταγμα ισχίου αλλά και για την μετέπειτα αποκατάστασή του λαμβάνουν οι συνοδές ασθένειες του ατόμου καθώς και η λειτουργικότητα του ασθενούς πριν το κάταγμα. Σε περίπτωση επιβαρυνμένου ιστορικού, αυτοί οι παράγοντες μπορούν να αποβούν μοιραίοι μέχρι και για θάνατο. Σε άλλη έρευνα των Bliuc D. et al. (2009), φαίνεται πως η θνησιμότητα αυξάνεται όταν ένα κάταγμα ευθραυστότητας συνδέεται με αδυναμία τετρακέφαλου, αυξημένη ηλικία αλλά ακόμα και όταν ο ασθενής είναι καπνιστής σε διάστημα πέντε (5) έως και δέκα (10) έτη μετά το κάταγμα ισχίου [Dawson, E. G., 2015].



Σχήμα 2 : Αριστερά Φυσιολογικό Ισχίο – Δεξιά Οστεοπορωτικό Ισχίο [Dawson, E. G., 2015]

1.1.3.2 Επιδημιολογία της οστεοπόρωσης στην σπονδυλική στήλη

Στη σημερινή εποχή, τα κατάγματα των σπονδυλικών δομών που οφείλονται στην οστεοπόρωση είναι πολύ συχνά με περίπου διακόσες εξήντα χιλιάδες άτομα (260.000) να νοσηλεύονται ετησίως. Ωστόσο, ενώ ο αριθμός αυτός είναι από μόνος του μεγάλος, έρευνες δείχνουν πως δύο στους τρεις ασθενείς (το 67%) των συγκεκριμένων καταγμάτων, παραμένουν μη διαγνωσμένα ενώ και σε κάποια από αυτά οι ασθενείς προσπαθούν να θεραπευτούν με την ανάπαυση. Η ηλικία και το φύλο φαίνεται να αποτελούν παράγοντες αυξημένου κινδύνου με τις γυναίκες να έχουν τετραπλάσιες πιθανότητες για την πάθηση σε σχέση με τους άνδρες, ενώ από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου θεωρούνται η καθιστική ζωή, το κάπνισμα και η έλλειψη ασβεστίου και βιταμίνης D. Άτομα τα οποία έχουν υποστεί κάποιο κάταγμα στη σπονδυλική στήλη κατέχουν αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας, ειδικά τους πρώτους έξι μήνες, ενώ η πιθανότητες αυτές αυξάνονται από το πρώτος έτος μετά το κάταγμα (28.3%) έως το όγδοο έτος (89.5%) [Carlson, B.C. et al., 2019].



Σχήμα 3 : Πρώτος Σπόνδυλος Φυσιολογικός- Δεύτερος Σπόνδυλος Οστεοπορωτικός- Τρίτος Σπόνδυλος Οστεοπορωτικός με Δύναμη Συμπίεσης (Schroth Scoliosis & Spine Clinic) [Carlson, B.C. et al., 2019]

1.1.4 Παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί οστεοπόρωσης

Υπάρχουν διάφοροι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί που επηρεάζουν την απώλεια οστικής πυκνότητας και αυξάνουν την εμφάνιση αρχικά οστεοπενίας και ακολούθως οστεοπόρωσης. Οι πιο συχνοί παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί που οδηγούν στην οστεοπόρωση είναι:

- η μη επίτευξη της ιδανικής κορυφαίας οστικής μάζας (επιτυγχάνεται στην 3η δεκαετία της ζωής του ανθρώπου) και για διαφορετικούς λόγους όπως αναφέρεται ακολούθως.
- η αυξημένη οστική απώλεια λόγω μείωσης των ορμονών του φύλου (η μείωση των οιστρογόνων στις γυναίκες είναι η βασική αιτία της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης).
- Γενετικοί παράγοντες – Κληρονομικότητα.

- Τρόπος ζωής – συνήθειες (καθιστική ζωή, αποχή από άσκηση, κάπνισμα, μεγάλη κατανάλωση οινοπνευματωδών).
- Διατροφικές συνήθειες (κατανάλωση γαλακτοκομικών και πράσινων λαχανικών).
- Ορμονολογικές διαταραχές (υπερθυρεοειδισμός, σακχαρώδης διαβήτης).
- Φάρμακα.
- Όπως και τόσες άλλες συστηματικές παθήσεις, ομοίως και η οστεοπόρωση μπορεί να είναι πρωτοπαθής (αγνώστου αιτιολογίας) ή δευτεροπαθής (όπου ενοχοποιείται συγκεκριμένο αίτιο για την γένεσή της όπως δευτεροπαθής υπερπαραθυρεοειδισμός, υπογοναδισμός, υπερθυρεοειδισμός, λήψη κορτικοστεροειδών > 3 μήνες, ακινητοποίηση σε γύψο για μεγάλο χρονικό διάστημα [Nikolopoulos D., 2021]).

1.1.5 Πρόληψη, Αποκατάσταση και Φαρμακευτική αγωγή της οστεοπόρωσης

Η φυσιολογική σύσταση του οστού καθώς και η παραμονή του σε υγιή επίπεδα είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ισορροπία μεταξύ οστικής πυκνότητας και μυϊκής δύναμης, οι οποίες με τη σειρά τους οφείλουν τη φυσιολογική τους μορφή και λειτουργία στην μυϊκή φόρτιση καθώς και τη φόρτιση του ατόμου από τη βαρύτητα. Η άσκηση και συγκεκριμένα η προπόνηση αντοχής, φάνηκε να επιδρά θετικά προκαλώντας αύξηση των βλαστικών κυττάρων, μέρος των οποίων αποτελούν οι οστεοβλάστες (κύτταρα που προκαλούν αύξηση της οστικής πυκνότητας) του μυελού των οστών σε αντίθεση με την καθιστική ζωή, βελτιώνοντας το δυναμικό οστεογονικής διαφοροποίησης των συγκεκριμένων κυττάρων και μειώνοντας το λιπογενές δυναμικό αυτών [Maredziak, M. et al., 2015].

Ωστόσο, σε ένα μεγάλο πλήθος ατόμων, η εξέλιξη της πάθησης μετατοπίζεται σε μετέπειτα στάδια, είτε λόγω αυξημένων παραγόντων κινδύνου είτε έλλειψης προσυμπτωματικού ελέγχου με συνδυασμό την ηλικία και την καθιστική ζωή. Σε αυτή τη περίπτωση τα συμπτώματα όπως ο πόνος, η μειωμένη λειτουργικότητα καθώς και οι σωματικές βλάβες επιδρούν αρνητικά στον ασθενή υποβαθμίζοντας τη ποιότητα ζωής του και αυξάνοντας τον κίνδυνο θνησιμότητας. Η θεραπευτική άσκηση έρχεται να μειώσει την επιρροή των βλαβών που προκαλεί η οστεοπόρωση και να βελτιώσει την καθημερινότητα του ατόμου και την επανένταξή του στις προηγούμενες κοινωνικές του δραστηριότητες μέσω της επανεκπαίδευσης σε έναν νέο και υγιή τρόπο ζωής. Η προπόνηση της μυϊκής ισχύος και της αντοχής, οι ασκήσεις ισορροπίας, η επανεκπαίδευση της σωστής στάσης και οι εργονομικές συμβουλές, αποτελούν μέρος του φυσικοθεραπευτικού προγράμματος και πρέπει να τηρούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του θεράποντα φυσικοθεραπευτή με σκοπό την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Σημαντικό μέρος του προγράμματος, καταλαμβάνει η μείωση ή ακόμα και η αποφυγή των πτώσεων. Έρευνες δείχνουν πως η προπόνηση της μυϊκής δύναμης, της ισορροπίας, του συντονισμού και της ευελιξίας κρίνονται απαραίτητες για την μείωση των πτώσεων ατόμων που πάσχουν από οστεοπόρωση και ως αποτέλεσμα τα επεισόδια καταγμάτων μειώνονται [Britnell, S. J. et al., 2005].

Από διάφορες μελέτες έχει ανακαλυφθεί ότι η οστεοπόρωση μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους, με φαρμακευτική θεραπεία και με μη φαρμακευτική θεραπεία. Όσο αφορά τη μη φαρμακευτική θεραπεία, περιλαμβάνει την διατροφή πλούσια σε ασβέστιο και βιταμίνη D. Η ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D είναι 1200mg και 800 – 1000mg αντίστοιχα. Σε άτομα που δεν είναι σε θέση προσλαμβάνουν αυτές τις ποσότητες, συστήνεται η κατανάλωση συμπληρωμάτων. Επίσης, η σωστή άσκηση και φυσιοθεραπεία περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία [Sweet M. G. et al., 2021].

Η φαρμακευτική αγωγή χορηγείται συνήθως σε άτομα με προχωρημένο στάδιο οστεοπόρωσης, γυναίκες σε εμμηνόπαυση, άτομα με ιστορικό καταγμάτων και άτομα με χαμηλή οστική μάζα (1 με 2.5cm). Το πιο συχνό φάρμακο που χρησιμοποιείται είναι τα διφωσφονικά. Τα διφωσφονικά αναστέλλουν την οστεοκλαστική δραστηριότητα και είναι ισχυροί αντι-απορροφητικοί παράγοντες. Τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές καταδεικνύουν μείωση των σπονδυλικών και καταγμάτων του ισχίου με αλενδρονάτη (Fosamax) και ρισεδρονάτη (Actonel). Η αλενδρονάτη και η ρισεδρονάτη έχουν επίσης δείξει αποτελεσματικότητα στους άνδρες και στην οστεοπόρωση που προκαλείται από γλυκοκορτικοειδή. Ακόμα ένα φάρμακο είναι το Raloxifene. Το Raloxifene, είναι ένας εκλεκτικός διαμορφωτής υποδοχέα οιστρογόνων, που έχει εγκριθεί για τη θεραπεία της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης. Η ραλοξιφαίνη έχει δράση οιστρογόνου στα οστά και τα λιπίδια, καθώς και ανταγωνιστική δράση οιστρογόνου στο στήθος και τη μήτρα. Είναι αποτελεσματική για τη μείωση της συχνότητας των σπονδυλικών καταγμάτων, αλλά η αποτελεσματικότητα στο ισχίο δεν έχει αποδειχθεί. Η ραλοξιφαίνη συνδέεται συνήθως με αυξημένα αγγειοκινητικά συμπτώματα. Παρόλο που η ραλοξιφαίνη αυξάνει τον κίνδυνο φλεβικού θρομβοεμβολισμού, φαίνεται να μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπόρωση [Sweet M. G. et al, 2021]. Μια άλλη νέα θεραπεία έχει ανακαλυφθεί για την αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης σε γυναίκες με εμμηνόπαυση και με μεγάλο κίνδυνο κατάγματος. Το Evenity είναι ένας τύπος θεραπείας που είναι γνωστός ως μονοκλωνικό αντίσωμα και βοηθά στη δημιουργία νέου οστού εμποδίζοντας την επίδραση μιας πρωτεΐνης που ονομάζεται σκληροστίνη, που προορίζεται μόνο για χρήση κατά της οστεοπόρωσης σε γυναίκες με υψηλό κίνδυνο καταγμάτων. Ωστόσο, αυτή η θεραπεία αυξάνει τον κίνδυνο καρδιακής προσβολής, εγκεφαλικού επεισοδίου και καρδιαγγειακού θανάτου, επομένως, η χορήγηση της ένεσης πρέπει να γίνεται προσεκτικά και επιλεκτικά [Mundell E., 2021].

1.1.6 Μεταβολισμός των οστών

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει και συνεχίζεται μια σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξη βιοχημικών δεικτών εκτίμησης της πορείας ανάπτυξης του οστού που να είναι χρήσιμοι στην καθημερινή εργαστηριακή πρακτική. Η μακρομοριακή σύσταση του οστού και οι μεταβολές σε συγκεκριμένα συστατικά αποτελούν σημαντικούς δείκτες για τη διάγνωση και την παρακολούθηση της πορείας της οστικής νόσου. Κατά συνέπεια, η βιοχημική ανάλυση και ποσοτική μέτρηση ειδικών προϊόντων της οστικής απορρόφησης και σχηματισμού δίνει μια αναλυτική εικόνα για τον ρυθμό του μεταβολισμού του οστού. Οι βιοχημικοί δείκτες μεταβολισμού των οστών αντικατοπτρίζουν τις δυο πορείες της ανάπτυξης, τον σχηματισμό και την απορρόφηση του οστού. Ο μεταβολισμός των οστών ρυθμίζεται από την οστεοκλαστική καταστροφή των οστών και τον σχηματισμό οστεοβλαστικών οστών. Ευρήματα στον τομέα της οστεοανοσολογίας, η οποία διερευνά την αλληλεπίδραση μεταξύ του ανοσοποιητικού συστήματος και του οστικού συστήματος, αποκάλυψε ότι οι ανοσολογικές διαταραχές επηρεάζουν σημαντικά τον μεταβολισμό των οστών. Ο μεταβολισμός των οστών χαρακτηρίζεται από μια στενή συνεργασία των οστικών κυττάρων συμπεριλαμβανομένων των οστεοβλαστών, των οστεοκλαστών και των οστεοκυττάρων προκειμένου να διατηρηθεί η ποσότητα του οστικού ιστού και η ακεραιότητα της δομής των οστών. Σε μεταβολικές ασθένειες των οστών όπως η οστεοπόρωση, ο μεταβολισμός των οστών μεταβάλλεται, οδηγώντας σε απώλεια οστού που συχνά συνοδεύεται από αλλαγές στη μικροαρχιτεκτονική που έχουν ως αποτέλεσμα την ευθραυστότητα των οστών και τελικά το κάταγμα [Garnero P., Cremers S., 2020]. Ο μη φυσιολογικός μεταβολισμός των οστών προκαλείται από διάφορους παράγοντες, όπως φλεγμονή, ηλικία, γενετικές μεταλλάξεις και καρκίνος [Komatsu N., Takayanagi H., 2020].

Το οστό απορροφάται από εξαιρετικά εξειδικευμένα κύτταρα που ονομάζονται οστεοκλάστες. Οι οστεοκλάστες σχετίζονται με μακροφάγα και αναπτύσσονται από έναν κοινό πρόδρομο μονοκυττάρων. Οι οστεοκλάστες απομακρύνουν το οστό προσκολλώντας στο οστό και σχηματίζοντας μια σφραγισμένη κοιλότητα στην επιφάνεια του οστού. Κατά μήκος αυτής της κοιλότητας, οι οστεοκλάστες στη συνέχεια αναπτύσσουν μια εξειδικευμένη μεμβρανώδη δομή, το «αναστατωμένο περίγραμμα», μέσω του οποίου εκκρίνεται οξύ (H^+) και πρωτεάσες για τη διάλυση τόσο των ορυκτών όσο και των συστατικών της μήτρας των οστών, δημιουργώντας ένα λάκκο απορρόφησης γνωστό και ως Lacuna του Howship. Τα ανόργανα άλατα και τα θραύσματα πρωτεΐνης που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας απορροφώνται στον οστεοκλάστη από ενδοκύτωση, επεξεργάζονται εν μέρει και αργότερα εκκρίνονται από την απώτατη πλευρά του οστεοκλάστη, από όπου τελικά φτάνουν στην κυκλοφορία. Η πρόσληψη και η δραστηριότητα των οστεοκλαστών ρυθμίζονται σε μεγάλο βαθμό από τα κύτταρα της γενεαλογίας των οστεοβλαστών. Τα οστεοκύτταρα ανιχνεύουν το στέλεχος και τις μικρο-βλάβες στα οστά και σηματοδοτούν την απαίτηση για απορρόφηση και επισκευή των οστών. Οι οστεοβλάστες αποκρίνονται σε ένα πλήθος σημάτων, συμπεριλαμβανομένης της παραθυρεοειδούς ορμόνης (PTH) και της βιταμίνης D, καθώς και σήματα παρακρινών σε πιο τοπικό επίπεδο. Οι οστεοβλάστες ενσωματώνουν αυτά τα σήματα και προκαλούν επαναρρόφηση οστού αυξάνοντας την έκκριση κυτοκίνης που είναι γνωστή ως ενεργοποιητής υποδοχέα συνδέτη πυρηνικού παράγοντα κάπα (RANKL) και μειώνοντας την έκφραση της οστεοπροτεγρίνης (OPG), ενός φυσικού ανταγωνιστή του RANKL. Το RANKL δρα δεσμεύοντας τον υποδοχέα του, το RANK, σε πρόδρομους οστεοκλάστες για να προκαλέσει αυτά τα κύτταρα να διαφοροποιηθούν σε οστεοκλάστες και επίσης ενεργεί σε υπάρχοντες οστεοκλάστες για να αυξήσει τη δραστηριότητα απορρόφησης των οστών τους. Όταν ολοκληρωθεί η απαίτηση για απορρόφηση οστού, οι οστεοβλάστες αυξάνουν την έκκριση OPG, η οποία συνδέεται με το RANKL εμποδίζοντας την αλληλεπίδρασή του με τον υποδοχέα του σε οστεοκλάστες με αποτέλεσμα την απενεργοποίηση και το θάνατο των οστεοκλαστών [Zhou H., Chen D., Dunstan C. R., Seibel M. J., 2008].

1.1.7 Ασθένειες των οστών

Οι ασθένειες των οστών σχετίζονται με μεγάλη νοσηρότητα. Έτσι, η κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν στην ανάπτυξή τους αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για τη βελτίωση της υγείας των οστών. Πρόσφατες αναφορές δείχνουν ότι ένας μεγάλος αριθμός μορίων που παράγονται από ανοσοκύτταρα T, επηρεάζουν τη δραστηριότητα των οστών. Το οστό είναι ένας ενεργός ιστός που υφίσταται συνεχή αναδιαμόρφωση με δύο ξεχωριστές διαδικασίες, τον σχηματισμό οστού και την απορρόφηση των οστών. Αυτά τα συμβάντα συνδέονται στενά και ρυθμίζονται αυστηρά για τη διατήρηση της σκελετικής ομοιόστασης. Τα κύτταρα των οστών που είναι υπεύθυνα για τις διπλές διεργασίες περιλαμβάνουν τα κύτταρα επαναρρόφησης των οστών, δηλαδή τους οστεοκλάστες (OCs), τα οποία είναι διαφοροποιημένα κύτταρα που προέρχονται από αιμοποιητικά κύτταρα της γενεαλογίας μονοκυττάρων-μακροφάγων και σχηματίζουν οστά, δηλαδή τους οστεοβλάστες, που είναι μεσεγχυματικής προέλευσης. Η τροποποίηση της διαφοροποίησης / δραστηριότητας των OC καθώς και των OBs οδηγεί σε ασθένειες των οστών. Είναι γνωστό ότι η αύξηση της φλεγμονής οδηγεί σε αύξηση της ανοσολογικής λειτουργίας, η οποία καταλήγει σε αυξημένη παραγωγή παράγοντα νέκρωσης όγκου (TNF) ή ενεργοποιητή υποδοχέα συνδέτη NF-kB (RANKL) από ενεργοποιημένα T κύτταρα, που έχει συνδεθεί με οστά ασθένειες που σχετίζονται με την απώλεια (φλεγμονώδης και αυτοάνοσης ασθένεια, μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση).

Ωστόσο, επειδή τα T κύτταρα / τα ανοσοκύτταρα εκκρίνουν επίσης μια ποικιλία κυτοκινών και εκφράζουν παράγοντες που συνδέονται με μεμβράνη διαφορετικούς από το RANKL, οι οποίοι θα μπορούσαν να υποστηρίξουν το σχηματισμό OC, κυρίως σε παθολογική κατάσταση [Mori G., D' Amelio P., Faccio R., Brinetti G., 2015].

Τα τελευταία χρόνια εξετάζονται διαφορετικοί μηχανισμοί πρόκλησης μειωμένης οστικής πυκνότητας μερικοί εκ των οποίων αποτελούν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ οστών και του ανοσοποιητικού συστήματος με γνώμονα την εμπέλεια της προσαρμοστικής ανοσοαπόκρισης και τη σχέση της με τη ρύθμιση του οστεοβλαστικού σχηματισμού οστών, μικροβιώματος του εντέρου και κυτταρικής γήρανσης. Επιπλέον, αυτοάνοσα νοσήματα όπως η ρευματοειδής αρθρίτιδα, ο υπερπαραθυρεοειδισμός και ο ιός της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας (HIV) μαζί με τα αντιρετροϊκά φάρμακα που χρησιμοποιούνται στη θεραπεία του, φαίνεται να προκαλούν την οστική καταστροφή, μέσω της αδρανοποίησης των T κυττάρων. Πιο συγκεκριμένα, η οστεοπόρωση φαίνεται να είναι η πάθηση που ταλαιπωρεί τους ηλικιωμένους περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη ηλικιακή ομάδα ειδικά σε περιπτώσεις συν-νοσηρών καταστάσεων (οι οποίες κάποιες φορές αποτελούν αντένδειξη στη θεραπεία και αυξάνουν τις πιθανότητες για πτώσεις) η υγεία του πάσχοντος επιβαρύνεται αρκετά με ένα μεγάλο ποσοστό αυτών να καταλήγει σε θάνατο. Τα κατάγματα συχνά οδηγούν σε καταστροφικές συνέπειες. Περίπου το 24%-33% των ασθενών με κάταγμα ισχίου ηλικίας μεγαλύτερης ή ίσης των 50 ετών πεθαίνουν κατά τη διάρκεια του έτους μετά το κάταγμα και το 20% αυτών που ήταν περιπατητικοί πριν από ένα συμβάν κατάγματος ισχίου χρειάζονται επακόλουθη μακροχρόνια φροντίδα, με τις γυναίκες να είναι πιο συνεπής στα κατάγματα αφού κατά προσέγγιση μία στις δύο άνω των 50 ετών βιώνει μία κάκωση αυτού του είδους [Weitzmann, M.N. and Ofotokun, I., 2016, Cosman, F. et al., 2014]. Μια πρόσφατη μελέτη που χρησιμοποιεί τυχαίο δείγμα 5% των δικαιούχων Medicare των ΗΠΑ ανέφερε ότι ο πενταετής κίνδυνος θνησιμότητας μετά από κάταγμα ισχίου ήταν 38% για άτομα ηλικίας 65-74 ετών, 49% για άτομα ηλικίας 75-84 ετών και 64% για άτομα ηλικίας ≥ 85 ετών. Μεταξύ των συμμετεχόντων στην έρευνα με κλινικό (δηλαδή συμπτωματικό) σπονδυλικό κάταγμα, ο πενταετής κίνδυνος θνησιμότητας για τις ίδιες ηλικιακές ομάδες ήταν 29%, 36% και 50%, αντίστοιχα. Όταν λαμβάνονται υπόψη οι συν-νοσηρότητες όπως το εγκεφαλικό επεισόδιο, ο διαβήτης και η άνοια, ο κίνδυνος θανάτου μετά από κάταγμα του ισχίου αυξάνεται πολύ περισσότερο από ό, τι για εκείνους χωρίς συν-νοσηρότητα σε ηλικίες > 65 ετών. Για παράδειγμα, ασθενείς ηλικίας > 85 ετών με κάταγμα ισχίου, χωρίς συννοσηρότητα είχαν κίνδυνο θανάτου 57,4%, σε σύγκριση με το 80,8% αυτών με άνοια [Curtis, J.R. et al. 2010].

1.1.8 Διατροφή και οστεοπόρωση

Η υιοθέτηση μιας ισορροπημένης διατροφής είναι άκρως σημαντική και δίνει στον οργανισμό ενέργεια, θρεπτικές ουσίες, βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία και φυτικές ίνες. Μια υγιεινή διατροφή περιλαμβάνει επαρκείς ποσότητες από φρούτα, λαχανικά, ψάρι, αυγά, όσπρια και ξηρούς καρπούς. Η διατροφή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία των οστών. Σύμφωνα με το Βρετανικό Υπουργείο Γεωργίας, Αλιείας και Τροφών, η λήψη ασβεστίου τα τελευταία 30 χρόνια μειώθηκε αισθητά. Πολλές τροφές είναι πλούσιες σε ασβέστιο όμως η αποδέσμευση του ασβεστίου από τις τροφές αυτές δεν είναι πάντα ικανοποιητική. Η κυριότερη πηγή ασβεστίου είναι τα γαλακτοκομικά, όπως το γάλα, τυρί και τα αυγά.

Η μεσογειακή διατροφή μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση της οστεοπόρωσης. Μάλιστα, η Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα οι χώρες και περιοχές της Μεσογείου παρουσιάζουν εμφανείς διαφορές στη σοβαρότητα αλλά και στην συχνότητα εμφάνισης οστεοπόρωσης. Τα

φυσικά βιοδραστικά μόρια που περιέχονται στα τρόφιμα της Μεσογειακής διατροφής περιέχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αλκαλινιστικές και αντικαρκινικές ιδιότητες που μπορούν να συμβάλλουν στην οστική διατήρηση και στην υγεία του ανθρώπου [Puel C, Coxam V, 2007].

Καθημερινά θα πρέπει οι άνθρωποι μέσω των τροφών να προσλαμβάνουν 1 g ασβεστίου. Μισό λίτρο γάλα περιέχει $\frac{3}{4}$ της απαιτούμενης ποσότητας. Όμως δυστυχώς παρατηρείται πτώση στη ζήτηση και την κατανάλωση γάλακτος. Επιπλέον πληθώρα ασθενών δεν μπορούν να λάβουν μέσω των τροφών την απαιτούμενη ποσότητα ασβεστίου [Ntrigiou, V. et al 2019].

Σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Καρδιάς Πνεύμονα και Αίματος των Εθνικών Ινστιτούτων Υγείας, τα ακόλουθα είναι τα επίπεδα δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) για ενήλικες για αυτό που οι επιστήμονες αποκαλούν λιποβαρές, κανονικό βάρος, υπέρβαρο, παχυσαρκία και ακραία παχυσαρκία: 1. λιποβαρή 18,4 ή λιγότερο, 2. κανονικό βάρος 18,5 έως 24,9, 3. υπέρβαροι 25 έως 29,9, 4. παχυσαρκία 30 έως 39,9 και 5. ακραία παχυσαρκία 40 ή περισσότερο [Zemel M. et al. 2004].

2 Μεσογειακή Διατροφή και Λειτουργικά Τρόφιμα

2.1 Μεσογειακή Διατροφή

Η μεσογειακή διατροφή (Med Diet) ορίστηκε για πρώτη φορά από τον Ancel Keys ως χαμηλή σε κορεσμένα λιπαρά και πλούσια σε φυτικά έλαια, που παρατηρήθηκε στην Ελλάδα και τη Νότια Ιταλία κατά τη δεκαετία του 1960. Στη Μελέτη Επτά Χωρών, αυτό το διατροφικό πρότυπο συσχετίστηκε με μειωμένο κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (CHD) σε σύγκριση με τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης και τις Ηνωμένες Πολιτείες μετά από 25 χρόνια παρακολούθησης. Τις τελευταίες δεκαετίες η μελέτη της (Med Diet) έχει προχωρήσει και ο ορισμός που εισήχθη αρχικά από τον Keys έχει εξελιχθεί και ποικίλλει. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να οριστεί ένα διατροφικό πρότυπο, συμπεριλαμβανομένων γενικών περιγραφών, διατροφικών πυραμίδων, εκ των προτέρων συστημάτων βαθμολόγησης, εκ των υστέρων σχηματισμού διατροφικών προτύπων ή με βάση το περιεχόμενο τροφής και θρεπτικών συστατικών [Bach-Faig, A. et al 2011, Saura-Calixto et al 2009, Bamia C. et al 2007, Kafatos A. et al 2000].

Πολλές μελέτες αξιολογούν το αντίκτυπο αυτής της διατροφής στη βελτίωση της λειτουργίας του σώματος που οδήγησε τη μεσογειακή διατροφή να λάβει συστάσεις, μεταξύ άλλων, από την Ευρωπαϊκή Εταιρεία για τη Μελέτη του Διαβήτη και την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Καρδιολογίας. Αυτοί οι οργανισμοί συνιστούν τη χρήση της μεσογειακής διατροφής σε ασθενείς με διαβήτη και καρδιαγγειακές παθήσεις. Επιπλέον, αυτή η δίαιτα συνιστάται από την Πολωνική Εταιρεία Διαιτολογίας (2016) ως πρότυπο διατροφικής διαχείρισης στη καρδιολογία [Holowko-Ziółek, et al. 2020].



Εικόνα 1 : Πυραμίδα Μεσογειακής Διατροφής [Holowko-Ziółek, et al 2020, Trichopoulou et al, 2014]

Η μεσογειακή διατροφή χαρακτηρίζεται από υψηλή κατανάλωση λαχανικών (ειδικά πράσινα φυλλώδη λαχανικά), ελαιόλαδο ψυχρής πίεσης, φρούτα, ξηρούς καρπούς, δημητριακά και όσπρια. Συνιστάται να καταναλώνονται μέτριες ποσότητες κρέατος και ψαριών, γαλακτοκομικών προϊόντων και κόκκινου κρασιού. Τρόφιμα όπως κόκκινο κρέας, αυγά, γλυκά και τα μεταποιημένα τρόφιμα πρέπει να τρώγονται σποραδικά. Η βάση της πυραμίδας αναφέρεται σε τρόφιμα που πρέπει να καταναλώνονται καθημερινά, ενώ η κορυφή της σε τρόφιμα που πρέπει να καταναλώνονται σπάνια, με όλα τα υπόλοιπα τρόφιμα να βρίσκονται στις ενδιάμεσες θέσεις. Στη βάση της πυραμίδας βρίσκονται οι τροφές που είναι πλούσιες σε

υδατάνθρακες και φυτικές ίνες, όπως ψωμί, ζυμαρικά, ρύζι, καλαμπόκι, άλλα δημητριακά και πατάτα. Τα φρούτα και τα λαχανικά καθώς και τα όσπρια παρέχουν φυτικές ίνες, ουσιώδη μεταλλικά στοιχεία και βιταμίνες συμπεριλαμβανομένων και των αντιοξειδωτικών βιταμινών. Υπάρχουν διάφορες τροποποιήσεις σε αυτή τη διαίτα από την άποψη της συχνότητας κατανάλωσης ή του συνισταμένου μεγέθους μερίδας των προϊόντων. Στην ομάδα των γαλακτοκομικών προτείνεται η κατανάλωση γιαουρτιού και τυριού, από τα οποία ο άνθρωπος προσλαμβάνει ασβέστιο, πρωτεΐνες και βιταμίνες Β. Τα ψάρια και τα πουλερικά συνιστώνται να καταναλώνονται 2 με 4 φορές την εβδομάδα διότι είναι κύρια πηγή πρωτεϊνών και είναι πλούσιες σε βιταμίνες Β και σίδηρο. Το κόκκινο κρέας βρίσκεται στη κορυφή της πυραμίδας, παρόλο που είναι εξαιρετική πηγή σιδήρου και πρωτεΐνης [Hołowko-Ziółek, et al 2020, Trichoroulou et al, 2014].

Το ελαιόλαδο αποτελεί βασικό συστατικό της Μεσογειακής Διατροφής, περιέχει φαινόλες οι οποίες έχει αποδειχθεί πως μπορούν να είναι ευεργετικές και να εμποδίζουν την απώλεια της οστικής μάζας. Ακόμα, οι φαινόλες που βρίσκονται στο λάδι μπορούν να διαμορφώνουν την πολλαπλασιαστική ικανότητα αλλά και την ωρίμανση των κυττάρων των οστεοβλαστών αυξάνοντας την δράση της αλκαλικής φωσφατάσης και να εναποθέτουν ιόντα ασβεστίου στην εξωκυτταρική μήτρα [García-Martínez O, Rivas. 2014].

2.2 Λειτουργικά τρόφιμα

2.2.1 Ορισμός Λειτουργικών Τροφίμων

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τη Μελέτη των Λειτουργικών Τροφίμων (FUFOS), ως λειτουργικό τρόφιμο ορίζεται το τρόφιμο που προσφέρει ικανοποιητικά ένα ή περισσότερα οφέλη σε μια φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού, εκτός από τις θρεπτικές της επιδράσεις και με τρόπο που βελτιώνει την κατάσταση της υγείας ή μειώνει τον κίνδυνο ασθένειας.

Λειτουργικά τρόφιμα είναι τα τρόφιμα που περιέχουν πρόσθετα ή από τα οποία έχουν αφαιρεθεί συστατικά - είτε από το ίδιο το τρόφιμο είτε ως αποτέλεσμα της ειδικής παραγωγής του - με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να έχει ευεργετικές ιδιότητες για την ανθρώπινη υγεία. Τα πρόσθετα μπορεί να υπάρχουν ή να μην υπάρχουν ήδη στα τρόφιμα (σε μικρές ποσότητες) [Shizimu M. et al., 2012].

Τα λειτουργικά τρόφιμα (FFs) ορίστηκαν για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1980, όταν το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας της Ιαπωνίας καθιέρωσε ένα ρυθμιστικό σύστημα για τα τρόφιμα που έχουν πιθανά οφέλη για την υγεία. Ένα τρόφιμο μπορεί να θεωρηθεί ως «λειτουργικό» εάν έχει επικοδομητικές επιδράσεις στις λειτουργίες-στόχους στον ανθρώπινο οργανισμό, πέρα από τις θρεπτικές επιδράσεις, με στόχο την προαγωγή της υγείας και ευεξίας ή/και τη μείωση των χρόνιων ασθενειών. Τα λειτουργικά τρόφιμα αποκτούν εξέχουσα θέση παγκοσμίως και αποτελούν μέρος της καθημερινής διατροφής των καταναλωτών. Μέχρι το 2020, η παγκόσμια αγορά των λειτουργικών τροφίμων και ποτών έχει προβλεφθεί να αγγίζει τα 192 δισεκατομμύρια δολάρια [Brown L. et al, 2015]. Σύμφωνα με το Functional Food Center, τα λειτουργικά τρόφιμα συχνά αναφέρονται ως «φυσικά προϊόντα υγείας» ή «υγιεινά τρόφιμα». Αν και δεν υπάρχει μοναδικός ορισμός παγκοσμίως, τα τρόφιμα μπορούν να θεωρηθούν λειτουργικά μόνο εάν, μαζί με τις βασικές διατροφικές επιπτώσεις, παρουσιάζουν πιθανές ευεργετικές επιδράσεις σε συγκεκριμένες λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού με αποτέλεσμα τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης ή/και τη μείωση του κινδύνου εμφάνιση

χρόνιας νόσου [Brown L. et al, 2018, Martyrosyan D., Functional Food Center et al 2015]. Ωστόσο, ισχυρισμοί θρεπτικών και υγιεινών ιδιοτήτων σχετικά με την πιθανή επίδραση των λειτουργικών τροφίμων στην πρόληψη ασθενειών έχουν τεκμηριωθεί μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όταν επαρκή επιστημονικά δεδομένα διασφαλίζουν τις ιδιότητές τους. Επιπλέον, η επιστημονική έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα λειτουργικά τρόφιμα μπορεί να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία μόνο εάν αποτελούν μέρος μιας ισορροπημένης διατροφής, όπως η μεσογειακή διατροφή [Ntrigiou V. et al. 2019, Elmaliklis I.N. et al, 2019, Koutelidakis A. et al 2016].

Τα λειτουργικά τρόφιμα είναι τρόφιμα που προσφέρονται με τον ισχυρισμό ότι προάγουν την υγεία ή γενικότερα ότι παρέχουν οφέλη στον οργανισμό πέραν των αναμενόμενων. Ο ισχυρισμός αυτός μπορεί να βασίζεται σε ενδογενή ή εξωγενή συστατικά του τροφίμου. Μελέτες δείχνουν ότι συμβάλουν στην ομαλή λειτουργία του οργανισμού αλλά και στην πρόληψη ασθενειών. Τα λειτουργικά τρόφιμα περιέχουν βιοενεργά συστατικά, ουσίες δηλαδή με λειτουργική δράση [Koutelidakis A., 2019].

Τα λειτουργικά τρόφιμα περιέχουν δραστικά συστατικά που σχετίζονται με πολλά οφέλη για την υγεία αλλά και την προστασία από ασθένειες (παράδειγμα αποτελεί ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2). Η τακτική κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων προσδίδει αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, ενώ δρα ενάντια στην κακή χοληστερόλη. Ακόμα, πολλά από τα τρόφιμα της μεσογειακής διατροφής αποτελούν αφετηρία για πολλά από τα λειτουργικά τρόφιμα. Τα λειτουργικά τρόφιμα που βασίζονται στη μεσογειακή διατροφή είναι πλούσια σε πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή, στερόλες, χρωστικές ουσίες και ακόρεστα λιπαρά οξέα. Το πράσινο και το μαύρο τσάι έδειξαν κλινικά σημαντικά οφέλη στις μικροαγγειακές δραστηριότητες, στην μείωση της γλυκόζης και στη μείωση της χοληστερόλης. Τέλος, ο συνδυασμός της άσκησης με την κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων μπορεί να ενισχύσει τον μεταβολισμό αλλά και την καλή λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος [Ikhatib A, Tsang C, .2017].

Τα λειτουργικά τρόφιμα μπορεί να περιέχουν βασικά και μη βασικά θρεπτικά συστατικά, φυτικά και θαλάσσια συστατικά, ολόκληρα τρόφιμα, μικροοργανισμούς, μικροφύκη και τεχνολογικές προσεγγίσεις. Τα λειτουργικά τρόφιμα μπορούν να βοηθήσουν στην ομαλή υγεία του εγκεφάλου, στις φλεγμονές, στην καλή υγεία των ματιών, στην γήρανση, στην ομορφιά, στις ασθένειες αλλά και γενικότερα στην καλή λειτουργία του οργανισμού και στην υγεία του ανθρώπου. Είναι αναγκαίο τα συστατικά που περιέχει το λειτουργικό τρόφιμο να έχουν συγκεκριμένη ποσότητα, η οποία δεν θα υπερβαίνει κάποια όρια καθώς κάποια από αυτά τα συστατικά σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να μην είναι ασφαλή [Granado-Lorencio F, Hernández-Alvarez. 2016].

Οι λειτουργικές τροφές περιέχουν βιολογικώς δραστικά συστατικά τα οποία ενισχύουν την υγεία και συμβάλλουν στην καταπολέμηση των ασθενειών όπως είναι η οστεοπόρωση και ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 (T2DM). Η τακτική κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων προσδίδει αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, μείωση στη χοληστερόλη, και διαχείριση διαφόρων ασθενειών. Τα τρόφιμα της μεσογειακής διατροφής αποτελούν πρότυπο λειτουργικών τροφίμων (ψάρια, φρούτα, λαχανικά, ελαιόλαδο κ.α.) και περιέχουν τερπενοειδή, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή, στερόλες, χρωστικές ουσίες και ακόρεστα λιπαρά οξέα. Τρόφιμα που περιέχουν πολυφαινόλες όπως ο καφές, το πράσινο και το μαύρο τσάι έδειξαν κλινικά σημαντικά οφέλη στην λειτουργία των αγγείων και της καρδιάς, μείωσαν την χοληστερόλη και παρουσίασαν αντιοξειδωτική δράση [Alkhatib A, Tsang C, s. 2017].

Ορισμένα φρούτα, λαχανικά, βότανα και μπαχαρικά περιέχουν συστατικά τα οποία προσδίδουν αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση. Η αναζήτηση αυτών των τροφών, η εκχύλιση και στη συνέχεια η επεξεργασία τους για την παρασκευή σκευασμάτων αποτελεί μοναδική ευκαιρία η οποία εφόσον αξιοποιηθεί μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη ασθενειών που σχετίζονται με την διατροφή [Serafini M, Peluso I 2016].

Οι φυτοστερόλες είναι φυσικά συστατικά που έχουν αποδειχθεί πως μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης, ενώ τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα κυρίως ωμέγα-3 λιπαρά οξέα έχουν δείξει ότι μειώνουν τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων. Μετά από πειράματα παρατηρήθηκε πως η πρόσληψη γάλακτος το οποίο είναι πλούσιο σε φυτοστερόλες προκάλεσε μείωση των φλεγμονωδών μορίων και το γάλα πλούσιο σε ω-3 λιπαρά οξέα προκαλεί βελτίωση στις μεταβολικές οδούς των λιπιδίων [Lambert C, Cubedo J, 2017].

2.2.2 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων

Στη σημερινή εποχή παρατηρείται ότι κάποιες κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων περιλαμβάνουν τρόφιμα με ορισμένα μέταλλα, βιταμίνες, πολυακόρεστα λιπαρά ή διαιτητικές ίνες. Άλλες κατηγορίες περιέχουν τρόφιμα προστιθέμενης αξίας, είτε με φυσικά βιολογικώς ενεργά συστατικά, όπως τα προβιοτικά, ή με βιοενεργά συστατικά, όπως φυτοχημικά, πολυφαινόλες και άλλα αντιοξειδωτικά, προβιοτικά με ενεργές ευεργετικές καλλιέργειες, καθώς και πρεβιοτικά [Ntrigiu V. et al. 2019, Koutelidakis A. et al 2016]. Οι καταναλωτές αναγνωρίζουν τα φυσικά ή συμβατικά λειτουργικά τρόφιμα, τα οποία περιέχουν στη σύστασή τους ποικιλία βιοδραστικών συστατικών. Μερικά από αυτά είναι οι τομάτες που παρέχουν λυκοπένιο, το τσάι που αποτελεί σημαντική πηγή βιοενεργών κατεχινών και τα φαρμακευτικά φυτά που είναι πλούσια σε πολυφαινόλες [Min M. et al. 2019].

Επίσης υπάρχει μια κατηγορία τροφίμων κατάλληλη για ειδική διατροφική χρήση (π.χ. για ενίσχυση διατροφικών αναγκών λόγω ηλικίας). Πιο αναλυτικά, τα τρόφιμα για ειδικές διατροφικές χρήσεις είναι τρόφιμα που έχουν υποστεί συγκεκριμένη βιομηχανική επεξεργασία με στόχο να υποστηρίξουν μια ειδική διατροφική ανάγκη που υφίστανται λόγω της φυσιολογικής ή παθολογικής αιτίας ή να ενισχύσουν την πρόληψη διαφόρων συστατικών. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τρόφιμα για βρέφη, παιδιά, και ηλικιωμένους, υποαλλεργικά τρόφιμα, όπως τρόφιμα χωρίς γλουτένη και λακτόζη και τρόφιμα που στοχεύουν στον έλεγχο ή την απώλεια βάρους (light προϊόντα) [Min M. et al. 2019].

Μια άλλη κατηγορία λειτουργικών τροφίμων είναι αυτή των εμπλουτισμένων ή ενισχυμένων τροφίμων, όπου κατατάσσονται τρόφιμα που έχουν τροποποιηθεί ή έχει προκύψει προσθήκη ή συμπλήρωση κάποιων συστατικών με ευεργετική δράση στην υγεία, έτσι ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωση κάποιου ωφέλιμου συστατικού τους το οποίο ήδη περιέχουν από τη φύση τους. Η κατανάλωσή τους οφείλεται στη πρόληψη είτε στη θεραπεία διαγνωσμένης ανεπάρκειας στον πληθυσμό. Ενδεικτικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν οι ενισχυμένοι με βιταμίνη C χυμοί και τα εμπλουτισμένα με φυτικές στερόλες και στανόλες, προϊόντα επάλειψης [Koutelidakis A. et al 2016, Min M. et al. 2019, Hilton J. et al. 2017, Zarbà, C et al 2020].

2.2.3 Παράγοντες επίδρασης των καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων στην συμπεριφορά των καταναλωτών

Ο αποκαλούμενος «κύκλος της καινοτομίας» ή «innovation cycle» έχει ως πρώτο στάδιο τη σύλληψη μιας καινοτόμου ιδέας για ένα νεοφανές λειτουργικό τρόφιμο που θα επιτελεί το στόχο της προώθησης της ανθρώπινης υγείας και της ενίσχυσης συγκεκριμένων λειτουργιών του οργανισμού. Η επιτέλεση αυτού του σταδίου λαμβάνει χώρα είτε από επιστημονικές ομάδες εργασίας των βιομηχανιών τροφίμων, είτε από την ακαδημαϊκή και την επιστημονική κοινότητα. Το στάδιο της ανάπτυξης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα βήματα για την αποδοχή ενός λειτουργικού τροφίμου και περιλαμβάνει όλες εκείνες τις διαδικασίες που αφορούν την επιλογή του μέσου, της μορφής και των αναλογιών της βιοδραστικής ουσίας στην οποία θα οφείλεται η λειτουργικότητα του τροφίμου. Το είδος, η γεύση, η υφή, το άρωμα, η συνεκτικότητα και το χρώμα του τροφίμου καθώς και επίδραση της προστιθέμενης λειτουργικής ουσίας σε αυτά τα χαρακτηριστικά αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή τους από τους καταναλωτές καθώς και το marketing των τροφίμων. Η βιωσιμότητα των επιλογών τροφίμων κατατάσσεται πιο κάτω από τη γεύση, η οποία αποτελεί τα κριτήρια για την επιλογή του τροφίμου [Koutelidakis A. et al. 2019, Guiné R.P.F. et al. 2020, Goetzke B. Et al. 2014].

2.2.4 Οι φυτικές ίνες των λειτουργικών τροφίμων

Οι διαιτητικές ή φυτικές ίνες ορίζονται ως το άπεπτο φυτικό υλικό που μπορούν να καταναλώσουν τα ζώα/άνθρωποι. Από χημική άποψη, οι διαιτητικές ίνες αποτελούνται από πολυσακχαρίτες χωρίς αμύλου, όπως αραβινοξυλάνες, κυτταρίνη και ημικυτταρίνη και πολλά άλλα φυτικά συστατικά όπως ανθεκτικό άμυλο, ανθεκτικές δεξτρίνες, ινουλίνη, λιγνίνη, χιτίνες, πηκτίνες, β-γλυκάνες και ολιγοσακχαρίτες. Με βάση τις φυσικές τους ιδιότητες, οι διαιτητικές ίνες έχουν τόσο υδατοδιαλυτά όσο και αδιάλυτα στο νερό συστατικά [Watson R.R. et al. 2017].

Ενώ όλες οι φυτικές τροφές περιέχουν κάποιες διαιτητικές ίνες, κάποιες είναι πιο πλούσιες σε συγκεκριμένες. Οι διαλυτές φυτικές ίνες βρίσκονται σε ποικίλες ποσότητες σε όλα τα φυτικά τρόφιμα, όπως πλιγούρι βρώμης, σίκαλη, chia, κριθάρι, ξηροί καρποί, φασόλια, φακές, ορισμένα φρούτα (συμπεριλαμβανομένων σύκων, αβοκάντο, δαμάσκηνων, δαμάσκηνων, μούρων, ώριμων μπανανών, φλούδας μήλων, κυδωνιών και αχλάδια), ορισμένα λαχανικά όπως το μπρόκολο και οι αγκινάρες Ιερουσαλήμ, οι κόνδυλοι και τα λαχανικά ρίζας όπως οι γλυκοπατάτες και τα κρεμμύδια, οι φλοιοί σπόρων και οι σπόροι λιναριού. Οι πηγές αδιάλυτων φυτικών ινών περιλαμβάνουν τρόφιμα ολικής αλέσεως, όπως σιτάρι ολικής αλέσεως, πίτουρο καλαμποκιού και καστανό ρύζι, όσπρια όπως φασόλια και μπιζέλια, ξηρούς καρπούς και σπόρους, φλούδες πατάτας, λιγνάνες, λαχανικά όπως κουνουπίδι, κολοκυθάκια, σέλινο, καρότα και αγγούρια και μερικά φρούτα, όπως το αβοκάντο, οι άγουρες μπανάνες, οι φλούδες ορισμένων φρούτων όπως τα ακτινίδια, τα σταφύλια και οι ντομάτες [Watson R.R. et al, 2017, Yegin S. et al. 2020].

2.2.5 Αντιοξειδωτικά ως βιοδραστικές ουσίες των λειτουργικών τροφίμων

Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο βασικές ομάδες ως συνθετικά και φυσικά. Στα φυσικά αντιοξειδωτικά ανήκουν οι βιταμίνες C και E, τα καροτενοειδή, οι πολυφαινόλες, κάποια ένζυμα (δισμουτάση του υπεροξειδίου, καταλάση), πρωτεΐνες (φερριτίνη, αλβουμίνη) και ορισμένα αντιοξειδωτικά ιχνοστοιχεία (σελήνιο, ψευδάργυρος, χαλκός, σίδηρος). Συνθετικά φαινολικά αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία είναι η βουτυλική υδροξυανισόλη (BHA), η βουτυλική υδροξυτολουένη (BHT), η τριτοταγής

βουτυλοϋδροκινόνη (TBHQ), ο προπυλεστέρας γαλλικού οξέος (PG) κ.α. Σημαντικές πηγές αντιοξειδωτικών φυτικής προέλευσης αποτελούν τα φρούτα, τα λαχανικά, τα φυτικά έλαια, τα δημητριακά, τα όσπρια, οι ξηροί καρποί και τα βότανα (όπως το τσάι του βουνού, το χαμομήλι, η ρίγανη), τα οποία έχουν επιδείξει ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα, σε ένα πλήθος μελετών, *in vitro* και *in vivo* [Abuajah et al., 2015].

2.2.5.1 Αντιοξειδωτικά συστατικά της διατροφής και ο ρόλος τους

Με τον όρο αντιοξειδωτικά αναφερόμαστε στις φυσικές ουσίες που περιέχονται στα τρόφιμα, οι οποίες δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες στον οργανισμό, αλλά και στα πρόσθετα (χημικά ή φυσικά) που περιέχονται σε τρόφιμα του εμπορίου με συνήθη σκοπό τη συντήρησή τους. Αντιοξειδωτικές είναι οι ουσίες οι οποίες παρεμποδίζουν την οξείδωση πρώτων υλών όπως λίπη έλαια αρώματα βιταμίνες, κ.α. Είναι πρόσθετα καλλυντικών και τροφίμων. Ένα καλό αντιοξειδωτικό πρέπει να είναι σταθερό, είναι οι ουσίες που είναι ωφέλιμες, ενώ εμποδίζουν την οξείδωση και καταστροφή των κυττάρων. Τα αντιοξειδωτικά συστατικά της διατροφής έχουν συνδεθεί στενά με την πρόληψη της κυτταρικής καταστροφής εντός του οργανισμού, η οποία αποτελεί βασικό παράγοντα πρόωθης του γήρατος και πολλών εκφυλιστικών ασθενειών. Η κυτταρική καταστροφή λαμβάνει χώρα μέσω της δράσης των ελευθέρων ριζών που είναι μόρια με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια και αποτελούν ένα φυσικό προϊόν του μεταβολισμού. Κατά τη διαδικασία της γήρανσης και κατά την έκθεση σε περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο καπνός των τσιγάρων, οι ελεύθερες ρίζες υπερπαράγονται και συντελούν στην εμφάνιση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών που σχετίζονται με ασθένειες όπως ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η νόσος Αλτςχάιμερ, η δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, ο καταρράκτης και ο εκφυλισμός της ωχράς κηλίδας των οφθαλμών [Koutelidakis, et al 2015, Zujko M.E. et al. 2015]. Τα αντιοξειδωτικά είναι μόρια που μπορούν να αλληλεπιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες και να τερματίζουν την αλυσίδα των αντιδράσεων πριν ακόμα καταστραφούν τα ζωτικής σημασίας μόρια.

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει άμεση συσχέτιση ανάμεσα σε διατροφή πλούσια σε αντιοξειδωτικά συστατικά, όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, οι χυμοί, το τσάι κ.ά., και στην πρόληψη διάφορων εκφυλιστικών ασθενειών. Η ικανότητα των αντιοξειδωτικών να απομακρύνουν τις ελεύθερες από τον ανθρώπινο οργανισμό και επομένως να μειώνουν την καταστροφή των κυτταρικών οργανιδίων, όπως των λιπιδίων και του DNA, φαίνεται ότι αποτελεί έναν από τους βασικότερους προστατευτικούς μηχανισμούς. Τα αντιοξειδωτικά βρίσκονται εντός των φρούτων και των λαχανικών ως βιοενεργά συστατικά, με τη μορφή βιταμινών, ιχνοστοιχείων, καροτενοειδών, πολυφαινόλων κ.ά. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ο άνθρωπος να καταναλώνει μια πολύχρωμη ποικιλία φρούτων και λαχανικών καθημερινά, γιατί το καθένα από αυτά παρέχει διαφορετικά θρεπτικά συστατικά που τον βοηθούν στη διατήρηση της καλής υγείας αλλά και στην παραγωγή ενέργειας [Koutelidakis et al 2012, Zujko M. E. et al.,2015].

2.2.6 Φαινολικές ενώσεις ως βιοενεργά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων και ο ρόλος τους

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει έντονο ενδιαφέρον για πιθανές ευεργετικές δράσεις των φαινολικών που βρίσκονται στα τρόφιμα στην υγεία του ανθρώπου. Οι φαινολικές ενώσεις εμφανίζονται στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης και περιέχονται σε αφθονία στη διατροφή του ανθρώπου. Η κατανάλωση τροφίμων, πλούσιων σε φαινολικές ενώσεις, έχει συσχετιστεί με τη

πρόληψη χρόνιων ασθενειών, χάρη στις αντιοξειδωτικές τους ικανότητες, ενώ ασκούν τη δραστηριότητα τους και μέσω μηχανισμών όπως η ρύθμιση της ενζυμικής δραστηριότητας, η κυτταρική σηματοδότηση και η γονιδιακή έκφραση. Πρόκειται για δευτερογενείς μεταβολίτες των τροφίμων φυτικής προέλευσης, και οι τρεις κύριες υποομάδες τους είναι οι πολυφαινόλες, τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα. Η βιοδραστηριότητα των φαινολικών ενώσεων που παρέχονται από φυσικές πηγές τροφίμων, έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό την ερευνητική κοινότητα, λόγω της προστιθέμενης αξίας κατά την παραγωγή καινοτόμων τροφίμων [Banwo K. 2021].

Οι φαινολικές ενώσεις είναι ευρύτατα διαδεδομένες στο φυτικό βασίλειο και συνεισφέρουν ποιοτικά και ποσοτικά στα διάφορα είδη. Στις ανθοκυανίνες για παράδειγμα οφείλεται το χρώμα πολλών οπωρολαχανικών και λουλουδιών, ενώ πολλά φυτικά τρόφιμα, όπως λαχανικά, φρούτα, φυτικά έλαια κ.ά., και ποτά όπως οίνος, μπύρα, τσάι, κακάο κ.ά., περιέχουν πολυφαινόλες, οι οποίες επηρεάζουν τα διατροφικά χαρακτηριστικά των τροφίμων και συνδέονται με οργανοληπτικές ιδιότητες όπως η στυφή και πικρή γεύση. Με τον όρο φαινολικά συστατικά αναφερόμαστε σε μια κατηγορία ενώσεων που αποτελούνται από έναν αρωματικό δακτύλιο που φέρει μια ή περισσότερες υδροξυλομάδες. Στις φαινολικές ενώσεις ανήκουν οι απλές φαινόλες, τα φαινολικά οξέα, τα φλαβονοειδή, οι ταννίνες και άλλες ενώσεις. Τα φλαβονοειδή είναι η κυριότερη υποομάδα των φαινολικών συστατικών. Μερικά παραδείγματα φλαβονοειδών είναι οι κατεχίνες στο τσάι και τη σοκολάτα, οι ανθοκυανίνες στα μούρα, το ρόδι και το κρασί κ.ά. [Koutelidakis et al 2015]. Οι φαινολικές ενώσεις είναι πολύ δραστικές, λόγω του όξινου χαρακτήρα των υδροξυλικών ομάδων και των πυρηνόφιλων ιδιοτήτων των φαινολικών δακτυλίων. Μελέτες συσχετίζουν την κατανάλωση φαινολικών ενώσεων με τον έλεγχο του σωματικού βάρους και κατά προέκταση την πρόληψη ασθενειών που σχετίζονται με την παχυσαρκία, όπως καρκίνος, καρδιαγγειακές παθήσεις κ.ά. Για παράδειγμα, το γαλλικό οξύ, οι κατεχίνες του πράσινου τσαγιού αναμειγμένες με καφεΐνη έχουν προταθεί ως πρόσθετα για τη διατήρηση ή την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης και για την αύξηση της οξειδωσης του λίπους, στο πλαίσιο της πρόληψης και της θεραπείας της παχυσαρκίας. Αυτά τα μείγματα κατεχινών-καφεΐνης φαίνεται να αντισταθμίζουν τη μείωση του μεταβολικού ρυθμού που παρατηρείται κατά την απώλεια βάρους. Τα αποτελέσματά τους έχουν ιδιαίτερη σημασία κατά τη διάρκεια της συντήρησης βάρους μετά την απώλεια βάρους. Η μέση ημερήσια διαιτητική πρόσληψη πολυφαινολών στον αναπτυγμένο κόσμο ανέρχεται σε 150 - 1000 mg, με τις ευρωπαϊκές χώρες του Βορρά να προσλαμβάνουν μικρότερες ποσότητες σε σύγκριση με τους Ευρωπαίους του Νότου και τους Αμερικανούς πολίτες. Καθημερινή πρόσληψη πολυφαινολών σε μικρές ποσότητες φαίνεται ότι επιδρά θετικά στην πρόσληψη των καρδιοπαθειών [Janssens et al, 2016].

2.2.7 Πολυφαινόλες και οστικός μεταβολισμός

Οι πολυφαινόλες είναι μία κατηγορία οργανικών χημικών ουσιών που έχουν πολλές δομικές μονάδες φαινόλης, όπου είναι και το κύριο τους χαρακτηριστικό. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία, τουλάχιστον ενός αρωματικού δακτυλίου που φέρει έναν ή περισσότερους υποκαταστάτες υδροξυλίου. Υπάρχουν περισσότερες από 500 μοναδικές πολυφαινόλες. Συλλογικά, αυτές οι χημικές ουσίες είναι γνωστές ως φυτοχημικά. Η συνολική πρόσληψή τους σε τρόφιμα μπορεί να φθάσει το 1 g / d, κάτι που είναι πολύ υψηλότερο από αυτό όλων των άλλων κατηγοριών φυτοχημικών και γνωστών διαιτητικών αντιοξειδωτικών. Δηλαδή είναι περίπου 10 φορές υψηλότερο από την πρόσληψη βιταμίνης C και 100 φορές υψηλότερο από την πρόσληψη βιταμίνης E και καροτενοειδών [Scalbert, A. et al. 2005]. Οι πολυφαινόλες βρίσκονται φυσικά στα φυτά και αποτελούν δευτερογενή προϊόντα του μεταβολισμού τους,

ενώ έχουν σκοπό να ενισχύσουν τη φυσική άμυνα του φυτού και να το προστατεύουν από εξωτερικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα οι μικροβιακές μολύνσεις και η υπερϊώδης ακτινοβολία με σκοπό να ενισχυθεί η φυσική του άμυνα. Η ανεύρεση τους σε ζωικά προϊόντα προέρχεται από την κατανάλωση αυτών μέσω της τροφής των ζώων. Επιπλέον, επειδή έχουν έντονο χρώμα και οσμή προσελκύουν τα έντομα βοηθώντας έτσι στην αναπαραγωγή των φυτών. Στον ανθρώπινο οργανισμό παρουσιάζουν παρόμοια δράση με αυτή που βρίσκονται στα φυτά αφού έχουν ενεργό και ωφέλιμη βιολογική δράση. Σε αντίθεση με τις βιταμίνες και τα μέταλλα οι πολυφαινόλες δεν είναι απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, δηλαδή ο ανθρώπινος οργανισμός δεν τα απαιτεί για τη διατήρηση της ζωής όμως μπορούν να ασκήσουν ευεργετικές δράσεις. Οι πολυφαινόλες αν και εμφανίζονται φυσικά σε πολλές φυτικές τροφές, μπορούν να προστεθούν σε μερικά τρόφιμα ή να εξαχθούν και να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή συμπληρωμάτων. Κατά κανόνα στα εξωτερικά στρώματα των φυτών όπως οι φλούδες και τα περιβλήματα βρίσκονται σε υψηλότερες ποσότητες απ' ότι στα εσωτερικά μέρη. Στα τρόφιμα βρίσκονται σε πολύπλοκα μείγματα που περιέχουν διάφορες πολυφαινόλες [Scalbert, A. et al. 2005].

Οι πολυφαινόλες έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στην πρόληψη για την ανάπτυξη χρόνιας νόσου που προκαλείται από οξειδωτικό στρες, συμπεριλαμβανομένης και της οστεοπόρωσης. Το οξειδωτικό άγχος και οι φλεγμονές μπορούν να βλάψουν τα οστά και να οδηγήσουν σε ασθένειες όπως η οστεοπόρωση, η οποία αυξάνει τον κίνδυνο των καταγμάτων. Οι πολυφαινόλες ενισχύουν την υγεία των οστών μειώνοντας το οξειδωτικό στρες και τη φλεγμονή, ενώ υποστηρίζουν την οστική πυκνότητα μέσω της ανάπτυξης νέων οστικών κυττάρων. Οι πολυφαινόλες είναι οι πρωτογενείς ρυθμιστές της ενεργοποίησης οστεοκλαστών που μπορούν να ρυθμιστούν με πολυφαινόλες. Οι πολυφαινόλες καταστέλλουν επίσης την οστική απορρόφηση από πολυπύρηνες οστεοκλάστες που σχηματίζονται από σύντηξη προοστεοκλαστών που προέρχονται από αιμοποιητικά βλαστοκύτταρα παρουσία κυτοκινών (M-CSF, RANKL). Οι κυτοκίνες εμπλέκονται στην πόλωση των κυτταρικών δομών στους οστεοκλάστες και συμμετέχουν στην οστική απορρόφηση [Alldritt I. et al, 2019, Abba M. et al, 2017].

2.2.8 Εισαγωγικά στοιχεία στις βιοδραστικές ουσίες των βοτάνων

Τα φυτοχημικά είναι βιοδραστικές φυτικές ενώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντιμικροβιακοί, αντιβακτηριακοί, αντικαρκινικοί παράγοντες για την πρόληψη του καρκίνου καρδιαγγειακών και φλεγμονωδών παθήσεων. Τα φυτοχημικά μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- Καροτενοειδή
- Φλαβονοειδή
- Φαινολικά οξέα
- Φυτοοιστρογόνα
- Θεϊκές ενώσεις

Τα βότανα (τσάι του βουνού, χαμομήλι) και τα μπαχαρικά (ρίγανη, αλάτι, πιπέρι κ.α.) είναι πολύ πλούσια σε φυτοχημικά και μπορούν να συμβάλλουν για ιατρικούς ή διατροφικούς σκοπούς από την αρχαιότητα. Ωστόσο υπάρχει περίπτωση να υπάρχουν πολύ σοβαροί κίνδυνοι για την υγεία συγκεκριμένων ομάδων πληθυσμού (όπως άτομα με βαρύ ιατρικό ιστορικό) σε περίπτωση ασυνείδητης και ανεξέλεγκτης κατανάλωσης τους. Ακόμα τα φυτοχημικά σε

βότανα και μπαχαρικά εμφανίζουν τοξικολογικές επιδράσεις σε υψηλές δόσεις όμως μπορεί να προάγουν την υγεία σε χαμηλότερες δόσεις [Guldiken B, Ozkan G,2018].

2.2.9 Μέθοδοι προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων

2.2.9.1 Μέθοδοι προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών συστατικών

Για την επίτευξη των επιπέδων αντιοξειδωτικών και της δραστικότητάς τους στα λειτουργικά τρόφιμα, καθίσταται χρήσιμος ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, *in vitro*, μέσω του οποίου μετράται η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών που έχουν “σαρωθεί” και “καθαριστεί” από τα αντιοξειδωτικά συστατικά. Η πιο διαδεδομένη μέθοδο προσδιορισμού της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, η μέθοδος FRAP, αναγωγική/αντιοξειδωτική ισχύς σιδήρου βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών ενώσεων, σε αλκαλικό περιβάλλον να ανάγουν το κίτρινο σύμπλοκο τρισθενούς σιδήρου (Fe^{3+}) - TPTZ σε μπλε σύμπλοκο δισθενούς σιδήρου (Fe^{2+})- TPTZ ως δότες ηλεκτρονίων. Το μπλε σύμπλοκο ανιχνεύεται στα 595nm [Siddeeg A. et al 2021].

Μια άλλη μέθοδος αντιοξειδωτικών είναι το ABTS (2,2'-αζινο δις (3-αιθυλοβενζοθειαζολινο)-6-σουλφονικού οξέος) το οποίο βασίζεται στην οξείδωσή του προς ριζικό κατιόν με υπερθεϊκά ιόντα με βαθύ κυανοπράσινο χρώμα που απορροφά ισχυρά στα 734 nm, και στον ακόλουθο αποχρωματισμό αυτού υπό την παρουσία αντιοξειδωτικών ουσιών [Minioti A. et al. 2009].

Επιπρόσθετα, άλλη μέθοδος αντιοξειδωτικών είναι το DPPH (2,2-διφαινυλο-1-πικρυλνυδραζυλιο) το οποίο βασίζεται στην εξασθένηση του πορφυρού χρώματος του διαλύματός του στα 515 nm κατά τη δέσμευσή του από τα αντιοξειδωτικά [Hu Y. et al. 2019].

2.2.9.2 Μέθοδοι προσδιορισμού των φαινολικών συστατικών

Για τον προσδιορισμό της συνολικής σύστασης σε φαινολικά συστατικά, των λειτουργικών τροφίμων, η μέθοδος Folin-Ciocalteu αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο, λόγω του χαμηλού κόστους και της ταχύτητας άντλησης αποτελεσμάτων. Πρόκειται για χρωματογραφική, φασματοφωτομετρική μέθοδο και βασίζεται στην αναγωγή διαλύματος φωσφο-μολυβδενικού και φωσφοβολφραμικού οξέος (αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu), σε ένα μπλε σύμπλοκο φωσφο-μολυβδενικού-φωσφοβολφραμικού-φαινολικών, σε αλκαλικό περιβάλλον. Το σύμπλοκο ανιχνεύεται στα 765 nm. Οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών στα εκχυλίσματα, οι οποίες έχουν προσδιοριστεί βάση της Folin-Ciocalteu δεν αποτελούν απόλυτες τιμές των ποσοτήτων των φαινολών στο εκχύλισμα αλλά στην πραγματικότητα βασίζονται στην αναγωγική τους ικανότητα, η οποία είναι ισοδύναμη με την αναγωγική ικανότητα του γαλλικού οξέος [Pico J. et al 2020].

2.2.9.3 Μέθοδος προσδιορισμού υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης HPLC

Η πρόοδος στις αναλυτικές στρατηγικές υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC), καθοδηγούμενες από πολλές μεταβλητές, παρέχουν μεγάλο όγκο δεδομένων κατά τη διάρκεια

των αναλυτικών μετρήσεων. Αν και η HPLC είναι μια ευέλικτη τεχνική διαχωρισμού με ευρύ φάσμα εφαρμογών, η διαδικασία είναι μερικές φορές κρίσιμη λόγω του μεγάλου αριθμού μεταβλητών, οι οποίες πρέπει να προσαρμοστούν σωστά πριν από κάθε εφαρμογή. Κατά συνέπεια, προκύπτει η ανάγκη για βαθύτερη κατανόηση τέτοιων μεθόδων. Παρεμπιπτόντως, τα χημειομετρικά εργαλεία με κατάλληλη στατιστική ανάλυση έχουν γίνει δημοφιλή, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά πλεονεκτήματα π.χ. μείωση του αριθμού των πειραμάτων και χαμηλότερο αντιδραστήριο κατανάλωσης και λιγότερες εργαστηριακές εργασίες. Επιπλέον, η βελτιστοποίηση των μεθόδων HPLC είναι πολύπλοκες διαδικασίες, αφού πολλές μεταβλητές (pH κινητής φάσης, συγκέντρωση ρυθμιστικού διαλύματος, ρυθμός ροής, θερμοκρασία στήλης, μήκος κύματος ανιχνευτή, κ.λπ.) πρέπει να ελέγχονται ταυτόχρονα για την επίτευξη των επιθυμητών διαχωρισμών. Για δεκαετίες, η ανάπτυξη μεθόδων HPLC επιδιώχθηκε μέσω της προσέγγισης δοκιμής και σφάλματος, ενισχυμένη με την τεχνογνωσία, τη γνώση και τη σοφία του αναλυτή. Η χρήση ενός τέτοιου παραδοσιακού συστήματος κατά τη βελτιστοποίηση της μεθόδου περιλαμβάνει αλλαγή ενός παράγοντα κάθε φορά, διατηρώντας τους άλλους σταθερούς, κάτι που σίγουρα μπορεί να επιτύχει τον επιθυμητό διαχωρισμό, αλλά δεν θα μπορούσαν ποτέ να υποσχεθούν πραγματικές βέλτιστες συνθήκες [Vander Y., et al, 2001, Sahu P. K. et al., 2018, Vidushi Y. and Meenakshi B., 2017].

3 Μεταβολισμός ασβεστίου και αλληλεπιδράσεις με βιοδραστικά συστατικά

3.1 Βιοδραστικά συστατικά λειτουργικών τροφίμων σχετικά με την οστεοπόρωση

Τα βιοδραστικά συστατικά, ως βιομόρια, είναι υπεύθυνα για τις λειτουργικές ιδιότητες ορισμένων τροφίμων, καθώς έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν πολλαπλές μεταβολικές διεργασίες και μονοπάτια, σε συγκεκριμένους ιστούς-στόχους, εντός του οργανισμού [Abuajah et al. 2015, Soumya N.P.P. et al. 2021].

Οι βιταμίνες και τα μέταλλα παρέχουν την ενέργεια και τα δομικά υλικά που χρειάζεται ο άνθρωπος για να αναπτύξει και να διατηρήσει δυνατά, υγιή οστά. Τα τελευταία χρόνια έχουν μελετηθεί οι επιδράσεις διαφόρων λειτουργικών τροφίμων και βιοδραστικών συστατικών, όπως οι βιταμίνες και οι πολυφαινόλες, ως παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τον μεταβολισμό των οστών [Koutelidakis et al, 2019] [Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013, National Osteoporosis Foundation et al 2010, US Preventive Services Task Force Screening for Osteoporosis et al 2011, Wright NC et al, 2014].

3.1.1 Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D είναι μια λιποδιαλυτή βιταμίνη της οποίας η κύρια λειτουργία στο σώμα είναι η ρύθμιση του μεταβολισμού των οστών. Προωθεί την απορρόφηση του ασβεστίου στα οστά και διατηρεί τη μυϊκή λειτουργία. Ραχίτιδα, οστεοπενία και οστεοπορώσεις είναι οι σαφώς αποδεδειγμένες συνέπειες της ανεπάρκειάς της. Η βιταμίνη D είναι απαραίτητη για φυσιολογική απορρόφηση ασβεστίου και το μεταβολισμό των οστών. Η διατροφική πρόσληψη ασβεστίου διατηρεί την απαιτούμενη οστική πυκνότητα. Ο συνδυασμός ασβεστίου Ca και βιταμίνης D μειώνει την οστική απώλεια. Δρα ενάντια της απώλειας ασβεστίου στα οστά και ενισχύει τη απορροφητική επίδραση εξειδικευμένων φαρμάκων. Επιπλέον η βιταμίνη D αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου [Aguilar-Shea, 2021].

Επομένως η κύρια λειτουργία της βιταμίνης D είναι η διατήρηση φυσιολογικών επιπέδων ασβεστίου στο αίμα μέσω ρύθμισης της απορρόφησης του ασβεστίου από το έντερο. Επιπρόσθετα, όταν το ασβέστιο στη διαίτα είναι χαμηλό και η απορρόφηση ασβεστίου από το έντερο είναι μικρή. Η βιταμίνη D δεσμεύεται στους οστεοβλάστες με τον τρόπο αυτό ενεργοποιούνται οι οστεοκλάστες και απελευθερώνεται στην κυκλοφορία ασβέστιο από το σκελετό. Έχει και άλλες δράσεις, παράλληλα με τη δράση της στην ομοίωση του ασβεστίου επιδρά στον πολλαπλασιασμό και την διαφοροποίηση των κυττάρων και στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, τα περισσότερα κύτταρα στον οργανισμό εκφράζουν τον υποδοχέα της βιταμίνης D και A υδροξυλάσης. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η τοπική παραγωγή ενεργού βιταμίνης D. Η επάρκεια της βιταμίνης D μέχρι το επίπεδο 25 η προβιταμίνη D3 και η βιταμίνη D3 που συντίθενται στο δέρμα απορροφούν το υπεριώδες φως και γίνονται βιολογικά ενεργές, προλαμβάνοντας με τον τρόπο αυτό την τοξικότητα από βιταμίνη D που θα ήταν δυνατό να παρατηρηθεί μετά από υπερβολική έκθεση στον ήλιο. Έτσι υπάρχει μεγάλο περιθώριο ασφαλείας μεταξύ αποτελεσματικών θεραπευτικών δόσεων βιταμίνης D και τοξικότητας [Aguilar-Shea, 2021].

Η καθημερινή χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατήρηση της επάρκειας της βιταμίνης, δεν υπάρχουν ωστόσο επαρκή δεδομένα για να εκτιμηθεί η δόση της βιταμίνης D που είναι αναγκαία και επαρκής για τη διατήρηση της. Οι επαρκείς δόσεις της βιταμίνης D είναι 200 IU βιταμίνης D ημερήσιος. Η επαρκής δόση μέχρι την ηλικία των 50 ετών είναι 400IU για ενήλικες ηλικίας 51 με 70 ετών και 600IU για μεγαλύτερους των 70 ετών. Για την αντιμετώπιση της ανεπάρκειας της βιταμίνης γίνεται φόρτιση με 50.000IU βιταμίνης D δύο φορές την εβδομάδα για οκτώ εβδομάδες και επανάληψη για άλλες οκτώ εβδομάδες αν 25 HD μικρότερο των 30 mg/ml. Κατόπιν γίνεται συντήρηση με 800 μέχρι 1000IU βιταμίνης D3 ανά ημέρα, ενώ 50.000 βιταμίνης D2 ανά 15 ημέρες/μήνα είναι επαρκής. Οι τρεις πηγές βιταμίνης D είναι η υπεριώδης ακτινοβολία του ήλιου, τροφή και τα συμπληρώματα [Aguilar-Shea, 2021].

Επιπλέον, η βιταμίνη D είναι απαραίτητη για όλες τις ηλικίες και συντίθεται στον οργανισμό κυρίως μέσω της επίδρασης της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου στο δέρμα μας, αλλά επίσης απορροφάται με την κατανάλωση ορισμένων τροφών και συμπληρωμάτων με κύριο ρόλο τη σωστή ανάπτυξη και προώθηση της υγείας των οστών του σκελετού μας. Ο χρόνος έκθεσης στο ηλιακό φως που απαιτείται για τη σύνθεση των απαιτούμενων ποσοτήτων βιταμίνης D εξαρτάται από την ηλικία, το χρώμα του δέρματος και τα υποκείμενα προβλήματα υγείας. Η βιταμίνη D χωρίζεται σε D3 και D2, η D3 συντίθεται ενδογενώς στο δέρμα ενώ η D2 συντίθεται από την εργοστερόλη. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να επιδεινώσει την οστεοπόρωση [Charoenngam N et al 2019].

Σύμφωνα με έρευνες, υπάρχει έλλειψη στην Ελλάδα όσον αφορά την πρόσληψη βιταμίνης D. Πιο συγκεκριμένα, μετά από μελέτη στον πληθυσμό, φάνηκε ότι αρκετοί από τους ενήλικες που συμμετείχαν σε έρευνα για την πρόσληψη βιταμίνης D είχαν σοβαρή ανεπάρκεια σε βιταμίνη D και μάλιστα αρκετοί από αυτούς είχαν οστεοπόρωση ή οστεοπενία [Dimakopoulos I et al 2019].

3.1.2 Ασβέστιο

Το ασβέστιο είναι ο κύριος παράγοντας στην υγεία των οστών. Είναι το κύριο συστατικό των οστών και προσφέρει την ακαμψία που χρειάζεται. Ο ρόλος στη διατήρηση της υγείας των οστών σε όλη τη ζωή έχει αναγνωριστεί από πολλές μελέτες. Η βέλτιστη διατροφική πρόσληψη ασβεστίου είναι απαραίτητη για την υγεία των οστών σε όλα τα στάδια της ζωής: Στα παιδιά και σε έφηβους συμβάλει στο σχηματισμό ενός υγιούς σκελετού, και σε ενήλικες και ηλικιωμένους για να αποτραπεί η απώλεια οστικής μάζας. Οι διαιτητικές απαιτήσεις για το ασβέστιο καθορίζεται από την ανάγκη ανάπτυξης και συντήρησης των οστών. Επομένως, η συνιστώμενη διατροφική πρόσληψη για ασβέστιο ποικίλλει καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής. Στο διεθνές επίπεδο από το Ινστιτούτο Ιατρικής της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών, οι συνιστώμενες ημερήσιες απαιτήσεις σε ασβέστιο είναι 1000 mg για ενήλικες (άνδρες και γυναίκες) και 1200 mg για άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών, έφηβους και όσους πάσχουν από οστεοπόρωση. Τα $\frac{3}{4}$ των γυναικών παίρνουν ανεπαρκείς ποσότητες ασβεστίου μέσω της διατροφής τους, λιγότερο από 500 mg. Το 99% του ασβεστίου αποθηκεύεται στα οστά και υποστηρίζει τη δομή και τη λειτουργία τους [Quattrini et al., 2021].

Το ασβέστιο είναι ένα μεταλλικό συστατικό που επηρεάζει τους σκελετικούς και τους λείους μύες, το 99% του οποίου αποθηκεύεται στα οστά με τη μορφή υδροξυαπατίτη. Η ελλιπής διατροφική κατανάλωση ασβεστίου οδηγεί σε χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και BMD, η οποία μακροπρόθεσμα οδηγεί σε οστεοπενία και οστεοπόρωση [Dermience M et al 2015]. Η ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου θεωρείται ευρέως ως το πιο σημαντικό

συμπλήρωμα για την πρόληψη της οστεοπόρωσης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες [Caroli A. et al 2011].

Καθώς οι γυναίκες γερνούν, η αποτελεσματικότητα της απορρόφησης ασβεστίου μέσω του εντέρου μειώνεται και οι γυναίκες χάνουν 200 mg ασβεστίου την ημέρα στα πρώτα 3 έως 4 χρόνια της εμμηνόπαυσης [Tella SH, Gallagher JC. 2014]. Η μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση προκαλείται κυρίως από μειωμένα επίπεδα οιστρογόνων. Είναι πολύ σημαντικό κατά τη διάρκεια της ζωής να διατηρείται υγιής ο μεταβολισμός των οστών και ιδιαίτερα του ασβεστίου, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης οστικών παθήσεων [Makita K, 2017].

3.1.3 Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο έχει καθοριστικό ρόλο στα οστά. Με την αύξηση της ηλικίας, η μεγαλύτερη πρόσληψη μαγνησίου από τη διατροφή ή από συμπληρώματα διατροφής, βοηθά στη διατήρηση υγιών οστών, με αυξημένη οστική πυκνότητα και αύξηση της πρόληψης της οστεοπόρωσης. Το μαγνήσιο έχει εξαιρετική ιδιότητα να αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου στο έντερο. Είναι πρακτικά απαραίτητο για το σώμα, επειδή προάγει την εμφάνιση λείων μυών. Μεταξύ των προϊόντων που περιέχουν αυτό το στοιχείο, ειδικά το τυρί, τα φιστίκια, το κεχρί και το πλιγούρι βρώμης ξεχωρίζουν. Η βέλτιστη απαίτηση Mg στη διατροφή θεωρείται 320 mg / ημέρα για τις γυναίκες και 420 mg / ημέρα για τους άνδρες, σύμφωνα με τις Οδηγίες Διατροφής 2015-2020 για Αμερικανούς. Πολλοί παράγοντες μπορεί να αλλάξουν την ισορροπία του Mg: υψηλή περιεκτικότητα στη διατροφή Na, Ca, πρωτεΐνης, αλκοόλη καφεΐνη ή τη χρήση ορισμένων φαρμάκων (διουρητικά, π.χ. φουροσεμίδη) [Barbagallo, Veronese, Dominguez 2021].

Το διατροφικό έλλειμμα Mg έχει υποτεθεί ως πιθανός παράγοντας κινδύνου για οστεοπόρωση και οστική απώλεια. Οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι αυξημένες διατροφικές προσλήψεις Mg σχετίζονται θετικά και σημαντικά με την οστική πυκνότητα (BMD). Αντιθέτως, η ανεπαρκής πρόσληψη Mg συνδέθηκε με αυξημένο ποσοστό απώλειας οστού σε μετεμμηνοπαυσιακές οστεοπορωτικές γυναίκες. Επιπλέον, το Mg είναι απαραίτητο για τη σύνθεση, τη μεταφορά και την ενεργοποίηση της βιταμίνης D. Ως εκ τούτου, το διατροφικό έλλειμμα Mg επηρεάζει την παραγωγή της δραστικής μορφής βιταμίνης D, 1,25-OH₂ D₃, και προκαλεί αντίσταση στις δράσεις PTH και βιταμίνης D. Έχει υποτεθεί ότι η συμπλήρωση Mg σε δόσεις επαρκείς για την αποκατάσταση ενός φυσιολογικού οστικού κύκλου μπορεί να μειώσει την οστική απώλεια αλλά και να αποτρέψει τον κίνδυνο της οστεοπόρωσης. Σε συμμετέχοντες στην ερευνητική μελέτη «Πρωτοβουλία Οστεοαρθρίτιδας» που έλαβε χώρα για 8 χρόνια, διαπιστώθηκε ότι οι γυναίκες με την υψηλότερη πρόσληψη Mg στη διατροφή, είχαν μειώσει τον κίνδυνο για μελλοντικά κατάγματα κατά 27%, επιβεβαιώνοντας τον θετικό ρόλο της διατήρησης επαρκούς Mg που ισορροπεί τον κίνδυνο οστεοπόρωσης και κατάγματος [Barbagallo, Veronese, Dominguez 2021].

Το μαγνήσιο σχετίζεται με μια ποικιλία βιολογικών και ενζυματικών αντιδράσεων όπως η παραγωγή ATP. Αν και οι περισσότερες μελέτες υποδηλώνουν ότι η ανεπάρκεια μαγνησίου σχετίζεται με την οστεοπόρωση, η σχέση μεταξύ της πρόσληψης μαγνησίου και της οστικής πυκνότητας δεν είναι τόσο ξεκάθαρη. Αυτό οφείλεται πιθανότατα στις διαφορές στον πληθυσμό, στη μειωμένη έκκριση ορμονών, τόσο σε γυναίκες όσο και σε άνδρες, και σε ανεπάρκεια άλλων θρεπτικών συστατικών [Yashimi Y. 2010].

3.1.4 Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C ή L – ασκορβικό οξύ είναι παράγωγο του φουρανίου, πολύ διαλυτό στο νερό, με όξινο χαρακτήρα. Το ασκορβικό οξύ διακρίνεται σε D – και L – στερεοϊσομερή, από τα οποία μόνο η L – μορφή εμφανίζει βιταμινική δράση. Στα τρόφιμα βρίσκεται και το L –δεύδρο – ασκορβικό οξύ, που προκύπτει από το ασκορβικό οξύ κατά την οξειδωσή του με τη βοήθεια διαφόρων οξειδασών των φυτικών ιστών και το οποίο συνυπολογίζεται στη βιταμινική δράση της βιταμίνης C, διότι μετατρέπεται εύκολα σε ασκορβικό οξύ στον οργανισμό. Πρόκειται για μία ασταθής υδατοδιαλυτή βιταμίνη, η οποία παρουσιάζει ευαισθησία στο νερό, στη ζέση και στον αέρα και συνιστάται να μαγειρεύουμε στον ατμό, διότι καταστρέφεται εύκολα. Κατά τη διαδικασία του μαγειρέματος, η περιεκτικότητα των τροφίμων σε βιταμίνη C ελαττώνεται, εξαιτίας της διάλυσης της βιταμίνης στο νερό και της οξειδωσής της, όπως και κατά τη διάρκεια του ξεφλουδίσματος των φρούτων. Η βιταμίνη C είναι ευαίσθητη ακόμα και σε θερμοκρασία 60 °C, ενώ υφίστανται μεγάλες απώλειες σε ουδέτερο περιβάλλον. Επομένως, τα τρόφιμα θα πρέπει να διατηρούνται σε ψυχρό και όξινο περιβάλλον. Φυσιικές πηγές βιταμίνης C είναι τα όξινα φρούτα, τα πράσινα λαχανικά, οι ντομάτες, οι πιπεριές κ.α.. Επίσης, η βιταμίνη C οξειδώνεται με το κάπνισμα [Veasey et al., 2015, Hamid et al. 2010].

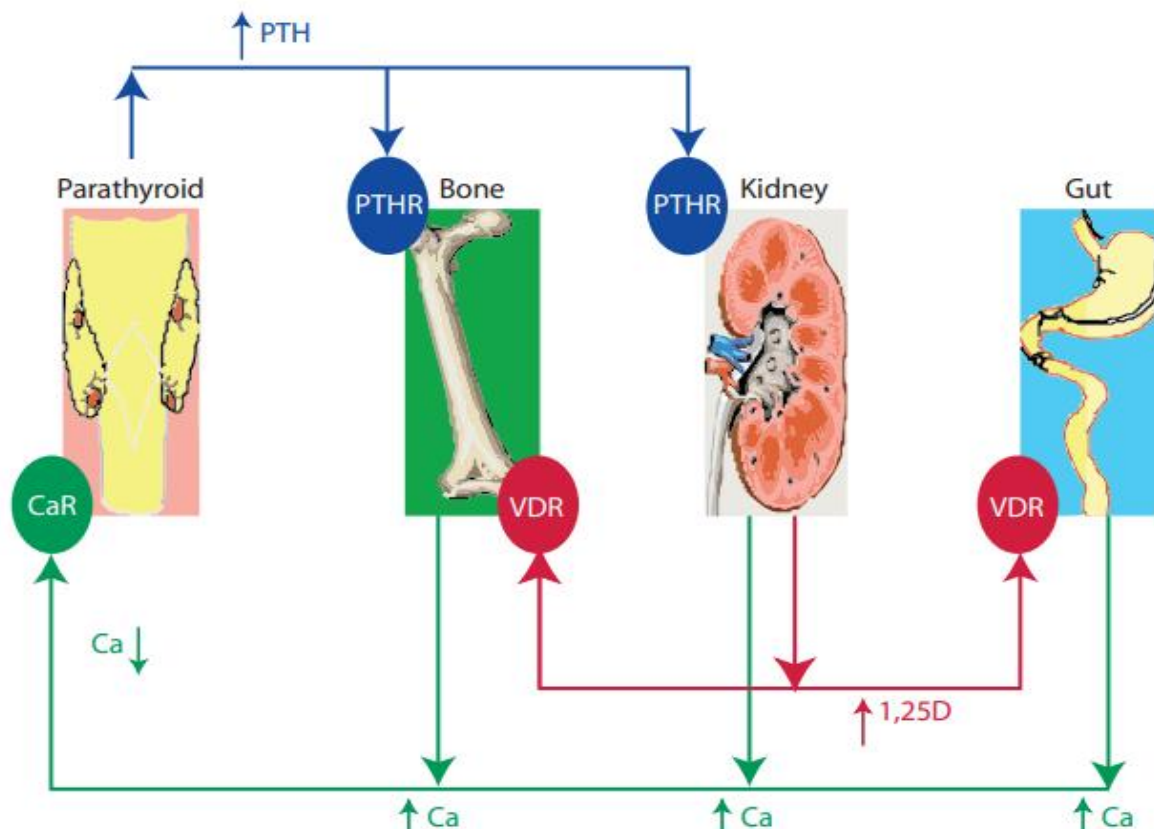
Η βιταμίνη C παίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία των οστών. Η βιταμίνη C είναι στην πραγματικότητα είναι ένας δείκτης της διατροφικής πρόσληψης φρούτων και λαχανικών, υγιεινών διατροφικών προτύπων και συνολικής πρόσληψης αντιοξειδωτικών. Η μεγαλύτερη πρόσληψη φρούτων, λαχανικών και αντιοξειδωτικών, καθώς και πιο υγιεινό διατροφικό πρότυπο, συσχετίστηκε με την υγεία των οστών. Μεγαλύτερες προσλήψεις διατροφικής βιταμίνης C συσχετίστηκαν με υψηλότερη οστική πυκνότητα (BMD) στον αυχένα του μηριαίου και στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης [Sahni S et al 2015, Ward KA et al 2016].

Η βιταμίνη C είναι ένα από τα διατροφικά συστατικά που επηρεάζουν την οστική πυκνότητα (BMD). Η βιταμίνη C επηρεάζει τη σύνθεση κολλαγόνου και τη γένεση των οστεοβλαστών. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της πρόσληψης βιταμίνης C και του κινδύνου κατάγματος ή οστεοπόρωσης [Kim MH & Lee HJ 2016, Sun LL et al 2014]. Σύμφωνα με τη μελέτη Framingham, τα άτομα με υψηλή βιταμίνη C έχουν λιγότερα κατάγματα ισχύου και μη σπονδυλικά κατάγματα σε σύγκριση με άτομα με χαμηλότερα επίπεδα πρόσληψης [Position Statement 2010].

Η βιταμίνη C λειτουργεί ως κύριο αντιοξειδωτικό για την απομάκρυνση των ενεργών ειδών οξυγόνου και αζώτου, μειώνοντας το οξειδωτικό στρες, το οποίο σχετίζεται με την οστεοπόρωση [Fulzele S et al 2013].

3.2 Βασικές αρχές μεταβολισμού του ασβεστίου

Το ασβέστιο λαμβάνεται από τις τροφές, στη συνέχεια γίνεται η απορρόφηση από το έντερο και το ποσοστό που δεν χρησιμοποιείται για την ισορροπία της συγκέντρωσής του στο αίμα, οδηγείται στα οστά και εκεί κατακάθεται μαζί με το φώσφορο. Ολόκληρη η ποσότητα του ασβεστίου που λαμβάνεται μέσω της τροφής δεν απορροφάται, αλλά μόνο ένα μέρος της που έχει ανάγκη ο οργανισμός, το υπόλοιπο αποβάλλεται μέσω των κοπράνων. Η ποσότητα του ασβεστίου που υπάρχει στα νεφρικά σωληνάκια, επαναρροφάται ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού και ρυθμίζεται από τα επίπεδα συγκέντρωσης του ασβεστίου στο πλάσμα [Kaldrimidis, et al, 2004].



Σχήμα 4: Μεταβολισμός Ασβεστίου - Ρύθμιση της ομοιόστασης του ασβεστίου στον ορό (Munro Peacock,2010)

Η ομοιόσταση του ασβεστίου του ορού ρυθμίζεται από μια ταχεία αρνητική ανάδραση ορμονικής οδού που περιλαμβάνει τη συγκέντρωση ιονισμένου ασβεστίου στον ορό (Ca, πράσινα βέλη) και την έκκριση παραθυρεοειδούς ορμόνης (PTH, μπλε βέλη) από τον παραθυρεοειδή. Μια πτώση στον ορό ασβεστίου (\downarrow Ca) απενεργοποιεί τον υποδοχέα ασβεστίου των παραθυρεοειδών κυττάρων (CaR, πράσινος κύκλος) και αυξάνει την έκκριση PTH (\uparrow PTH), η οποία αποκαθιστά το ασβέστιο του ορού (\uparrow Ca) μέσω της ενεργοποίησης του παραθυρεοειδούς υποδοχέα (PTHrP, μπλε κύκλοι) στα οστά, για την αύξηση της απορρόφησης ασβεστίου στα νεφρά, καθώς και την αύξηση της σωληναριακής επαναρρόφησης ασβεστίου. Στα νεφρά, η αυξημένη έκκριση PTH ενισχύει την αναπλαστική του δράση στο ασβέστιο αυξάνοντας την έκκριση της 1,25-διυδροξυβιταμίνης D (1,25D, κόκκινα βέλη), η οποία, ενεργώντας στον υποδοχέα της βιταμίνης D (VDR, κόκκινοι κύκλοι) στο έντερο, αυξάνει την ενεργή απορρόφηση ασβεστίου και παράλληλα αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου στο οστό [Peacock M.,2010].

3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον μεταβολισμό του ασβεστίου

Σε περίπτωση διαταραχής της ισοροπίας των οξέων και των βάσεων που έχει ο οργανισμός μας θα προκληθεί μείωση του μεταβολισμού και κατανομής του ασβεστίου στον οργανισμό. Η αλκάλωση ή η οξέωση ειδικά στα βρέφη και στα νεογνά θα έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία διαταραχών αφού επηρεάζεται η ομαλή λειτουργία των νεφρών τα οποία αποτελούν κύρια όργανα του μεταβολισμού και αποβολής του ασβεστίου. Για να αποφευχθεί αυτό είναι

απαραίτητο να γίνει νωρίς διάγνωση και να ληφθούν κατάλληλες θεραπευτικές μέθοδοι [Iacobelli S, 2020].

3.4 Απορρόφηση ασβεστίου

Για να είναι δυνατόν να απορροφηθεί το ασβέστιο, το σώμα έχει την ανάγκη για βιταμίνη D. Μερικά τρόφιμα περιέχουν φυσικά μικρές ποσότητες βιταμίνης D, όπως ο σολομός σε κονσέρβες και οι κρόκοι των αυγών. Μπορεί επίσης να ληφθεί βιταμίνη D από ενισχυμένα τρόφιμα αλλά και έκθεση στον ήλιο. Το RDA (η συνιστώμενη πρόσληψη) για τη βιταμίνη D είναι 600 διεθνείς μονάδες (15 μικρογραμμάρια) την ημέρα για τους περισσότερους ενήλικες [Quattrini et al 2021]. Η πρόσληψη της συνιστώμενης ποσότητας ασβεστίου είναι απόλυτα αναγκαία για την επίτευξη της μέγιστης οστικής μάζας και παραμένει η ανάγκη για κάλυψη των ημερήσιων απαιτήσεων, οι οποίες αλλάζουν ανάλογα με την ηλικία. Στους ενήλικες, από το ασβέστιο που λαμβάνεται καθημερινά με την τροφή μόνο το 30% περίπου απορροφάται από το έντερο, απ' αυτό λιγότερο απορροφάται σε άτομα άνω των 65 ετών [Nieves,J.W.,2005].

3.5 Έλλειψη ασβεστίου

Η έλλειψη ασβεστίου μπορεί να οδηγήσει διαταραχές οι οποίες μπορεί να εκδηλωθούν σε βάθος χρόνου. Η μετα-εμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση προκαλείται κυρίως από μειωμένα επίπεδα οιστρογόνων. Είναι πολύ σημαντικό κατά την διάρκεια της ζωής να διατηρείται ο υγιής μεταβολισμός των οστών και κυρίως του ασβεστίου, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος εκδήλωσης ασθενειών στα οστά [Makita K. 2017].

3.6 Πηγές ασβεστίου

Το γάλα αλλά και τα γαλακτοκομικά τρόφιμα είναι πλούσια σε ασβέστιο. Το ασβέστιο μπορεί να προσληφθεί από προϊόντα τα οποία τα οποία έχουν φυσικά ασβέστιο, από τρόφιμα τα οποία είναι εμπλουτισμένα με ασβέστιο, από συμπληρώματα αλλά και από συνδυασμό αυτών. Στο γάλα βρίσκεται φυσικά το ασβέστιο και σε μεγάλη ποσότητα η οποία μπορεί να απορροφηθεί από το λεπτό έντερο, μάλιστα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής το γάλα αλλά και οι γαλακτοκομικές τροφές αποτελούν την κύρια πηγή ασβεστίου [Miller GD, Jarvis 2001].

Το φραγκόσυκο αποτελεί μια πολύ πλούσια πηγή ασβεστίου και βιταμινών. Οι βιταμίνες που περιέχει είναι η C, B1, B2, A και E αλλά επίσης είναι πολύ πλούσιο σε μέταλλα όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, φώσφορος και φαινολικές ενώσεις οι οποίες είναι πολύ σημαντικές για την ομαλή λειτουργία των οστών. Οι ενώσεις αυτές εκτός από τα οστά είναι σημαντικές για την γενικότερη καλή υγεία του οργανισμού [Oniszcuk A, Wójtowicz A, 2020].

3.7 Αλληλεπίδραση ασβεστίου με ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)

Το ασκορβικό ασβέστιο είναι η μη όξινη μορφή βιταμίνης C, κατάλληλο για άτομα με ευαισθησία στο στομάχι, έλκη, εντερικά προβλήματα και προβλήματα στις αρθρώσεις. Ο συνδυασμός με ασβέστιο εξουδετερώνει τις όξινες δράσεις που έχει το ασκορβικό οξύ όταν χρησιμοποιείται μόνο του και απορροφάται πιο εύκολα στην κυκλοφορία του αίματος. Ο

συνδυασμός είναι σημαντικός για να μεγιστοποιηθούν οι ευεργετικές επιδράσεις της βιταμίνης C, χωρίς το φόβο ανεπιθύμητων ενεργειών [Hemilä H.,2017].

Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να συνθέσει το ασκορβικό οξύ καθώς ένα από τα ένζυμα που χρειάζονται για την παραγωγή του έχει χαθεί λόγω μεταλλαγής, και έτσι πρέπει να λαμβάνεται από τη διατροφή. Το ασκορβικό οξύ είναι αναγωγικός παράγοντας και μπορεί να ανάγει, και άρα να εξουδετερώνει, ελεύθερες ρίζες όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου. Το ασκορβικό οξύ είναι ιδιαίτερα επιρρεπές στην οξείδωση παρουσία ιόντων μετάλλων όπως ο δισθενής χαλκός (Cu^{2+}) και ο τρισθενής σίδηρος (Fe^{3+}). Επίσης η οξείδωσή του επηρεάζεται από την θερμοκρασία, την έκθεση στο φως, το pH, τη συγκέντρωση οξυγόνου κ.α. έτσι είναι καλύτερο τα τρόφιμα που το περιέχουν να καταναλώνονται φρέσκα και ωμά. Τόσο η βιταμίνη C όσο και το ασβέστιο παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση και την πρόληψη της διάσπασης των οστών. Ενώ το ασβέστιο βοηθά στο σχηματισμό των οστών και μπορεί να παίζει ρόλο στην πρόληψη της οστεοπόρωσης, ο ρόλος της βιταμίνης C στην παραγωγή κολλαγόνου την καθιστά απαραίτητη για τη συντήρηση των οστών. Το κολλαγόνο βοηθά επίσης στην επιδιόρθωση και τη διατήρηση του δέρματος, του χόνδρου, των τενόντων και των συνδέσμων, τα οποία είναι όλα σημαντικά για την υγιή λειτουργία των οστών. Αυτό σημαίνει ότι η λήψη ασβεστίου και βιταμίνης C μαζί μπορεί να είναι ο καλύτερος τρόπος για να διατηρηθούν υγιή οστά [Hamid et al. 2010; Huy et al. 2008; Devasagayam et al. 2004; Kabel 2014; Lee et al. 2004; Lobo et al. 2010].

3.8 Αλληλεπίδραση ασβεστίου με βιταμίνη D

Η απορρόφηση του ασβεστίου ενισχύεται από τη βιταμίνη D, η οποία βοηθά στην πρόληψη της οστεοπόρωσης και ο συνδυασμός τους, σύμφωνα με μελέτες, μειώνει τα μη σπονδυλικά και ισχιακά κατάγματα. Το ασβέστιο εξασφαλίζει επίσης την καλή λειτουργία της καρδιάς, των μυών και του νευρικού συστήματος. Το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας των ΗΠΑ προτείνει επίσης τον συνδυασμό τους [Wang, Y., et al. 2013].

3.8.1 Συμπληρώματα βιταμίνης D σε συνδυασμό με ασβέστιο

Τα συμπληρώματα ασβεστίου και βιταμίνης D, σε συνδυασμό, μειώνουν τον κίνδυνο κατάγματος, ιδιαίτερα σε πληθυσμούς με χαμηλά επίπεδα προσλήψεων [Tabatabai, Sellmeyer 2020]. Επιπρόσθετα ο συνδυασμός ασβεστίου και βιταμίνης D σχετίζεται με την οστεοπορωτική πρόληψη καταγμάτων, επομένως ο συνδυασμός βιταμίνης D με ασβέστιο μείωσε σημαντικά τον κίνδυνο καταγμάτων σε οστεοπορωτικούς ασθενείς. Όπως φαίνεται από μελέτες, αυτό αποδίδεται στην επίδρασή τους στην οστική πυκνότητα. Φαίνεται επίσης ότι το ευεργετικό αποτέλεσμα ήταν συνεπές για 3 χρόνια, το οποίο υποστηρίζει την δομική επίδραση στο σχηματισμό των οστών [Albani E., Petrou P. 2020].

Οι Chevalleyet et al. το 1994 ήταν οι πρώτοι που τόνισαν τις δυνατότητες και την θετική επίδραση του συνδυασμού, ενώ μια μεγάλη μελέτη εκτελούμενη από τους Lips et al. ενίσχυσε περαιτέρω αυτήν την υπόθεση, υποστηρίζοντας ότι ο συνδυασμός είναι ανώτερος από τη βιταμίνη D μόνη της. Η βιταμίνη D από μόνη της δεν παρουσίασε σημαντική επίδραση σχετικά με τη μείωση του κατάγματος. Δύο πρόσφατες μετα-αναλύσεις έδωσαν επίσης αντικρουόμενα αποτελέσματα [Albani E., Petrou P. 2020].

Σύμφωνα με τη μέχρι τώρα βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία σε διεθνές ερευνητικό επίπεδο σχετικά με την επίδραση συγκεκριμένων λειτουργικών τροφών στην εμφάνιση

οστεοπόρωσης, ενώ αντίστοιχα τα στοιχεία για την αλληλεπίδραση διατροφικών παραγόντων που σχετίζονται με το μεταβολισμό του ασβεστίου και τον μεταβολισμό των οστών, (π.χ. η επίδραση των πολυφαινολών, του ασκορβικού οξέος - βιταμίνης C και βιταμίνης K στην απορρόφηση του ασβεστίου), είναι ανεπαρκής [Wactawski-Wende J. et al 2006].

Μια έρευνα έδειξε ότι πρόσληψη συμπληρωμάτων βιταμίνης D, χωρίς πρόσληψη συμπληρωμάτων ασβεστίου, συνεισφέρει σε αύξηση της οστικής πυκνότητας ή στην μείωση των καταγμάτων. Σε μια μελέτη σε γενικούς κλινικούς ασθενείς ηλικίας μικρότερης των 65 χρονών και χωρίς κανένα παράγοντα κινδύνου για υποβιταμίνωση της βιταμίνης D, αποδείχτηκε ότι 42% αυτών των ασθενών είχαν έλλειψη βιταμίνης D βασισόμενη κυρίως στην ανάλυση της βιταμίνης D του ορού και 22% αυτών είχαν σοβαρή έλλειψη [Wactawski-Wende J. et al 2006].

Δεδομένης της ιδιαίτερης σημασίας της βιοδιαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών και των παραγόντων που επηρεάζουν την πιθανότητα οστεοπόρωσης, είναι απαραίτητο να διεξαχθεί διεξοδική έρευνα και να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα.

4 Παραδοσιακά λειτουργικά τρόφιμα πλούσια σε βιοδραστικά συστατικά και πολυφαινόλες

4.1 Παραδείγματα παραδοσιακών λειτουργικών τροφίμων

I. Πορτοκάλι

Ο χυμός πορτοκαλιού περιέχει μια σειρά ισχυρών αντιοξειδωτικών συμπεριλαμβανομένων των φλαβονοειδών (εσπερετίνη και ναριγκενίνη κυρίως ως γλυκοζίτες), καροτενοειδή (ξανθοφύλλες, κρυπτοξανθίνες, καροτένια) και βιταμίνη C [Franke et al., 2005; Stinco et al., 2015]. Επιπλέον, περιέχει και άλλες φαινολικές ενώσεις, κυρίως υδροξυκιναμικά οξέα (φερουλικό, ρκουμαρικό, σιναπικό και καφεϊκό οξύ). Αυτές οι ενώσεις είναι δεσμευτές ελεύθερων ριζών, καθώς αναστέλλουν το οξειδωτικό στρες. Δρουν συνεργιστικά με τη βιταμίνη C προκειμένου να διατηρήσουν αντιοξειδωτικά είδη. Εκτός από τις φαινολικές ενώσεις, η βιταμίνη C θεωρείται το πιο σημαντικό υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό που συμβάλλει στην αντιοξειδωτική κυτταρική άμυνα κατά του οξειδωτικού στρες. Το προφίλ των αντιοξειδωτικών ενώσεων στο χυμό πορτοκαλιού δείχνει ποσοτικές και ποιοτικές διαφορές που σχετίζονται με την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες (ηλιακό φως, βροχή, θερμοκρασία), τον τύπο καλλιεργειών και τις συνθήκες συγκομιδής, την ωριμότητα των φρούτων, τις τεχνολογικές διεργασίες και την αποθήκευσή τους, επηρεάζοντας κατά συνέπεια την αντιοξειδωτική του ικανότητα [Stinco et al., 2015].

II. Σκόρδο

Το σκόρδο θεωρείται ως λειτουργικό τρόφιμο λόγω της ποικιλίας των βιολογικά ενεργών θρεπτικών συστατικών του, που ενισχύουν την υγεία. Όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές ενώσεις, περιέχει υψηλά επίπεδα ψευδάργυρου, μέτρια επίπεδα σεληνίου και χαμηλά επίπεδα ασκορβικού οξέος. Τα τελευταία χρόνια, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στις κύριες βιοδραστικές ενώσεις του, ιδίως πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, φλαβανόλες, τανίνες. Υπάρχουν περισσότερες από είκοσι γνωστές πολυφαινολικές ενώσεις στο σκόρδο, όπως γλυκοζίτες καμπερόλης, λουτεολίνη και απιγενίνη [Ansary et al., 2020]. Επιπλέον έχουν ανιχνευθεί ενώσεις καφεϊκού και p-κουμαρικού οξέος και κερκετίνης [Gu et al., 2019, Gorinstein et al., 2008]. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι το σκόρδο παρέχει προστασία από την υπεροξειδωση των λιποειδών. Διάφορες ενώσεις που περιέχουν θείο όπως η αλιίνη και τα παράγωγά της, η αλλυλ-κυστεΐνη, η αλλισίνη και το αλλυλο-δισουλφίδιο έχουν αξιολογηθεί για την ικανότητα δέσμευσης ριζών υδροξυλίου και υπεροξειδίων και βρέθηκε ότι η αλιίνη είναι πιο αποτελεσματική στην επιβράδυνση των αντιδράσεων οξειδωσης [Chung et al, 2006].

III. Ρίγανη

Τα πιο σημαντικά αντιοξειδωτικά της ρίγανης είναι τα φαινορικά οξέα και τα φλαβονοειδή όπως το καφεϊκό οξύ, το ροσμαρινικό οξύ και η απιγενίνη. Με βάση την ποσότητα, το ροσμαρινικό οξύ είναι το κυρίαρχο αντιοξειδωτικό μεταξύ των φαινολικών οξέων στη ρίγανη. Επιπλέον, τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών έδειξαν ότι η αντιοξειδωτική δράση της ρίγανης μπορεί να σχετίζεται με τα κυρίαρχα συστατικά του αιθέριου ελαίου όπως η καρβακρόλη και η θυμόλη [Yan et al., 2016].

Είναι μια πλούσια πηγή πολυφαινολών που έχουν βιοδραστικές ιδιότητες όπως αντιφλεγμονώδεις. Οι φαινολικές ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν ήταν η απιγενίνη-7- γλυκοσίδη, η σκουτελαρελίνη, η λουτεολίνη, η λουτεολίνη-7-γλυκοσίδη, η φλοριδίνη και το χλωρογενικό οξύ. Η ρίγανη περιέχει 3117 mg / 100 gr ολικές πολυφαινόλες [Gutiérrez-Grijalva, E.P. et al. 2017].

IV. Πιπεριά

Οι πιπεριές έχουν αξιολογηθεί ως μία από τις κύριες πηγές τροφής της βιταμίνης C, καθώς μια μερίδα 100 g φρέσκιας πιπεριάς παρέχει περισσότερο από το 100% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης (75-90 mg ημερησίως). Οι πιπεριές αποτελούν επίσης σημαντική πηγή καροτενοειδών (β-καροτένιο), φλαβονοειδών και φαινολικών οξέων. Αυτά τα φυτοχημικά και οι βιταμίνες είναι υπεύθυνα για την υψηλή αντιοξειδωτική δράση της πιπεριάς, που έχει συσχετιστεί με την πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων, καρκίνου και διαβήτη [Marín et al., 2009].

V. Χαμομήλι

Το χαμομήλι είναι γνωστό με την επιστημονική ονομασία *Matricaria recutita L.* ή αλλιώς *Matricaria Chamomilla L.* και ανήκει στην οικογένεια Asteraceae. Λέγεται επίσης και γερμανικό χαμαίμηλο. Είναι ένα βότανο που είναι εγγενές στην Ευρώπη, την Αφρική και την Ασία, ενώ η καλλιέργεια του αρχίζει να επεκτείνεται και σε άλλα μέρη του κόσμου. Στην Ελλάδα αυτοφύεται σχεδόν σε όλη την επικράτεια σε χέρσα και σε καλλιεργούμενα μέρη. Είναι μονοετές, ποώδες φυτό και τη δρόγη του αποτελούν τα άνθη και οι κεφαλές των λουλουδιών του. Το χαμομήλι χρησιμοποιείται για ιατρικούς σκοπούς για χιλιάδες χρόνια και ήταν γνωστό από τους αρχαίους ελληνικούς, ρωμαϊκούς και αιγυπτιακούς πολιτισμούς. Είναι αρωματικό και φαρμακευτικό φυτό, ενώ περιέχει μια μεγάλη ομάδα βιοδραστικών ενώσεων που περιλαμβάνει σεσκιτερπένια, φλαβονοειδή, κουμαρίνες και πολυακετυλένια. Η δράση του χαμομηλιού καθώς και του αιθέριου ελαίου του είναι αντιφλεγμονώδης, κατασταλτική, ηρεμιστική, αντιβακτηριακή, και επουλωτική [Sarris J. 2011, Singh O. 2011, Srivastava J. K et al. 2010].

VI. Τσάι του βουνού

Το τσάι και τα αφεψήματα βοτάνων συμβάλλουν στην κύρια πηγή φαινολικών ενώσεων στη διατροφή μας [Shahidi, 2000]. Έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες για την παρουσία και τη δράση αντιοξειδωτικών στο τσάι και τα βότανα, αλλά έχει δοθεί έμφαση στα εκχυλίσματα οργανικών διαλυτών που απομονώνονται από αποξηραμένα φύλλα. Λίγα είναι γνωστά για τα φαινολικά προφίλ και την αντιοξειδωτική δράση στα αφεψήματα βοτάνων [Triantafyllou, Blekas, Boskou et al, 2001].

Το τσάι του βουνού είναι ένα κλασικό μεσογειακό ρόφημα που παρασκευάζεται σε βραστό νερό από φυτά του γένους *Sideritis*. Αυτό το είδος ποτού λαμβάνεται συνήθως για οικιακή χρήση και κατανάλωση. Ωστόσο, η έκταση της πρόσληψής του αυξάνεται λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων του για την υγεία. Ειδικότερα, αυτό το ρόφημα έχει θεωρηθεί ότι έχει αντιέλκη, αντιφλεγμονώδη και αντιοξειδωτική δράση. Το τσάι του βουνού μπορεί να αποτελείται από έναν ή περισσότερους διαφορετικούς τύπους *Sideritis* ανάλογα με τη γεωγραφική ζώνη, καθώς το γένος *Sideritis* (Lamiaceae) περιλαμβάνει περισσότερα από 150 είδη που αναπτύσσονται κυρίως στη μεσογειακή περιοχή [Koleva I. et al 2003, Tunalier Z. et al, 2004].

Φυτοχημικές μελέτες στο γένος *Sideritis* έχουν αποκαλύψει την παρουσία πολλών φυτοχημικών, κυρίως πολυφαινολών, συμπεριλαμβανομένων των φλαβονοειδών, των φαινυλαιθανοειδών γλυκοσιδίων και των φαινολικών οξέων. Όσον αφορά τα είδη φλαβονοειδών, το *Sideritis* spp. χαρακτηρίζεται από 8-υδροξυφλαβονικές 7-αλλοσυλγλυκοζίτες (ισοσκοουτελλαρεΐνη και παράγωγα υπολαετίνης). Επιπλέον, αυτά τα φυτά περιέχουν 5,7-διυδροξυφλαβόνες (παράγωγα απιγενίνης) και τους γλυκοζίτες τους. Μια άλλη κοινή χημική κατηγορία του γένους *Sideritis* είναι οι φαινυλαιθανοειδείς γλυκοσίδες. Ακτεοσίδη και μαρτυνοσίδη ταυτοποιήθηκαν από διάφορα φυτά Σιδερίτη. Αν και τα φυτά της

οικογένειας Lamiaceae είναι πλούσια σε διάφορα φαινολικά οξέα, το χλωρογενικό οξύ είναι ο κύριος εκπρόσωπος στα είδη Sideritis. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι διακυμάνσεις της φυτοχημικής περιεκτικότητας μεταξύ των φυτών Sideritis εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η γεωγραφική προέλευση των φυτικών υλικών [Gonzalez-Burgos E. et al 2011, Aneva I. et al 2019, Zyzelewicz D. et al 2020].

4.2 Χαρακτηριστικά και παραγωγή πάστα ελιάς

Η ολευροπαΐνη είναι ένα ενεργό συστατικό ή γλυκοζίτης που βρίσκεται στα φύλλα της ελιάς και στον ελαιόκαρπο. Βρέθηκε να ενισχύει την υγεία των οστών αυξάνοντας το σχηματισμό οστεοβλαστών από βλαστοκύτταρα του μυελού των οστών και μειώνοντας την παραγωγή του λιπώδη ιστού ή των λιποκυττάρων, υποδηλώνοντας ότι η πρόσληψη ολευροπαΐνης μπορεί να έχει προληπτικά αποτελέσματα κατά της απώλειας των οστών που σχετίζεται με την οστεοπόρωση κατά τη γήρανση. Γενικά, η ολευροπαΐνη είναι η πιο σημαντική φαινολική ένωση στην ελιά και μπορεί να φτάσει σε συγκεντρώσεις μέχρι 140 mg σε ξηρή βάση σε νεαρές ελιές και 60-90 mg ξηράς ουσίας στα φύλλα [Martinez O.G. et al.2014, Bulotta et al.2014].

Η πάστα ελιάς είναι ένα προϊόν που παράγεται από την επεξεργασμένη βρώσιμη ελιά και τα χαρακτηριστικά της ορίζονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία που αναφέρεται στον τομέα των τροφίμων (Κανονισμός 2081/92). Ο κανονισμός αυτός ορίζει ότι η πάστα ελιάς πρέπει να έχει χαρακτηριστικό χρωματισμό που δεν πρέπει να είναι ούτε πράσινος ούτε πολύ σκουρόχρωμος. Η πάστα πρέπει να είναι παχύρρευστη, με άρωμα συγκρίσιμο με το χαρακτηριστικό άρωμα του ελαιολάδου. Η παραγωγή της πάστας ελιάς επηρεάζεται, όπως είναι αναμενόμενο, από την εξέλιξη του βιομηχανικού τομέα της βρώσιμης ελιάς. Σε αντίθεση με το ελαιόλαδο και τα άλλα προϊόντα της ελιάς, ο τομέας της πάστας βρίσκεται αρκετά πίσω όσον αφορά τη βιομηχανική παραγωγή και την προώθησή της στην αγορά, αφού η πλειονότητα των μονάδων που φτιάχνουν το συγκεκριμένο προϊόν βασίζονται κατά βάση σε εμπειρικές μεθόδους. Πάντως η αργοπορία ανάπτυξης στο συγκεκριμένο τομέα είναι από μια άποψη δικαιολογημένη, αφού το προϊόν εμφανίστηκε σε παγκόσμια κλίμακα μόλις πριν από λίγα χρόνια [Kyritsakis et al, 2007].

4.2.1 Διαδικασία παραγωγής πάστας ελιάς

Οι προϋποθέσεις για την παρασκευή της πάστας ελιάς βασίζονται στον κανονισμό της ΕΟΚ υπ. αριθμ. 2081/92, που δημοσιεύτηκε στις 3 Απριλίου 2004 ορίζονται οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληροί ο ελαιώνας η παραγωγή του οποίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή της πάστας της ελιάς. Ορίζονται επίσης, η διαδικασία συγκομιδής των ελιών και οι συνθήκες επεξεργασίας τους πριν αυτές αποτελέσουν την πρώτη ύλη για το προϊόν της πάστας ελιάς. Ο κανονισμός αυτός ορίζει μέτρα που αφορούν:

1. Ποικιλία Ελιάς και Διαμόρφωση του Ελαιώνα

Η πάστα ελιάς (ελαιόπαστα) πρέπει να παράγεται από ελιές συγκεκριμένης ποικιλίας. Επιτρέπεται όμως εντός κάθε ελαιώνα η φύτευση ελαιόδέντρων από ποικιλίες που θα λειτουργούν ως επικονιαστές ή η ύπαρξη παλαιών τοπικών ποικιλιών όταν είναι διατεταγμένες κατά τρόπο αρμονικό και ο αριθμός τους δεν υπερβαίνει το 5% του αριθμού των ελαιόδέντρων του συγκεκριμένου ελαιώνα. Κάθε ελαιόδεντρο πρέπει να διαθέτει μια ελάχιστη επιφάνεια 24 τετραγωνικών μέτρων. Τα ελαιόδεντρα πρέπει να κλαδεύονται τουλάχιστον μια φορά ανά διετία. Τα κλαδιά πρέπει να απομακρύνονται από τους ελαιώνες πριν από την επόμενη

συγκομιδή. Οι ετήσιες καλλιέργειες επιτρέπονται μόνο σε αρδευόμενους ελαιώνες στους οποίους τα δέντρα έχουν ηλικία τουλάχιστον 5 ετών. Επιτρέπεται η άρδευση κατά την περίοδο της βλάστησης και μέχρι την ωρίμανση [Kyritsakis et al, 2007].

2.Συγκομιδή των ελιών

Οι ελιές πρέπει να συγκομίζονται όταν το 50% τουλάχιστον των ελιών έχουν το χαρακτηριστικό χρώμα κάθε ποικιλίας που χαρακτηρίζει την ωρίμανσή της. Δεν επιτρέπεται η χρήση καρποπρωτικών ουσιών. Οι ελιές μετά την συγκομιδή πρέπει να τοποθετούνται σε πλαστικά τελάρα και να μεταφέρονται για επεξεργασία [Kyritsakis et al, 2007].

3.Παραλαβή πρώτης ύλης

Οι επεξεργασμένες ελιές είτε ως μαύρες σε άλμη, παραλαμβάνονται μέσα σε δοχεία που περιέχουν και την άλμη. Ελιές ακατάλληλες που δεν έχουν υποστεί κανονική επεξεργασία δεν πρέπει να παραλαμβάνονται για την παρασκευή πάστας [Kyritsakis et al, 2007].

4.Αφαλάτωση

Οι επεξεργασμένες ελιές οδηγούνται σε μια δεξαμενή με παροχή νερού και εκεί πραγματοποιείται η αφαλάτωση και η απομάκρυνση των ξένων ουσιών. Στη συνέχεια οι επεξεργασμένες ελιές μεταφέρονται σε ειδικούς χώρους με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία για ξήρανση, όπου και παραμένουν για χρονικό διάστημα από 24 έως 48 ώρες [Kyritsakis et al, 2007].

5.Εκπυρήνωση

Οι ελιές οδηγούνται στο μηχάνημα εκπυρήνωσης, το οποίο έχει έμβολα διαμέτρου 4-5mm, όπου και πραγματοποιείται η απομάκρυνση του πυρήνα [Kyritsakis et al, 2007].

6.Πολτοποίηση

Μετά την εκπυρήνωση οι ελιές με ειδική μεταφορική ταινία οδηγούνται στην είσοδο του μηχανήματος πολτοποίησης. Αμέσως μετά, η πολτοποιημένη σάρκα της ελιάς μεταφέρεται σε δεξαμενή εφοδιασμένη με αναδευτήρα συνεχούς λειτουργίας όπου γίνεται η προσθήκη των διάφορων αρωματικών υλών, συστατικών δηλαδή που θα δώσουν στο προϊόν χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση. Η πάστα που περιέχει πλέον τα διάφορα πρόσθετα θερμαίνεται γύρω στους 60°C και στη συνέχεια περνάει στη μηχανή γεμίσματος των δοχείων τα οποία κλίνονται αεροστεγώς αφού αφαιρεθεί ο αέρας και αντικατασταθεί με αδρανή αέρια (αργό ή άζωτο). Τα δοχεία που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση της πάστας είναι συνήθως γυάλινα βάζα τα οποία έχουν χωρητικότητα 100-200gr. Επίσης χρησιμοποιούνται και δοχεία 1kg όταν πρόκειται το προϊόν να διατεθεί σε εστιατόρια ή άλλες παρεμφερείς επιχειρήσεις. Στη συνέχεια τα δοχεία που περιέχουν την πάστα περνούν από ταινίες διαλογής και κατευθύνονται στον παστεριωτή όπου παστεριώνονται σε θερμοκρασία 78°C περίπου για 20 λεπτά. Η θέρμανση της πάστας θα πρέπει να γίνεται ομοιόμορφα στο δοχείο. Για την καλύτερη δυνατή παστερίωση προτιμάται αποστειρωτήρας τύπου Autogijone που χρησιμοποιεί ως θερμαντικό μέσο το νερό και μας επιτρέπει να μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία κατά βούληση και σε ακρίβεια. Γενικά η θερμοκρασία παστερίωσης του προϊόντος πρέπει να είναι ανάλογη του μικροβιολογικού φορτίου που φέρει η πάστα ώστε να καταστραφούν όλοι οι μικροοργανισμοί. Μετά την παστερίωση τα βάζα αφήνονται να ψυχθούν μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος τοποθετούνται σε κινούμενες ταινίες και οδηγούνται σε ένα θάλαμο στο εσωτερικό του οποίου εκτοξεύεται αέρας με πίεση για να στεγνώσουν. Αμέσως μετά περνούν στο τυποποιητήριο, όπου τοποθετούνται οι ετικέτες και γίνεται η απαραίτητη κωδικοποίηση. Τέλος το προϊόν τοποθετείται σε παλέτες και μεταφέρεται στην αποθήκη μέχρι την στιγμή που θα διοχετευτεί στην αγορά [Kyritsakis et al, 2007].

7.Διατήρηση της πάστας

Τα δοχεία με την πάστα της ελιάς πρέπει να φυλάσσονται σε δροσερό και ξηρό περιβάλλον σε θερμοκρασία από 0 έως 20°C και να αποφεύγεται η έκθεσή τους σε πηγές θερμότητας ή ηλιακού φωτός. Η πάστα ελιάς μπορεί να συντηρηθεί χωρίς προβλήματα για περίπου τρεις μήνες αρκεί βέβαια να έχουν τηρηθεί οι κατάλληλες συνθήκες υγιεινής κατά την διάρκεια της

προετοιμασίας της πρώτης ύλης και της επεξεργασίας. Μετά το άνοιγμα των δοχείων το προϊόν θα πρέπει να φυλάσσεται στο ψυγείο. Η θερμοκρασία του ψυγείου θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αναστέλλει την επώαση και ανάπτυξη του μικροβιολογικού φορτίου. Αν επιτευχθεί αυτό η πάστα μπορεί να διατηρηθεί χωρίς προβλήματα για 2 χρόνια περίπου. Γενικά για να αυξήσουμε το χρονικό διατήρησης της συγκεκριμένης πάστας είναι απαραίτητο να καταστρέψουμε το μικροβιολογικό φορτίο και να αδρανοποιήσουμε τα ένζυμα κατά την παστερίωση [Kyritsakis et al, 2007].

8.Παστερίωση πάστας ελιάς

Η παρασκευή βιολογικής πάστας ελιάς σε οικιακή βάση γίνεται από βρώσιμες ελιές, μαύρες ή πράσινες. Για το σκοπό αυτό απομακρύνεται το κουκούτσι της ελιάς και προετοιμάζεται μίγμα αρωματικών όπως ρίγανη, μάραθο, ψιλοκομμένο κρεμμύδι, δυόσμο, σκόρδο, καυτερή πιπεριά, ξύσμα εσπεριδοειδούς, χυμός λεμονιού και τέλος λίγο ελαιόλαδο. Αναμιγνύονται οι ελιές μαζί με τα αρωματικά σε μπλέντερ και τοποθετείται το προϊόν σε μικρά βάζα αφού καλυφθεί με λεπτή στρώση ελαιόλαδο. Μετά από 3-4 ώρες, οπότε έχει γίνει το δέσιμο των υλικών τοποθετούνται τα βαζάκια με την πάστα στο ψυγείο σε χαμηλές θερμοκρασίες, για να αποφευχθεί η ανάπτυξη μυκήτων [Kyritsakis et al, 2007].

4.2.2 Διατροφική αξία της πάστας της ελιάς

Η διατροφική αξία της πάστας της ελιάς διαφέρει ανάλογα με την σύνθεση του καρπού της ελιάς, το είδος και τις συνθήκες επεξεργασίας στην οποία υποβάλλεται, καθώς και τα συστατικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή της. Γενικά όμως έχει υψηλή θρεπτική αξία καθώς περιέχει βιταμίνες, ανόργανα συστατικά, φαινολικές ουσίες και άλλα χρήσιμα συστατικά για την διατροφή μας [Kyritsakis et al, 2007].

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σκοπός – Ερευνητικά Ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να αξιολογήσει, αφενός συγχρονικά και αφετέρου προοπτικά, την επίδραση της μεσογειακής διατροφής, καθώς και της κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών στους δείκτες οστικού μεταβολισμού σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης. Επιμέρους, στόχος της διατριβής ήταν η δημιουργία ενός καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου, πάστα ελιάς με εκχύλισμα από τσάι του βουνού, πλούσιο σε πολυφαινόλες ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση της κατανάλωσης του στην πρόληψη του κινδύνου οστεοπόρωσης. Η καινοτομία της συγκεκριμένης εργασίας έγκειται αφενός στο ότι δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς οι αλληλεπιδράσεις των βιολειτουργικών συστατικών, όπως οι βιταμίνες και οι πολυφαινόλες, σε δείκτες οστικού μεταβολισμού, αφετέρου στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου τροφίμου, αποτελούμενο από πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με τσάι του βουνού, το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει λειτουργικό τρόφιμο απευθυνόμενο σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης.

Για την επίτευξη του στόχου της διατριβής τέθηκαν επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα που ήταν τα εξής:

1. Πως αλληλεπιδρούν τα συστατικά C, D3, Ca, Mg στον οστικό μεταβολισμό και σε βιοχημικούς δείκτες μετά από επί μακρόν χορήγηση σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης;
2. Θα μπορούσε να αναπτυχθεί ένα καινοτόμο λειτουργικό τρόφιμο πλούσιο σε πολυφαινόλες που να απευθύνεται στον γενικό πληθυσμό και σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης;
3. Υπάρχει αντιοξειδωτική ικανότητα και φαινολικά συστατικά σε πρώτες ύλες όπως πιπεριές, ελιές, ρίγανη, σκόρδο, χαμομήλι, τσάι του βουνού και πως σχετίζεται με τον οστικό μεταβολισμό;
4. Πως η συχνότητα κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων και ο βαθμός υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής δύναται να συμβάλλουν στους ανθρωπομετρικούς δείκτες και στον οστικό μεταβολισμό;
5. Πως σχετίζεται η έκβαση της οστεοπόρωσης με παράγοντες όπως η διατροφή, ο τρόπος ζωής και δημογραφικοί παράγοντες;

Για την απάντηση των παραπάνω ερωτημάτων οργανώθηκαν οι παρακάτω μελέτες:

1. *In vitro* μελέτη των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και των ολικών φαινολικών συστατικών παραδοσιακών μεσογειακών πρώτων υλών και ανάπτυξη καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού, πλούσιο σε πολυφαινόλες.
2. Συγχρονική μελέτη διερεύνησης της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων σχετιζόμενων με τον οστικό μεταβολισμό και συσχέτιση με τον βαθμό υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής και άλλες παραμέτρους.
3. Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή διερεύνησης της αλληλεπίδρασης βιοδραστικών ενώσεων (βιταμίνη C, D3, Ca, Mg) και καινοτόμου τροφίμου πλούσιου σε πολυφαινόλες σε δείκτες οστικού μεταβολισμού.

5 In vitro μελέτη των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά παραδοσιακών πρώτων υλών και ανάπτυξη καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου, αποτελούμενο από πάστα ελιάς με τσάι του βουνού, πλούσιου σε πολυφαινόλες

5.1 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας και ολικών φαινολικών συστατικών παραδοσιακών λαχανικών και βοτάνων της μεσογειακής διατροφής

5.1.1 Εισαγωγή – Σκοπός

Αρκετές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί δείχνουν ότι ορισμένα τρόφιμα της μεσογειακής διατροφής περιέχουν βιολειτουργικές ενώσεις, μέσω των οποίων πιθανόν να ασκούν βιοδραστικότητα. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση του συνολικού αντιοξειδωτικού δυναμικού, και της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά σε παραδοσιακές πρώτες ύλες λαχανικών, όπως πιπεριές, σκόρδο και βοτάνων όπως ρίγανη, χαμομήλι, και τσάι του βουνού, καθώς και πάστα ελιάς, και στη συνέχεια η ανάπτυξη ενός καινοτόμου τροφίμου με βάση τις πρώτες ύλες που μελετήθηκαν.

Τα βιοδραστικά συστατικά έχουν προσδιορισθεί ως πρωτεύοντες ή δευτερεύοντες μεταβολίτες των φυτών, θρεπτικών ή μη, που συμμετέχουν στην προαγωγή ή τη διατήρηση της υγείας. Οι ενώσεις αυτές ενδεχομένως να ασκούν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές, καρδιοπροστατευτικές, αντιϊκές και άλλες δράσεις. Έρευνες έδειξαν πως αλληλεπιδρούν με βιοδείκτες ενώ καθίσταται δυνατή η χρήση τους για τον εμπλουτισμό ή την ενίσχυση των τροφίμων. Στα περισσότερα μελετώμενα φυσικά είτε επεξεργασμένα, λειτουργικά τρόφιμα, δεν υφίστανται εγκεκριμένοι ισχυρισμοί υγείας, ούτως ώστε να διασφαλίζονται οι αναφερόμενες ευεργετικές επιδράσεις [Martirosyan, D. et al, 2018].

Σε έναν συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό, οι εκφυλιστικές ασθένειες του σκελετικού συστήματος κάνουν την εμφάνισή τους. Η οστεοπόρωση είναι μια ασθένεια που σχετίζεται με μειωμένη οστική πυκνότητα και με αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων. Αυτή η κατάσταση είναι ένα συνηθισμένο πρόβλημα για της ηλικιωμένες γυναίκες και φαίνεται να οφείλεται στους παρακάτω παράγοντες: 1. ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου, 2. ανεπαρκής πρόσληψη βιταμίνης D, 3. αλλαγές στα επίπεδα ορμονών μετά την εμμηνόπαυση, 4. έλλειψη φυσικής δραστηριότητας. Η διατροφή είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην παθογένεση της οστεοπόρωσης κυρίως γιατί το ασβέστιο και η βιταμίνη D είναι απαραίτητες για το χτίσιμο γερών οστών. Έχουν γίνει προσπάθειες κατά καιρούς να αυξηθεί η πρόσληψη ασβεστίου, εμπλουτίζοντας γάλατα, γιαούρτια και χυμούς με ιχνοστοιχεία. Ακόμη θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην απορρόφηση του ασβεστίου από τον οργανισμό και αυτό μπορεί να επιτευχθεί προσθέτοντας ινουλίνη και πρωτεΐνες γάλακτος ως «λειτουργικά συστατικά» σε συγκεκριμένες τροφές. Τα τελευταία χρόνια μελετώνται οι πολυφαινόλες, οι οποίες φαίνεται ότι δύναται να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στην πρόληψη για την ανάπτυξη χρόνιας νόσου που προκαλείται από οξειδωτικό στρες, συμπεριλαμβανομένης και της οστεοπόρωσης [Abbe' L' M.R. et al, 2008, Abba M. et al. 2017]. Παρά ταύτα, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία στη βιβλιογραφία που να τεκμηριώνουν το ρόλο των πολυφαινολών στην οστεοπόρωση, συνεπώς απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση της δράσης τους.

Για τον λόγο αυτό στην παρούσα μελέτη μελετήθηκαν παραδοσιακές πρώτες ύλες που περιέχουν πολυφαινόλες και εν συνεχεία, με βάση τα αποτελέσματα, δημιουργήθηκε ένα καινοτόμο τρόφιμο, αποτελούμενο από πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με τσάι του βουνού, το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει ένα εναλλακτικό τρόπο βελτίωσης της διατροφής παράλληλα με τον σύγχρονο τρόπο ζωής και να έχει ενδεχόμενο ρόλο σε δείκτες οστικού μεταβολισμού. Αρχικά αξιολογήθηκαν διάφορες παραδοσιακές πρώτες ύλες (πιπεριές, ελιές, ρίγανη, σκόρδο, χαμομήλι, πάστα ελιάς τσάι του βουνού) και έπειτα βάσει των αποτελεσμάτων αντιοξειδωτικών αλλά και άλλων παραγόντων επιλέχθηκαν κάποιες εξ αυτών για τη δημιουργία του καινοτόμου τροφίμου, η επίδραση του οποίου σε δείκτες οστικού μεταβολισμού αξιολογήθηκε στη συνέχεια σε εθελοντές με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης, όπως παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο, Κεφάλαιο 7.

5.1.2 Δείγματα

Η αρχική ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα τρόφιμο με βάση την πάστα ελιάς, δεδομένων των σημαντικών ιδιοτήτων της ελιάς στην πρόληψη πληθώρας ασθενειών. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκαν παραδοσιακά λειτουργικά τρόφιμα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου προϊόντος με βάση την πάστα ελιάς. Στην *in vitro* μελέτη των πρώτων υλών αξιολογήθηκαν συνολικά 8 δείγματα εκ των οποίων 2 είδη πιπεριάς, 2 είδη ελιάς, καθώς και βότανα. Στον Πίνακα 1 παρατίθενται τα δείγματα, η προμήθεια των οποίων έγινε από τοπικά καταστήματα του Βορείου Αιγαίου.

Πίνακας 1 : Πρώτες ύλες-Δείγματα
Πιπεριά πράσινη
Πιπεριά κόκκινη
Ελιά Καλαμών
Ελιά πράσινη
Ρίγανη (<i>Origanum vulgare</i>)
Πάστα Ελιάς
Σκόρδο
Χαμομήλι (<i>chamomile</i>)
Τσάι του βουνού (<i>Sideritis raeseri</i>)

5.1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1.3.1 Πειραματική Διαδικασία

Για τη διεξαγωγή των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά και αντιδραστήρια (Πίνακας 2).

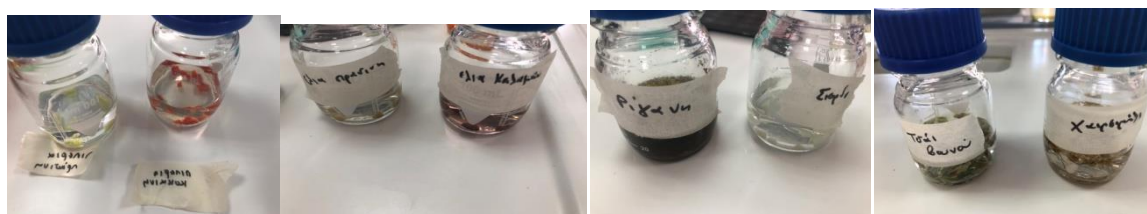
Πίνακας 2: Υλικά και αντιδραστήρια διεξαγωγής πειραμάτων προσδιορισμών βιοδραστικών συστατικών των δειγμάτων

Υλικά- Εξοπλισμός	Αντιδραστήρια
Μικροπιπέτες (10-100μL, 100-1000μL)	Ανθρακικό νάτριο (Na ₂ CO ₃)
Ρύγχη πιπετών	Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu
Μικροφυγοκεντρικά σωληνάρια τύπου erpendorf (1,5mL)	
Χαρτί Whatman	
Σπάτουλα	

Σιφόνια 1 mL , 10mL	Τριχλωριούχος σίδηρος (FeCl3)
Πουάρ	Πυκνό Υδροχλώριο (HCL)
Φιάλες τύπου Duran	TPTZ (2,4,6-Tri(2-Pirydil)-s-triazine)
Δοκιμαστικοί σωλήνες με στατό	Αιθανόλη
Πιάτα πολλαπλών θέσεων (96-well plates)	Αντιδραστήριο FRAP
Αναδευτήρας vortex	
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας	
Υδατόλουτρο υπερήχων	
Απαγωγός αερίων	
Ψυχόμενη φυγόκεντρος	
Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμησης ορατού/ υπεριώδους φωτός (Jasco V. 530) κατάλληλο για πιάτα πολλαπλών θέσεων	
Ξηραντήρας	
dH2O	
Κωνικές φιάλες	
Ποτήρια ζέσεως	
Ογκομετρικοί κύλινδροι	

Προετοιμασία δειγμάτων πρώτων υλών:

1. 1 g Δείγματος πρώτων υλών (πιπεριά πράσινη και κόκκινη, ελιά Καλαμών και πράσινη, ρίγανη, σκόρδο, χαμομήλι, τσάι του βουνού) και πάστα ελιάς με τσάι του βουνού και 40 mL υδατική αιθανόλη προστέθηκαν σε φιάλες duran [Chung et al. 2006, Yan et al. 2016, Marín et al.2009, Srivastava J.K. et al. 2010, Koleva I. et al. 2003]
2. Τοποθετήθηκαν τα δοχεία με τα δείγματα στο υδατόλουτρο υπερήχων στους 70°C για 1 ώρα
3. Τα δείγματα παρελήφθησαν και διηθήθηκαν σε ηθμό με (χαρτί Whatman).



Εικόνα 2: Προετοιμασία εκχυλισμάτων πιπεριάς πράσινης, πιπεριάς κόκκινης, ελιάς Καλαμών, ελιάς πράσινης, ρίγανης, σκόρδου, χαμομηλιού, τσάι του βουνού στα δυο δείγματα μετά την τοποθέτηση στο υδατόλουτρο

Έπειτα έλαβε χώρα η παραγωγή του καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού σε συνεργασία με τις εταιρείες GAEA και Arcadian Taste. Για την δημιουργία του συγκεκριμένου δείγματος πάστας ελιάς με τσάι του βουνού, στο εργαστήριο της εταιρείας GAEA συγκεντρώθηκαν όλες οι πρώτες ύλες, ελιές Καλαμών, ελαιόλαδο, ρίγανη, σκόρδο, πιπεριά, χυμός πορτοκαλιού, εκχύλισμα τσαγιού του βουνού. Στη συνέχεια στο εργαστήριο, αναμίξαμε τα συστατικά σε μπλέντερ και γεμίσαμε τους γυάλινους περιέκτες με το μείγμα και τοποθετήσαμε καπάκια (Εικόνα 2, Εικόνα 3).



Εικόνα 3 : Προετοιμασία εκχυλισμάτων πάστας ελιάς με τσάι του βουνού από δυο εταιρίες τροφίμων Arcadian Taste και GAEA

5.1.4 Εφαρμογή μεθόδων αξιολόγησης προσδιορισμού αντιοξειδωτικών συστατικών

5.1.4.1 Μέθοδος Frap (Ferric reducing/Antioxidant power assay)



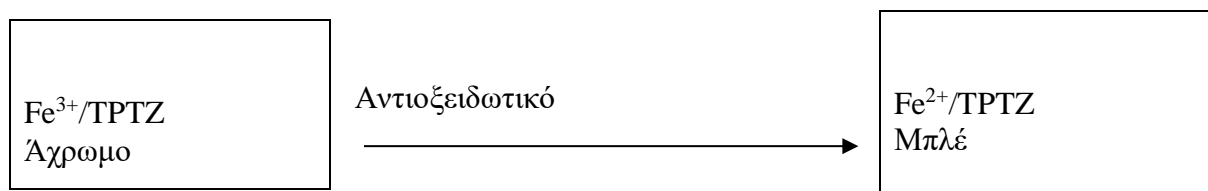
Εικόνα 4 Αντιδραστήριο FRAP

Αρχικά έγινε προετοιμασία των εξής διαλυμάτων:

- ❖ Ρυθμιστικό διάλυμα 0,3M, pH=3,6: Με τη χρήση ογκομετρικού κυλίνδρου κατάλληλης χωρητικότητας, παρασκευάζεται έπειτα από ανάμειξη 0,775g οξικού νατρίου και 4ml οξικού οξέος, ώστε να ετοιμαστεί το ρυθμιστικό διάλυμα (συμπλήρωση με νερό). Ο έλεγχος του pH έγινε με πεχάμετρο. Το διάλυμα διατηρείται για αρκετές ημέρες εκτός ψυγείου. Αποθηκεύτηκε σε φιάλη duran στους 30ο C.
- ❖ Διάλυμα TPTZ 10mM: Παρασκευάζεται σε διάλυμα HCL 40mM. Για την παρασκευή του διαλύματος TPTZ 10mM, σε ογκομετρικό κύλινδρο, διαλύονται 23,4g TPTZ σε 7,5 ml διαλύματος HCL 40 mM. Αυτό το διάλυμα πρέπει να φυλάσσεται στο ψυγείο και σε σκοτεινό μέρος.
- ❖ Διάλυμα $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 20 mM: Παρασκευάζεται με τη διάλυση 1.3525 gr σε απεσταγμένο νερό και ετοιμάζεται διάλυμα 250ml, ή 0,2705 g $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ σε απεσταγμένο νερό ώστε ο τελικός όγκος να είναι 50 ml και τοποθετείται σε ογκομετρική φιάλη. Με το τέλος των πειραμάτων απορρίπτεται.
- ❖ Αντιδραστήριο FRAP: Παρασκευάζεται έπειτα από ανάμειξη 25 ml ρυθμιστικού διαλύματος 0,3M, 2,5 ml διαλύματος TPTZ και 2,5ml διαλύματος $FeCl_3$. Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται καθημερινά, πριν την διεξαγωγή των πειραμάτων και διατηρείται στους 37°C εντός θερμοστατούμενου υδατόλουτρου κατά την διάρκεια των πειραμάτων (Εικόνα 4).

- ❖ Πρότυπο: προετοιμάζεται ένα πρότυπο διάλυμα $\text{FeSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ σε διαλύτη νερό, μεθανόλη, 60% αιθανόλη και οξικό αιθυλεστέρα, εξαρτώμενου πάντα του διαλύτη στον οποίο είναι διαλυμένο το δείγμα μας.
- ❖ Για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων, 80μL του αντιδραστηρίου FRAP και 20μL δείγματος (με τις κατάλληλες αραιώσεις), προστέθηκαν σε κάθε υποδοχή ενός πιάτου πολλαπλών θέσεων (96-well plate). Για τα εκχυλίσματα ως τυφλό χρησιμοποιήθηκε υδατική αιθανόλη 60:40. Όλα τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο 96-well plate. Ακολούθησε χειροκίνητη ανάδευση και παραμονή του πιάτου σε σκοτεινό περιβάλλον για 30min. Με το πέρας της 30min παραμονής τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο (Spark® Multimode Microplate Reader Tecan), στα 595nm [Karadag A. et al. 2009].

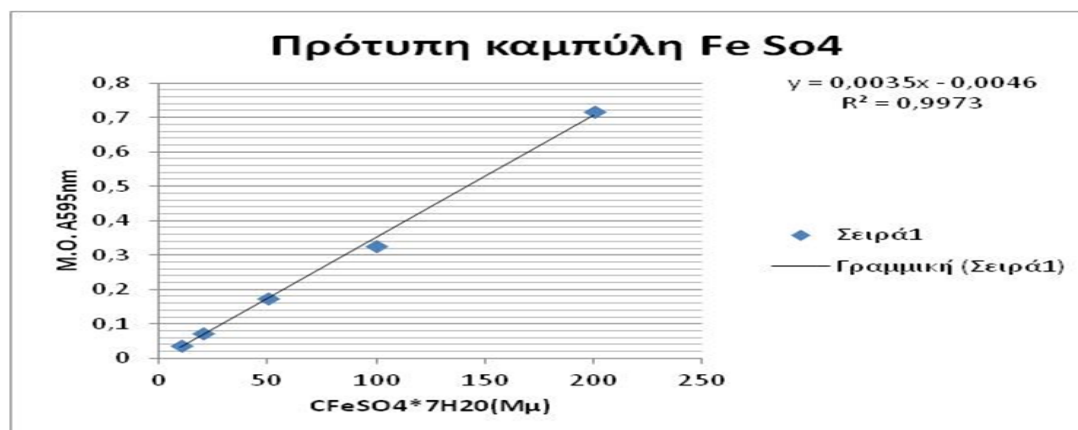
Η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων καθορίζεται από την ικανότητα αναγωγής του συμπλόκου σιδήρου (Fe^{3+})- τριπυριδυλτριαζίνης (TPTZ 2,4,6-Trif2-pirydil)-s-triazine, Fluka, Buchs, Switzerland). Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην μετατροπή του άχρωμου συμπλόκου στην χρωματισμένη μορφή ενώσεως δισθενούς σιδήρου παρουσία αντιοξειδωτικών ουσιών. Σε σχηματική παρουσίαση η αρχή της μεθόδου έχει ως εξής:



$\text{pH}=3.6$ $\Theta=37^\circ\text{C}$, $\lambda=595\text{nm}$

Για την ποσοτικοποίηση των απορροφήσεων που προκύπτουν εκ της μέτρησης κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Η καμπύλη αυτή κατασκευάζεται μέσω της μέτρησης των απορροφήσεων διαλυμάτων FeSO_4 διαφόρων συγκεντρώσεων (από 100 έως 1000 μM) 30 λεπτά μετά την προσθήκη αντιδραστηρίου FRAP (400 μl από το κάθε διάλυμα συν 1600 μl FRAP). Από την καμπύλη αυτή, μέσω αντικατάστασης όπου Y το ΔA και επίλυσης ως προς X και έπειτα από τις κατάλληλες αναγωγές, εκφράζεται ποσοτικά η αντιοξειδωτική ικανότητα ως micromol FeSO_4/ml ή g ή ισοδύναμα Fe^{+2} [Karadag A. et al. 2009].

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η πρότυπη καμπύλη FeSO_4 της μεθόδου προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών συστατικών, FRAP.



Σχήμα 5: Πρότυπη καμπύλη FeSO_4 , μέθοδος FRAP

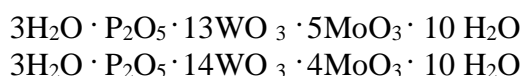
5.1.4.2 ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ (FOLIN-CIOCALTEAU)



Εικόνα 5 Αντιδραστήριο Folin

Η μέθοδος περιγράφει τον ποσοτικό προσδιορισμό των συνολικών φαινολικών συστατικών που έχουν εκχυλιστεί από τα δείγματα με τη βοήθεια μίγματος αιθανόλης-νερού.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αναγωγή (οξείδωση φαινολικών συστατικών δείγματος) διαλύματος φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέος (Folin-Ciocalteu reagent) με τις ακόλουθες δομές:



σε φωσφορομολυβδενικό/ φωσφοροβολφραμικό-φαινολικό σύμπλοκο, μπλε χρώματος και σε αλκαλικό περιβάλλον (Εικόνα 5).

Phenolics + alkaline +FC reagent → blue colored product, Abs 765 nm

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ολικών φαινολών γίνεται με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης γαλλικού οξέως, ενώ η ταυτοποίηση της κάθε φαινόλης χωριστά δεν είναι δυνατή.

Οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών στα εκχυλίσματα οι οποίες έχουν προσδιοριστεί βάση της Folin-Ciocalteu δεν αποτελούν απόλυτες τιμές των ποσοτήτων των φαινολών στο εκχύλισμα αλλά στα πραγματικότητα βασίζονται στην αναγωγική τους ικανότητα αναφορικά ισοδύναμη με την αναγωγική τους ικανότητα του γαλλικού οξέως [Pico J. et al.2020].

Για την προετοιμασία διαλύματος Na_2CO_3 7,5% w/v, σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml διαλύονται 7,5g Na_2CO_3 και ακολουθεί πλήρωση όγκου με απιονισμένο νερό. Για να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών στα υπό μελέτη εκχυλίσματα, 20μL διαλύματος Na_2CO_3 7,5% w/v, 20μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 50μL δείγματος (με τις κατάλληλες αραιώσεις) τοποθετήθηκαν σταδιακά σε κάθε υποδοχή ενός 96-well plate και ακολούθησε ανάδευση και παραμονή του πιάτου σε σκοτεινό περιβάλλον, για 30min. Με το πέρας της 30min παραμονής τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε microplate φασματοφωτόμετρο, (Spark® Multimode Microplate Reader Tecan), στα 765nm. Με τη χρήση

των προτύπων καμπυλών πραγματοποιήθηκε η ποσοτικοποίηση της ολικής φαινολικής σύστασης των εκχυλισμάτων, εκπεφρασμένης σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (mg GA /L ή g). Ως δείγμα αναφοράς για το μηδενισμό του οργάνου που χρησιμοποιείται απιονισμένο νερό.

Για την πρότυπη καμπύλη παρασκευάστηκε διαλύματα γαλλικού οξέος συγκεντρώσεων από 5ppm έως 100ppm (συνηθισμένες συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στη πάστα ελιάς με τσάι του βουνού) ως εξής:

1. Παρασκευή πρότυπου μητρικού διαλύματος γαλλικού οξέος 500ppm: παρασκευάστηκε με διάλυση 50mg (0.05g) γαλλικού οξέος σε ογκομετρική φιάλη των 100mL και συμπληρώθηκε απιονισμένο νερό
2. Σε υάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες μεταφέρθηκαν με χρήση μηχανικής πιπέττας (Pico J. et al.2020)

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος της μεθόδου προσδιορισμού των ολικών φαινολικών, Folin-Ciocalteu



Σχήμα 6: Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος, μέθοδος Folin-Ciocalteu

5.1.5 Παραγωγή καινοτόμου τροφίμου πάστα ελιάς με τσάι του βουνού και διατροφική επισήμανση

Έπειτα από την αξιολόγηση των πρώτων υλών, έγιναν δοκιμές στο εργαστήριο διατροφής του Πανεπιστημίου Αιγαίου και έλαβε χώρα συνεργασία με δυο εταιρίες οι οποίες επιτέλεσαν την παραγωγή της πάστας ελιάς συνεργατικά. Οι πρώτες ύλες που επιλέχθηκαν είχαν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά. Οι εταιρίες προμηθεύτηκαν τις πρώτες ύλες από διαπιστευμένους προμηθευτές κυρίως από το Βόρειο Αιγαίο. Η πάστα ελιάς ενισχυμένη με τσάι του βουνού παρασκευάστηκε από δυο ελληνικές διαπιστευμένες εταιρείες ελαιολάδου και προϊόντων ελιάς, την Arcadian Taste και την GAEA. Σύμφωνα με την παραγωγή που έγινε στην εταιρεία Arcadian Taste, η κάθε καινοτόμα πάστα ελιάς ζύγιζε 80 g και περιείχε 6 g εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, 3 g αλάτι, 3 g τριμμένη ρίγανη, 3 g τριμμένη πιπεριά, 6 g τριμμένο σκόρδο, 5 g χυμό πορτοκάλι, 52 g ελιές Καλαμών

χωρίς κουκούτσι και 1-2 g τσάι του βουνού. Σύμφωνα με την παραγωγή που έγινε στην εταιρεία GAEA, η κάθε καινοτόμα πάστα ελιάς ζύγιζε 100 g και περιείχε 7,5 g εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, 3,75 g αλάτι, 3,75 g τριμμένη ρίγανη, 3,75 τριμμένη πιπεριά, 7,5 g τριμμένο σκόρδο, 6,25 g χυμό πορτοκάλι, 65 g ελιές Καλαμών χωρίς κουκούτσι και 3 g τσάι του βουνού. Κάθε δείγμα πάστας ελιάς με τσάι του βουνού στα 80 g της ετικέτας του προϊόντος, αναφέρθηκε η ποσότητα των συστατικών, σύμφωνα με την εταιρεία Arcadian Taste είχε 120 kcal ενέργεια, 0 g πρωτεΐνη, 0 g υδατάνθρακες, 14 g συνολικά λιπαρά και 0,35 g νάτριο. Κάθε δείγμα πάστας ελιάς με τσάι του βουνού στα 100 g, σύμφωνα με την εταιρεία GAEA, είχε 157 kcal ενέργεια, λιπαρά 12,4 g εκ των οποίων κορεσμένα 1,1 g , υδατάνθρακες 6,6 g εκ των οποίων σάκχαρα 2,7 g και πρωτεΐνες 2,7 g (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Διατροφική σύνθεση κάθε πάστας ελιάς

Διατροφική Σύνθεση	Δείγμα 1 Arcadian Taste	Δείγμα 2 GAEA
Energy (kcal)	120	157
Carbohydrates (g)	0	6,6
Fat, total (g)	14	12,4
Protein (g/kg)	0	2,7
Saturated fat (g)	0	1,1
Sugar, total (g)	0	2,7

5.1.6 Συσκευασία προϊόντος πάστα ελιάς με τσάι του βουνού

Η συσκευασία των προϊόντων έγινε σε γυάλινους περιέκτες των 80 g και 100 g, για τις εταιρίες Arcadian Taste και GAEA , αντίστοιχα (Εικόνα 6, Εικόνα 7).



ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ - TAPENADE (80 gr)	
Ελιές Καλαμών / Λάδι	Διατροφική αξία ανά Nutritional value per	15 gr
Εκχύλισμα τσαγιού του Βουνού	Ενέργεια Energy	120 Kcal
Αλάτι /Ρίγανη	Πρωτεΐνες Proteins	0 g
Πιπεριά	Υδατάνθρακες Carbohydrates	0 g
Σκόρδο	Συνολικά λιπαρά Total fat	14 g
Πορτοκάλι	Νάτριο Sodium	0,35 g

Εικόνα 6: Γυάλινος περιέκτης - μορφή ετικέτας Arcadian Taste



ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ 100gr
Ελαιόλαδο / Ελιές Καλαμών	Ενέργεια 157 Kcal
Ρίγανη / Σκόρδο	Λιπαρά 12,4 g (εκ των οποίων κορεσμένα 1,1 g)
Πίπεριά	Υδατάνθρακες 6,6 g (εκ των οποίων σάκχαρα 2,7 g)
Χυμός Πορτοκάλι	Πρωτεΐνες 2,7 g
Εκχύλισμα τσαγιού του βουναύ	

Εικόνα 7: Γυάλινος περιέκτης - μορφή ετικέτας GAEA

5.1.7 Δημιουργία καινοτόμου τροφίμου με βάση το σύστημα HACCP

Τόσο η εταιρεία Arcadian Taste (Σπάρτη) και η εταιρεία GAEA (Αγρίνιο) βασίστηκαν στο πρότυπο HACCP για την δημιουργία της πάστας ελιάς με τσάι του βουναύ. Οι εταιρείες εφάρμοσαν ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000. Το ISO 9001 ικανοποιεί τις απαιτήσεις των πελατών και εφαρμόζει τις κανονιστικές διατάξεις, αυξάνει την ικανοποίηση πελατών και εργαζομένων και διασφαλίζει τη συνεχή βελτίωση των επιδόσεων της. Το ISO 14001 ικανοποιεί τις απαιτήσεις της νομοθεσίας, εφαρμόζει τις κανονιστικές διατάξεις, ενώ ταυτόχρονα, ενδιαφέρεται για το περιβάλλον και διασφαλίζει τη συνεχή εξοικονόμηση των φυσικών πόρων. Το ISO 22000 εφαρμόζει μια συστηματική προσέγγιση για τον προσδιορισμό και τον έλεγχο εν δυνάμει κινδύνων (μικροβιολογικής, χημικής, ή φυσικής μορφής) που θα μπορούσαν να γίνουν επικίνδυνοι στην προετοιμασία ασφαλούς τροφής. Είναι ένα αποδοτικό σύστημα για τον έλεγχο της ασφάλειας τροφίμων, μακροπρόθεσμα διασφαλίζεται εξοικονόμηση πόρων, ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες πρόκλησης προβλημάτων υγείας στους πελάτες, ενώ διασφαλίζεται συμβατότητα με τη νομοθεσία. Με βάση το πρότυπο HACCP, η επίτευξη της αποτελεσματικότητας εξαρτάται από το σχεδιασμό, την εφαρμογή, τον έλεγχο και τη διαχείριση του συστήματος HACCP. Αυτό το πλαίσιο για αποτελεσματικό HACCP θα πρέπει να επιτυγχάνει ασφαλή παραγωγή τροφίμων όταν συνοδεύεται από άλλα δομικά στοιχεία στη λειτουργία των τροφίμων, ωστόσο υπάρχει ανάγκη να κατανοηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχημένη εφαρμογή HACCP, έτσι ώστε οι εταιρείες τροφίμων να μπορούν να σχεδιάζουν, να εφαρμόζουν και να διαχειρίζονται συστήματα που θα ελέγχουν όλους τους σχετικά κινδύνους για την ασφάλεια των τροφίμων, δηλαδή αποτελεσματικό HACCP [Wallace C. A. et al 2014]. Σύμφωνα με το πρότυπο HACCP,

ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα : α) εκπαίδευση των εργαζομένων σε θέματα προσωπικής υγιεινής, β) καθαρισμός και υγιεινή των εγκαταστάσεων, γ) έλεγχος παρασίτων, δ) έλεγχος προμηθευτών και διαχείριση αγορασθέντων υλικών, ε) παροχή νερού, ρεύματος και άλλων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας, στ) συντήρηση του εξοπλισμού, ζ) μέτρα για την πρόληψη της διασταυρούμενης μόλυνσης.

5.1.7.1 Μηχανήματα παραγωγικής διαδικασίας καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού (εταιρεία GAEA)

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διαδικασία παραγωγής του καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού, που έγινε σε συνεργασία με την εταιρεία GAEA. Σύμφωνα με την εταιρεία GAEA παρουσιάζονται τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία δημιουργίας της πάστας ελιάς. Παραλαμβάνεται η πρώτη ύλη, ελιές Καλαμών σε βαρέλια, από διαπιστευμένους προμηθευτές και πραγματοποιείται η διαλογή της για κλαδιά. Στη συνέχεια, γίνεται η τοποθέτηση και το πλύσιμο των βάζων. Υπάρχουν δυο καζάνια για τη μίξη όλων των υλικών. Το μείγμα μεταφέρεται μέσω ενός σωλήνα που περνάει από τα καζάνια στο γεμιστικό μηχάνημα των βάζων. Ακολουθεί η γραμμή τοποθέτησης των βάζων για γέμισμα και η τοποθέτηση καπακιού. Επακόλουθα, για να αυξηθεί ο χρόνος διατήρησης της πάστας ελιάς πραγματοποιείται παστερίωση, με παστεριωτή για μεγάλες ποσότητες δειγμάτων ή παστεριωτή εργαστηρίου για μικρές ποσότητες δειγμάτων, για να καταστραφεί το μικροβιακό φορτίο και να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα. Για τον σκοπό αυτόν προετοιμάζεται μείγμα αρωματικών και λίγο ελαιόλαδο. Τέλος γίνεται η τοποθέτηση των βάζων για ετικέτα και συσκευασία. Για την δημιουργία του συγκεκριμένου δείγματος πάστας ελιάς με τσάι του βουνού, στο εργαστήριο της εταιρείας GAEA συγκεντρώθηκαν όλες οι πρώτες ύλες, ελιές Καλαμών, ελαιόλαδο, ρίγανη, σκόρδο, πιπεριά, χυμός πορτοκαλιού, εκχύλισμα τσαγιού του βουνού. Στη συνέχεια στο εργαστήριο, αναμίξαμε τα συστατικά σε μπλέντερ και γεμίσαμε τους γυάλινους περιέκτες με το μείγμα και τοποθετήσαμε καπάκια (Εικόνες 8-17).



Εικόνα 8: Αλυσίδα μηχανημάτων παραγωγικής διαδικασίας (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 9: Τοποθέτηση πρώτης ύλης βαρέλια ελιάς και διαλογή για κλαδιά (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 10: Τοποθέτηση και διαλογή πρώτης ύλης (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 11: Τοποθέτηση και πλύσιμο βάζων (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 12: 1^ο καζάνι για μίξη όλων των υλικών (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 13: 2^ο καζάνι για μίξη όλων των υλικών (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 14: Σωλήνας από τον οποίο περνάει το μείγμα και μεταφέρεται στο γεμιστικό μηχάνημα των βάζων (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 15: Γραμμή τοποθέτησης βάζων για γέμισμα – τοποθέτηση για καπάκι (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 16: Παστεριωτής για μεγάλες ποσότητες δειγμάτων – Παστεριωτής εργαστηρίου (εταιρεία GAEA)



Εικόνα 17: Τοποθέτηση βάζων για ετικέτα και συσκευασία (εταιρεία GAEA)

5.1.8 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών και ολικών φαινολικών στα τελικά δείγματα καινοτόμου τροφίμου

Η αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP) των δειγμάτων καθορίζεται από την ικανότητα αναγωγής του συμπλόκου σιδήρου (Fe^{3+})-τριπυριδυλτριαζίνης (TPTZ 2,4,6-Trif2-pirydil)-s-triazine, Fluka, Buchs, Switzerland), όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.1.3. Η πειραματική διαδικασία του τελικού δείγματος πραγματοποιείται σύμφωνα με τα εξής στάδια:

Εκχυλίσεις

- 1) 1g πάστα ελιάς με τσάι του βουνού (δείγμα 1 - Arcadian Taste) + 40 ml υδατική αιθανόλη (50/50) -> 1h αναμονή, 70°C, υπερήχους -> διήθηση και παραλαβή διηθήματος
- 2) 1g πάστα ελιάς με τσάι του βουνού (δείγμα 2 - GAEA) +100 ml -> 1h αναμονή, 70°C, υπερήχους -> διήθηση και παραλαβή διηθήματος [Karadag A. et al. 2009]

Η μέθοδος των ολικών φαινολικών βασίζεται στην αναγωγή (οξείδωση φαινολικών συστατικών δείγματος) διαλύματος φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέως (Folin-Ciocalteu reagent), όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.1.3. Για να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών στα υπό μελέτη εκχυλίσματα, 20μL διαλύματος Na_2CO_3 7,5% w/v, 20μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 50μL δείγματος πάστα ελιάς με τσάι του βουνού (δείγμα 1 - Arcadian Taste / δείγμα 2 - GAEA) (με τις κατάλληλες αραιώσεις) τοποθετήθηκαν σταδιακά σε κάθε υποδοχή ενός 96-well plate και ακολούθησε χειροκίνητη ανάδευση και παραμονή του πιάτου σε σκοτεινό περιβάλλον, για 30min. Με το πέρας της 30min παραμονής τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε microplate φασματοφωτόμετρο, (Spark® Multimode Microplate Reader Tecan), στα 765nm.

5.1.9 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του MS Excel. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με περιγραφική στατιστική, με τη μέθοδο μέση τιμή (τυπική απόκλιση) (mean (SD)).

Πιο συγκεκριμένα, για την μέθοδο FRAP: $C_{\text{μέτρησης}} = (A_{595} + 0,016) / 0,928$, όπου A_{595} είναι η απορρόφηση για τη μέθοδο FRAP.

(Στο τυφλό διάλυμα, προστίθενται ίδιες ποσότητες όπως φαίνεται στην πειραματική διαδικασία παραπάνω στις ενότητες 5.1.3.1 / 5.1.4.1 / 5.1.4.) $C_{\text{blank}} = (A_{\text{blank}} + 0,016) / 0,928$, $C_{\text{τελ.}} = (C_{\text{μέτρησης}} * \text{αριθμό αραιώσεων}) - C_{\text{blank}} (\text{mgGA/L})$. Έπειτα, υπολογίστηκε το average και η SD τυπική απόκλιση.

Αντίστοιχα υπολογίστηκαν οι τιμές για την περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά, με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu, με τις ακόλουθες εξισώσεις: $C_{\text{μέτρησης}} = (A_{765} - 0,00123) / 0,0076$, όπου A_{765} είναι η απορρόφηση για τη μέθοδο Folin-Ciocalteu.

$C_{\text{blank}} = (A_{\text{blank}} + 0,0123) / 0,0076$, $C_{\text{τελ.}} = (C_{\text{μέτρησης}} * \text{αριθμό αραιώσεων}) - C_{\text{blank}} (\text{mgGA/L})$, $C_{\text{τελ.}} = (C_{\text{τελ.}} * 0,04) / 2$. Έπειτα, υπολογίστηκε το average και η SD τυπική απόκλιση.

Επίσης πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης «ANOVA» (one way ANOVA), με post hoc ανάλυση / multiple variances comparisons με επιλογή στο post hoc, equal variances assumed (ανάλυση ισοδύναμων διακυμάνσεων) για Bonferroni και Tukey για ανεξάρτητα δείγματα, πρώτες ύλες και καινοτόμο τρόφιμο σε σύγκριση με την αντιοξειδωτική ικανότητα και την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά.

Για τον έλεγχο κανονικότητας επιλέχτηκε η ανάλυση 1 sample K-S, Kolmogorov Smirnov και στο Graphs, επιλέχτηκε το histogram (ιστόγραμμα), που δείχνει την κανονική κατανομή. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

5.1.10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1.10.1 Αντιοξειδωτική ικανότητα και ολικά φαινολικά συστατικά παραδοσιακών πρώτων υλών

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και Ολική περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά που λαμβάνεται *in vitro* για τα εκχυλίσματα πρώτων υλών των μελετώμενων δειγμάτων.

Πίνακας 4: Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και Ολική περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά για τα εκχυλίσματα των παραδοσιακών πρώτων υλών

Δείγματα	Αντιοξειδωτική ικανότητα ($\mu\text{mol FeSO}_4/\text{mL}$)	Όλικά Φαινολικά συστατικά ($\mu\text{g Gallic Acid}/\text{mL}$)
----------	---	---

πιπεριά πράσινη	2.69 (0.38) a	6.68 (0.93) a
πιπεριά κόκκινη	2.78 (0.29) b	6.96 (0.82) b
ελιά Καλαμών	3.03 (0.16) a	6.98 (0.73) a
ελιά πράσινη	2.88 (0.19) b	6.91 (0.74) b
ρίγανη	4.91 (0.37) c	5.42 (0.92) c
σκόρδο	2.01 (0.30) d	6.80 (0.90) d
χαμομήλι	6.34 (1.52) e	8.92 (1.80) e
τσάι του βουνού	5.93 (1.52) e	8.65 (1.86) e

**Ιδία γράμματα δείχνουν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p>0,05$), ενώ διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα δείγματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0,05$)*

Οι πρώτες ύλες επιλέχθηκαν σύμφωνα με την μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά. Σύμφωνα με τα πειράματα *in vitro*, τα δείγματα πρώτων υλών (πιπεριά πράσινη και κόκκινη, ελιά Καλαμών και πράσινη, ρίγανη, σκόρδο, χαμομήλι, τσάι του βουνού) παρείχαν αντιοξειδωτική ικανότητα και ολικά φαινολικά συστατικά. Ανάμεσα στα δυο είδη πιπεριάς (κόκκινη και πράσινη) παρατηρήθηκε διαφορά στην αντιοξειδωτική δράση στην κόκκινη πιπεριά 2.78 (0.29) σε σχέση με την πράσινη πιπεριά 2.69 (0.38), στα δυο είδη ελιάς παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αντιοξειδωτική ικανότητα στις ελιές Καλαμών 3.03 (0.16) σε σύγκριση με τις πράσινες ελιές 2.88 (0.19). Όσον αφορά τη ρίγανη, η αντιοξειδωτική δράση ήταν 4.91 (0.37) και στο σκόρδο ήταν 2.01 (0.30). Αναφορικά με το χαμομήλι και το τσάι του βουνού, η αντιοξειδωτική ικανότητα 6.34 (1.52) και 5.93 (1.52) αντίστοιχα, με μικρή σημαντική διαφορά (Πίνακας 4).

Μεταξύ των δυο ειδών πιπεριάς, τα ολικά φαινολικά συστατικά στη πράσινη πιπεριά 6.68 (0.93) σε σχέση με την κόκκινη 6.96 (0.82) εμφάνισαν σημαντική διαφορά. Η πράσινη ελιά εμφάνισε ολικά φαινολικά συστατικά 6.91 (0.74) σε σχέση με τις ελιές Καλαμών 6.98 (0.73) παρατηρήθηκε ελάχιστη σημαντική διαφορά ($p<0,05$). Όσον αφορά τη ρίγανη και το σκόρδο, τα ολικά φαινολικά συστατικά ήταν 5.42 (0.92) και 6.80 (0.90) αντίστοιχα. Αναφορικά με το χαμομήλι και το τσάι του βουνού, τα ολικά φαινολικά συστατικά ήταν 8.92 (1.80) και 8.65 (1.86) αντίστοιχα και εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα υπόλοιπα μελετώμενα δείγματα ($p<0,05$) (Πίνακας 4).

5.1.10.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα και Ολικά φαινολικά συστατικά καινοτόμου τροφίμου

Η αντιοξειδωτική ικανότητα και τα ολικά φαινολικά συστατικά για τα δύο δείγματα καινοτόμου τροφίμου, ελήφθησαν με μετρήσεις *in vitro*, με τη μέθοδο FRAP και Folin-Ciocalteu, αντίστοιχα, και φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά το καινοτόμο τρόφιμο πάστας ελιάς με τσάι του βουνού

Δείγματα	Αντιοξειδωτική ικανότητα ($\mu\text{mol FeSO}_4/\text{mL}$)	Ολικά Φαινολικά συστατικά ($\mu\text{g Gallic Acid}/\text{mL}$)
Arcadian Taste	7.95 (0.51) a	6.29 (0.90) a
GAEA	9.56 (0.33) b	7.28 (3.11) b

*Διαφορετικά γράμματα δείχνουν ότι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$)

Σύμφωνα με τα πειράματα *in vitro*, η πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με τσάι του βουνού παρείχε αντιοξειδωτική ικανότητα στο δείγμα 1 από την εταιρεία Arcadian Taste 7,95 (0,51), στο δείγμα 2 της εταιρείας GAEA 9,56 (0,33), με το δείγμα 2 να έχει σημαντικά υψηλότερη τιμή. Επιπλέον, τα ολικά φαινολικά συστατικά του δείγματος 1 από την εταιρεία Arcadian Taste ήταν 6,29 (0,90), ενώ του δείγματος 2 από την εταιρεία GAEA 7,28 (3,11), με το δείγμα 2 να έχει σημαντικά υψηλότερη τιμή.

5.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τα πειράματα *in vitro* με τις μεθόδους FRAP και Folin-Ciocalteu, τα δείγματα πρώτων υλών (πιπεριά πράσινη και κόκκινη, ελιά Καλαμών και πράσινη ελιά, ρίγανη, σκόρδο, χαμομήλι, τσάι του βουνού) παρουσίασαν αντιοξειδωτική ικανότητα και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά. Ωστόσο, υπήρχαν μικρές διαφορές μεταξύ τους ώστε να εξαχθεί κλινικό αντίκτυπο.

Γενικά οι βρώσιμες ελιές φαίνεται να έχουν σημαντικές συγκεντρώσεις πολυφαινολών. Οι άμεσα συντηρημένες σε άλμη ελιές (χωρίς εκπίκρυνση με καυστικό νάτριο), περιέχουν περίπου 1200 mg/kg. Η ελευροπαΐνη είναι γνωστή για την αντιοξειδωτική ικανότητα στα φύλλα ελιάς και η υδρόλυσή της οδηγεί σε αντιμικροβιακές ενώσεις. Αρκετά από τα συστατικά του φύλλου της ελιάς, και ειδικότερα η ελαιουερωπαΐνη, η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη και οι εστέρες τους και ορισμένα φαινολικά οξέα όπως το καφεϊκό και το βανιλικό, υπάρχουν στον καρπό και στο λάδι της ελιάς. Η συγκέντρωση πολυφαινολών στις βρώσιμες ελιές είναι υψηλή και φθάνει μέχρι 6% επί ξηράς ουσίας και είναι εμφανώς υψηλότερη απ' ό,τι στο ελαιόλαδο. Στις μη

επεξεργασμένες ελιές, σε μεγαλύτερη αφθονία βρίσκονται η ελευροπαΐνη και η υδροξυτυροσόλη. Η υδροξυτυροσόλη είναι η φαινόλη με την υψηλότερη συγκέντρωση στις βρώσιμες ελιές. Η τυροσόλη είναι η δεύτερη σε αφθονία φαινόλη στις βρώσιμες ελιές με αρκετά υψηλή συγκέντρωση. Δεν χωρά αμφιβολία ότι η περιεκτικότητα των πολυφαινολών στις βρώσιμες ελιές, είναι σημαντική και για το λόγο αυτό μπορεί να θεωρηθούν σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών [Kyritsakis A. K., 2007].

Σύμφωνα με τις μελέτες Petridis A., 2012, Ryan D. et al, 2002 αναφέρεται ότι οι τιμές της αντιοξειδωτικής ικανότητας της ελιάς κυμαίνονται από 66 έως 177 $\mu\text{mol/g}$ και δείχνουν ότι η ελιά και τα φύλλα της είναι πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών. Στην παρούσα μελέτη βρέθηκαν τιμές, που κυμάνθηκαν γύρω στα 3 $\mu\text{mol/mL}$ οι οποίες ήταν σε διαφορετική μονάδα μέτρησης με την μελέτη Petridis A., 2012. Αν και υπήρχαν μικρές στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ελιές καλαμών και πράσινες ελιές που μελετήθηκαν, για το καινοτόμο τρόφιμο αποφασίστηκε η χρήση της Καλαμών επειδή οι ελιές Καλαμών συλλέγονται από τα ελαιόδεντρα αφού αποκτήσουν το διάσημο σκούρο μαύρο χρώμα τους ενώ εμφανίζουν σημαντική αντιοξειδωτική δράση. Οι ελιές Καλαμών είναι παγκοσμίως γνωστές για την πλούσια γεύση και την έντονη υφή τους, καθώς έχουν ήδη συγκομιστεί όταν έρθει η πλήρης ωρίμανση ενώ οι πράσινες ελιές συλλέγονται νωρίς, ακόμη και πριν από την έναρξη της διαδικασίας ωρίμανσής τους [Petridis A., 2012, Ryan D. et al, 2002].

Εκτενείς έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί όσον αφορά την αντιοξειδωτική δράση πολυάριθμων βοτάνων, ιδιαίτερα της οικογένειας των Labiatae. Από τα πιο κοινά αρωματικά βότανα αυτής της οικογένειας είναι η ρίγανη. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν μια διακύμανση ως προς την ολική φαινολική σύσταση των εκχυλισμάτων των αρωματικών βοτάνων, η οποία υποδηλώνει μειωμένα φαινολικά συστατικά για τη ρίγανη. Οι σημαντικές διαφορές που σημειώνονται, εντοπίζονται στην επιλογή των δειγμάτων (μερών των φυτών), στο χρόνο λήψης είτε τις μεθόδους που εφαρμόζονται για τους προσδιορισμούς των βιοδραστικών συστατικών. Η ουσία η οποία είναι υπεύθυνη για την αντιοξειδωτική ικανότητα που έχει ρίγανη είναι το ροσμαρινικό οξύ το οποίο περιέχετε σε ένα ποσοστό του 5%. Εκτός του ροσμαρινικού οξέος, η ρίγανη περιέχει τοκοφερόλες φλαβονοειδή, καφεϊκό οξύ και παράγωγα του φαινολικού οξέος. Οι διαφορές στην αντιοξειδωτική ικανότητα μεταξύ των υδατικών διαλυμάτων του φυτού (ως και 70% μεταβλητότητα στις τιμές) μπορεί να αποδοθεί στις κλιματικές αλλαγές και κυρίως στην θερμοκρασία. Η αποτελεσματικότητα του εναντίον της οξειδωσης των λιπών σχετίζεται και με την μέθοδο και τον διαλύτη που χρησιμοποιήθηκε αλλά και της δομής των αντιοξειδωτικών ουσιών [Škronáková et al., 2012]. Στην παρούσα μελέτη, η ρίγανη έδειξε αξιόλογες τιμές που κυμάνθηκαν γύρω στο 5 $\mu\text{mol/mL}$.

Εκτός από το μεγάλο εύρος μικροθρεπτικών συστατικών που περιέχουν οι πιπεριές, τόσο σε ανόργανα στοιχεία όσο και σε βιταμίνες, έχουν και έναν εντυπωσιακό αριθμό φυτοχημικών ενώσεων, με αντιοξειδωτική δράση. Οι συνδυασμένες επιδράσεις της βιταμίνης A και C έχουν δημιουργήσει μια σπουδαία αντιοξειδωτική ικανότητα, και με το λυκοπένιο στο μίγμα, η κόκκινη πιπεριά γίνεται μια σημαντική υπερτροφή [Wojdyło A. et al. 2007, Hamid et al 2010]. Στην μελέτη αυτή παρατηρήθηκαν τιμές, που κυμάνθηκαν γύρω στα 3 $\mu\text{mol/mL}$, οι οποίες είναι κοντά σε αυτές της βιβλιογραφίας. Αν και υπήρχαν μικρές στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις κόκκινες και πράσινες πιπεριές που μελετήθηκαν, για το καινοτόμο τρόφιμο αποφασίστηκε η χρήση των κόκκινων επειδή είναι πλούσιες σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες, όπως η βιταμίνη A, στην οποία οφείλεται το χρώμα της και σε ανόργανα στοιχεία σε σχέση με τις πράσινες. Η πράσινη πιπεριά είναι καλύτερη πηγή βιταμίνης K από τις πιο ώριμες του είδους [Wojdyło A. et al. 2007].

Σύμφωνα με μελέτες για το ελληνικό τσάι του βουνού *Sideritis sp.*, βρέθηκε ότι είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικά όπως τα χλωρογενικά οξέα, η μυριστίνη, η απιγεγκίνη, η κατεχίνη και η γαλλική επικατεχίνη [Samanidou, Tsagiannidi, 2012]. Οι τιμές που βρέθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν 5,93 $\mu\text{mol/mL}$ αναφορικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα και 8,65 $\mu\text{g/mL}$ για τα φαινολικά συστατικά ενώ στη βιβλιογραφία βρίσκουμε αντιοξειδωτική ικανότητα 913,14 mmol/mL και φαινολικά συστατικά 142,18 mg/mL . Στην παρούσα μελέτη αν και δεν είχε σημαντική διαφορά με το χαμομήλι, επιλέχθηκε για το καινοτόμο τρόφιμο διότι είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, κατεχίνες, μονοτερπένια, διτερπένια, τριτερπενικά οξέα φαινυλοπροπενίων, στερόλες, ιριδοειδή, αιθέρια έλαια, κουρκουμίνη, καρυοφυλλίνη. Επίσης, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο η εποχικότητα του τσαγιού του βουνού, για την επιλογή του καινοτόμου τροφίμου. Η εποχή και η πυκνότητα φύτευσης γίνεται μέσα φθινοπώρου, μετά τις πρώτες βροχές, εναλλακτικά αρχές άνοιξης. Πολλές σύγχρονες έρευνες τεκμηριώνουν τις δράσεις των ουσιών αυτών, οι οποίες φαίνεται να είναι πολύτιμες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου Αθηνών, τα εκχύλισμα των ειδών *Sideritis euboica* και *Sideritis clandestina*, μπορούν να συμβάλλουν στη πρόληψη της οστεοπόρωσης, καθώς φάνηκε ότι προστατεύουν από την απώλεια της οστικής πυκνότητας και ενισχύουν την μηχανική αντοχή των οστών [Samanidou, Tsagiannidi, 2012]. Σύμφωνα με άλλη μελέτη που στηρίχτηκε στη μεταγευματική βιοδραστηριότητα αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με τσάι του βουνού και εκχύλισμα φλούδας πορτοκαλιού σε υγιείς εθελοντές, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος 3 ώρες μετά την κατανάλωση του γεύματος παρέμβασης, σε σύγκριση με την κατανάλωση του γεύματος ελέγχου (μάρτυρας τυρί) με $p < 0,05$ [Papagianni O., et al. 2020]. Σε άλλη μελέτη που στηρίχτηκε στην *in vitro* πέψη καινοτόμου λειτουργικού τυριού τύπου spread, ενισχυμένου με εκχύλισμα βοτάνων και άγριων χόρτων του Βορείου Αιγαίου διαπιστώθηκε ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα του τσαγιού του βουνού ήταν 4,72 (0,61) $\text{mmol Fe}^{2+}/\text{L}$ με $p < 0,05$. Στην ίδια μελέτη τα ολικά φαινολικά του τσαγιού του βουνού ήταν 946,90 (126,21) mg/L με $p < 0,05$. Η αντιοξειδωτική ικανότητα στο λειτουργικό τυρί με τσάι του βουνού ήταν 0,41 (0,17) και τα ολικά φαινολικά ήταν 1143,24 (319,01) με $p < 0,05$ [Almprounioti K. 2022]. Σε μελέτη σχετικά με τη δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών αλειφόμενων τυριών με εκχύλισμα ελληνικών βοτάνων αξιολογήθηκε η αντιοξειδωτική τους ικανότητα, η οποία ήταν 393,71 (58,58) mmol/ml FeSO_4 . Στην ίδια μελέτη τα φαινολικά συστατικά του τυριού με το τσάι του βουνού ήταν 282,98 (6,10) mg gallic acid/ml [Kallipoliti I., Xristodoulou N. et al. 2019]. Σε άλλη μελέτη για την βιοδιαθεσιμότητα αντιοξειδωτικών και ολικών φαινολικών συστατικών σε βότανα του Βορείου Αιγαίου μέσω *in vitro* πέψης και παραγωγή ενισχυμένου προϊόντος γιαουρτιού διαπιστώθηκε ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα για το τσάι του βουνού ήταν 3,39 (2,07) $\text{mmol Fe}^{2+}/\text{L}$ και τα ολικά φαινολικά ήταν 6,07 (3,96) mg GAE/g με $p > 0,05$ [Bousdouni P., 2022].

Σε μελέτη που στηρίχτηκε σε μπισκότα τύπου cookies, εμπλουτισμένα με πάστα ελιάς ασκήθηκε αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα σε τέσσερα δείγματα. Τα αποτελέσματα για την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά έδειξαν ότι η πράσινη πάστα ελιάς (0,49 (0,02) mg GAE/g) είχε τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά σε σύγκριση με τα άλλα δείγματα. Μεταξύ των άλλων δειγμάτων πάστας ελιάς Καλαμών καταγράφηκε σημαντικά υψηλότερο περιεχόμενο ολικών φαινολικών (1,74 (0,06) mg GAE/g), στο πρώτο δείγμα της μελέτης (πάστα ελιάς Καλαμών από την περιοχή Κεφαλόβρυσσο Μεσολογίου), το οποίο επιλέχθηκε για την δημιουργία των μπισκότων εμπλουτισμένα με πάστα ελιάς. Τα άλλα δυο δείγματα της μελέτης στα οποία χρησιμοποιήθηκε πάστα ελιάς Καλαμών έδειξαν τιμές φαινολικών συστατικών [1,35 (0,08) για περιοχή Στάμνα Μεσολογίου και 1,45 (0,07) για περιοχή Δρυμός Αιτωλοακαρνανίας]. Στη μελέτη παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων ($p < 0,05$) [Argyri E. A. et al., 2021]. Στη παρούσα μελέτη, η συγκριτική ανάλυση

των βιοδραστικών συστατικών εκχυλισμάτων της πάστας ελιάς εμπλουτισμένης με τσάι του βουνού παρείχε μειωμένη αντιοξειδωτική ικανότητα στο δείγμα 1 από την εταιρεία Arcadian Taste (7,95) σε σύγκριση με το δείγμα 2 της εταιρείας GAEA (9,56). Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση στα ολικά φαινολικά συστατικά του δείγματος 1 από την εταιρεία Arcadian Taste είναι 6,29, σε σύγκριση με το δείγμα 2 από την εταιρεία GAEA 7,28. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στις πρώτες ύλες και στην αναλογία των συστατικών που χρησιμοποιήθηκαν από τη κάθε εταιρεία για την δημιουργία της πάστας ελιάς.

Πολλές φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στον πολτό της ελιάς βρίσκονται επίσης και στον ιστό των φύλλων. Η ελευρωπαΐνη έχει αναφερθεί συχνά ως η κύρια φαινολική ένωση και μπορεί να αντιπροσωπεύει έως και το 9% του ξηρού βάρους. Τα κυρίαρχα φαινολικά οξέα στα φύλλα περιλαμβάνουν καφεϊκό, χλωρογόνο, π-κουμαρικό, ομοβανιλικό και βανιλικό οξύ. Τα φλαβονοειδή λουτεολίνη, λουτεολίνη-7-γλυκοσίδη, λουτεολίνη-4-γλυκοσίδη, λουτεολίνη-7-ρουτινοσίδη, απιγενίνη-7-ρουτινοσίδη, ρουτίνη, κερκετίνη, εσπεριδίνη, διοσμετίνη και απιγενίνη-7-γλυκοσίδη έχουν επίσης έχει περιγραφεί στα φύλλα ελιάς [Charoenprasert S. and Mitchell A., 2012]. Μια μελέτη έδειξε ότι η αντοχή των οστών μεταβλήθηκε μόνο από την ελευρωπαΐνη στα 0,15 g/kg για 80 ημέρες, υπονοώντας ότι η δόση που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη μπορεί να μην είναι επαρκής [Chin K.Y. and Soelaiman I.N, 2016]. Με βάση αυτά τα δεδομένα δημιουργήθηκε το καινοτόμο τρόφιμο πλούσιο σε πολυφαινόλες, του οποίου η δράση διερευνήθηκε για τον οστικό μεταβολισμό σε μελέτη με ανθρώπους που παρουσιάζεται στο μεθεπόμενο κεφάλαιο, κεφάλαιο 7.

Η μελέτη είχε κάποιους περιορισμούς. Πρώτον, θα ήταν επιθυμητές περαιτέρω αναλύσεις στο εργαστήριο και με άλλες μεθόδους αντιοξειδωτικής δράσης, όπως η ORAC, η DPPH κ.α., ώστε να υπάρξουν σαφέστερα συμπεράσματα τόσο στις πρώτες ύλες όσο και στο καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού. Δεύτερον, στη μελέτη αυτή δεν έγινε ταυτοποίηση και ποσοτικός προσδιορισμός των επιμέρους φαινολικών συστατικών που βρίσκονται εντός των πρώτων υλών και εντός του καινοτόμου τροφίμου, με κάποια αναλυτική μέθοδο όπως η HPLC, GC κ.α.. Τρίτον, οι πρώτες ύλες και το καινοτόμο τρόφιμο, μελετήθηκαν ως προς την αντιοξειδωτική ικανότητα και την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά, την χρονική στιγμή στην αρχή της παρέμβασης που δόθηκε το τρόφιμο. Δεν πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας και περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά την χρονική στιγμή, μετά τους 5 μήνες παρέμβασης.

6 Συγχρονική Μελέτη διερεύνησης της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων που σχετίζονται με τον οστικό μεταβολισμό και συσχέτιση με το βαθμό υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής και άλλες παραμέτρους

6.1 Εισαγωγή – Σκοπός

Σκοπός της συγχρονικής μελέτης ήταν η χορήγηση επικαιροποιημένου FFFQ (Functional Food Frequency Questionnaire - ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων), προς διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, με έμφαση στα τρόφιμα που σχετίζονται με τους δείκτες οστικού μεταβολισμού, από αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού πληθυσμού, καθώς και του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής [Steinemann N. et al. 2017, Paragianni O., et al. 2021].

6.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

6.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά συγχρονικής μελέτης – Εθελοντές

Η συγχρονική μελέτη ακολούθησε τους κανόνες βιοηθικής και εγκρίθηκε το πρωτόκολλο της από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου (αρ. 7505, 20 Οκτωβρίου 2019). Η μελέτη διεξήχθη σύμφωνα με τα πρότυπα δεοντολογίας που ορίζονται στη Διακήρυξη του Ελσίνκι και ακολούθησε τις Αρχές της Ορθής Κλινικής Πρακτικής. Οι εθελοντές υπέγραψαν έντυπο αποδοχής και ενημερώθηκαν για τον σκοπό της μελέτης και τον εθελοντικό χαρακτήρα συμμετοχής (η φόρμα παρουσιάζεται στο παράρτημα). Η συγχρονική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δείγμα του πληθυσμού 240 εθελοντών, εκ των οποίων μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και άνδρες με πιθανό κίνδυνο οστεοπόρωσης (T-score \leq -2.5, τυπική απόκλιση (SD) για οστεοπόρωση, T-score $<$ -1 και $>$ -2.5, τυπική απόκλιση (SD) για οστεοπενία), καθώς και φυσιολογική οστική πυκνότητα (\geq -1) που τυχαιοποιήθηκαν από Αθήνα και Λήμνο έπειτα από συνεργασία και επικοινωνία με ιατρούς ορθοπεδικούς. Πιο αναλυτικά, για τους σκοπούς της μελέτης καταγράφηκε τακτικά η διατροφική πρόσληψη τους και η φαρμακευτική τους αγωγή, με προαπαιτούμενο να λαμβάνουν συμπληρώματα βιταμίνης D, C, Ca, Mg με βάση παρεμφερείς μελέτες [Elders P.J.M. et al 2017, Gui J.-C. et al 2012]. Συμπλήρωσαν αρχικά ένα ερωτηματολόγιο γενικών συνηθειών που περιελάμβανε κλινική κατάσταση, ηλικία που εισήλθαν οι γυναίκες στην εμμηνόπαυση, φυσική δραστηριότητα, κάπνισμα, λήψη συμπληρωμάτων διατροφής, φαρμακευτική αγωγή και διατροφικών συνηθειών, όπως κατανάλωση νερού και καφέ καθημερινά, ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων μεσογειακής διατροφής και λειτουργικών τροφών (FFQ), τρεις 24ωρες ανακλήσεις και ένα ερωτηματολόγιο του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής Med-Diet-Score (εύρος 0 έως 55) [Panagiotakos DB et al, 2006].

Τα κριτήρια αποκλεισμού της μελέτης ήταν η ηλικία $>$ 75 και $<$ 45 ετών καθώς και η παρουσία χρόνιων νοσημάτων, όπως καρκίνος, σακχαρώδης διαβήτης, στεφανιαία νόσο και αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Η οστική πυκνότητα αξιολογήθηκε μέσω ιατρικής εξέτασης των εθελοντών με τη μέθοδο Απορρόφηση ακτίνων Χ Διπλής Ενέργειας (DEXA), ενώ η αξιολόγηση των βιοδεικτών στους εθελοντές έγινε μέσω αυτοαναφοράς [Cosman F. et al. 2014, Elders PJM et al 2017, Gui J.-C. et al 2012].

Η μέθοδος DEXA (ή σπινθηρογράφημα DEXA) είναι ένας υψηλής ακριβείας τύπος ακτίνων - X που μετράει την οστική πυκνότητα και οστική απώλεια. Αν η οστική πυκνότητα είναι χαμηλότερη από το φυσιολογικό για την ηλικία, αυτό υποδεικνύει κίνδυνο οστεοπόρωσης και καταγμάτων.

6.2.2 Σχεδιασμός της μελέτης

Η συγχρονική μελέτη ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2019 και η ένταξη των εθελοντών στη μελέτη διήρκησε έως τον Οκτώβρη του 2020. Το δείγμα του πληθυσμού ήταν 240 εθελοντές, που προέκυψε από χρήση κατάλληλου προγράμματος επιλογής δείγματος για μεγαλύτερες ηλικίες, στο MS Excel. Ως περιοχές πεδίου ορίστηκαν η Λήμνος και η Αθήνα, ώστε να υπάρχει αστική και αγροτική περιοχή. Όσον αφορά το δείγμα της Λήμνου οι εθελοντές επισκέφτηκαν τη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ενώ πραγματοποιήθηκαν ατομικές επισκέψεις στο χώρο των εθελοντών στην Αθήνα έπειτα από τηλεφωνική επικοινωνία μαζί τους. Οι εθελοντές επιλέχθηκαν με τυχαία επιλογή, αφού έγινε ενημέρωση για τη μελέτη μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και διαδικτυακών ανακοινώσεων, και μέσω ενημέρωσης εκ των συνεργαζόμενων ιατρών. Οι εθελοντές κατά την πρώτη επίσκεψη-συνάντηση συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο FFQ και μια 24ωρη ανάκληση. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε τηλεφωνική επικοινωνία για την συμπλήρωση δυο ακόμη ανακλήσεων 24ωρου, συμπεριλαμβανομένης μιας ημέρας εντός Σαββατοκύριακου, μετά από διάστημα μιας εβδομάδας. Οι εθελοντές ερωτήθηκαν σχετικά με τις εξετάσεις τους για τους βιοδείκτες. Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις (βάρος, ύψος, σύσταση σώματος, περιφέρεια κ.λπ.) γίνονταν με τη χρήση μετρητή ύψους, μεζούρας και ζυγαριά σύστασης σώματος TANITA SC300 (είτε στο εργαστήριο Διατροφής του Πανεπιστημίου, είτε με φορητές συσκευές στον τόπο κατοικίας τους). Για τον υπολογισμό του βάρους, οι εθελοντές δεν φορούσαν υποδήματα, είχαν ελαφρύ ρουχισμό και για τον υπολογισμό του βάρους αφαιρέθηκε 0,5-1 κιλό λόγω του ρουχισμού. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η συσχέτιση μεταξύ των διατροφικών συνηθειών και του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής, μέσω του προγράμματος DietAnalysisPlus με ανθρωπομετρικούς δείκτες (σύσταση με έμφαση στην οστική μάζα) και με δείκτες οστικού μεταβολισμού (οστική πυκνότητα, t-score). Τα εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης (FFFQ) στηρίχτηκαν σε επικυρωμένο FFFQ, μετά από μικρές τροποποιήσεις [Steinemann N. et al. 2017, Papagianni O., et al. 2021].

6.2.3 Εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης

Η ανάπτυξη του FFFQ βασίστηκε σε ένα επικυρωμένο FFQ που αφορούσε πληθυσμό άλλης χώρας [Willett, W. 2013], με ορισμένες τροποποιήσεις όσον αφορά την προσθήκη λειτουργικών τροφίμων που έχουν συσχετιστεί σε μελέτη με την οστική μάζα. Συνολικά το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 54 ομάδες βιολειτουργικών τροφίμων, 17 ομάδες και 36 μεμονωμένα τρόφιμα, τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν κυρίως με βάση την κατάταξη στις κύριες ομάδες τροφίμων, αλλά και τα βιοδραστικά συστατικά τους, με βάση άλλο επικυρωμένο ερωτηματολόγιο που αφορούσε λειτουργικά τρόφιμα στον Ελληνικό πληθυσμό (FFFQ) [Elmaliklis, I.-N. et al. 2019, Koutelidakis, A. 2019].

Το MedDietScore βαθμονομήθηκε χρησιμοποιώντας συναρτήσεις οι οποίες σταθμίστηκαν από 0 έως 5 και συγκεκριμένα για τα τρόφιμα όπως δημητριακά ολικής αλέσεως και παράγωγα ζυμαρικά (ψωμί/ ζυμαρικά ολικής άλεσης, καστανό ρύζι), πατάτες, φρούτα, λαχανικά, όσπρια, ψάρι, κόκκινο κρέας, πουλερικά, πλήρη λιπαρά γαλακτοκομικά προϊόντα (τυρί, γιαούρτι,

γάλα): 0 «ποτέ», 1 «1-4 μερίδες/μήνα», 2 «5-8 μερίδες/μήνα», 3 «9-12 μερίδες/μήνα», 4 «13-18 μερίδες/μήνα» και 5 «>18 μερίδες/μήνα» και οι τιμές του σκορ από 0 έως 55. Το εύρος 0-29 υποδηλώνει χαμηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή, το 30-37, μέτρια προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή και 38-55, υψηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή. Για την χρήση ελαιολάδου στη μαγειρική αξιολογήθηκε από 0 έως 5 και συγκεκριμένα: 0 «ποτέ», 1 «σπάνια», 2 «<1 φορά/εβδομάδα», 3 «1-3 φορές/εβδομάδα», 4 «3-5 φορές/εβδομάδα», 5 «καθημερινά». Για τα αλκοολούχα ποτά (ml/ημέρα, 100 ml = 12 g αιθανόλης) υπήρχε βαθμολόγηση από 5 έως 0 και συγκεκριμένα: 5 «<300 ml/ημέρα», 4 «300 ml/ημέρα», 3 «400 ml/ημέρα», 2 «500 ml/ημέρα», 1 «600 ml/ημέρα», 0 «>700 ml/ημέρα» [Panagiotakos DB et al, 2006].

Ο σχεδιασμός του FFFQ παρείχε 10 πιθανές απαντήσεις ως προς τη συχνότητα κατανάλωσης, καταναλωμένες ανά ημέρα, εβδομάδα και μήνα για την αξιολόγηση της συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και λειτουργικών τροφίμων που καταναλώνονται εκ του πληθυσμού. Συγκεκριμένα, για κάθε ομάδα βιολειτουργικών τροφίμων οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν ως προς τις συχνότητες: «>6 φορές/ημέρα», «4-5 φορές/ημέρα», «2-3 φορές/ημέρα», «1 φορά/ημέρα», «5-6 φορές/εβδομάδα», «3-4 φορές/εβδομάδα», «1-2 φορές/εβδομάδα», «2-3 φορές/μήνα», «1 φορά/μήνα» και «ποτέ».

Για το σκορ μεσογειακής διατροφής, για κάθε ομάδα τροφίμων, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν ως προς τις συχνότητες κατανάλωσης (μερίδα ανά μήνα): « >18 φορές/μήνα», «13-18 φορές/μήνα», «9-12 φορές/μήνα», «5-8 φορές/μήνα», «1-4 φορές/μήνα», «ποτέ». Για την διευκρίνηση της χρήσης ελαιολάδου χρησιμοποιήθηκε η συχνότητα κατανάλωσης: «καθημερινά», «3-5 φορές/εβδομάδα», «1-3 φορές/εβδομάδα», «<1 φορά/εβδομάδα», «σπάνια», «ποτέ». Τα σκορ που έδωσαν στα τρόφιμα των συστάσεων της Μεσογειακής Διατροφής ήταν 0,1,2,3,4,5 για τις παραπάνω συχνότητες κατανάλωσης, ενώ για τα τρόφιμα που δεν πλησίαζαν το Μεσογειακό Πρότυπο υπήρχε αντίστροφη κλίμακα. Για την κατανάλωση αλκοολούχων ποτών (ml/ημέρα) χρησιμοποιήθηκε η συχνότητα: «>700», «600», «500», «400», «300», «<300» με ενδεικτική ποσότητα 100 ml=12 g αιθανόλης. Πιο αναλυτικά για κατανάλωση <300 ml/ημέρα δόθηκε σκορ 5, ενώ η >700 ml/ημέρα είχε 0. Μεγάλες τιμές του δείκτη είχαν συνέπεια τον μεγαλύτερο βαθμό αναγνώρισης της Μεσογειακής Διατροφής [Panagiotakos DB et al, 2006].

Ο βαθμός υιοθέτησης υγιεινής διατροφής (Healthy Eating Index Score) είναι ένα μέτρο της ποιότητας διατροφής. Αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, ως ένα εργαλείο αποτίμησης της ποιότητας της διατροφής και περιλαμβάνει 10 συστατικά, κάθε ένα από τα οποία λαμβάνει τιμές μεταξύ του 0 (μη υιοθέτηση διατροφικών συστάσεων) και του 10 (πλήρης υιοθέτηση διατροφικών συστάσεων), με αποτέλεσμα ο δείκτης να κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0 και 100. Οι 10 διατροφικές παράμετροι που απαρτίζουν το δείκτη είναι η πρόσληψη δημητριακών, λαχανικών, φρούτων, γαλακτοκομικών προϊόντων, κρέατος, ολικού λίπους, κορεσμένων λιπαρών οξέων, χοληστερόλης, νατρίου και η διατροφική ποικιλία. Πιο συγκεκριμένα έγινε αξιολόγηση της κατανάλωσης των ομάδων τροφίμων: ολικού λίπους, γαλακτοκομικών προϊόντων, λαχανικών, φρούτων, κρέατος, δημητριακών. Για τον υπολογισμό του βαθμού υιοθέτησης της υγιεινής διατροφής (Healthy Eating Index Score), χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα DietAnalysisPlus. Οι ενδεικτικές τιμές του HEIS, είναι >80 που υποδηλώνει καλή διατροφή, 50-80, η διατροφή χρειάζεται βελτίωση και <49, φτωχή διατροφή [Kennedy, E.T., et al.1995]. Στο παρακάτω κεφάλαιο 7, εμφανίζεται η συσχέτιση ομάδων εθελοντών με την βαθμολογία του δείκτη υγιεινής διατροφής.

Γενικώς για τα λειτουργικά τρόφιμα που έχουν συσχετιστεί με τον οστικό μεταβολισμό, και συγκεκριμένα το γάλα, το τυρί και τα υπόλοιπα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, όπως το μπρόκολο και το λάχανο, η σόγια, οι ξηροί καρποί, το ψωμί και οτιδήποτε παρασκευάζεται με εμπλουτισμένο αλεύρι, αποξηραμένα φρούτα, τα μικρά ψάρια, όπως οι σαρδέλες, κρέας, όσπρια, εμπλουτισμένα προϊόντα όπως δημητριακά πρωινού, βρώμη, ροφήματα και αναψυκτικά παρατηρήθηκε ότι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην βελτίωση του μεταβολισμού των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με την παροχή ιχνοστοιχείων, βιταμινών χρήσιμα για τον οργανισμό.

Στο παρακάτω Σχήμα 7 απεικονίζεται το χρονοδιάγραμμα διατροφικής αξιολόγησης.



Σχήμα 7: Χρονοδιάγραμμα διατροφικής αξιολόγησης

6.2.4 Ανάλυση δεδομένων διατροφικής αξιολόγησης

Σύμφωνα με το πρόγραμμα DietAnalysisPlus, υπολογίστηκε το σύνολο του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής (Healthy Eating Index Score). Στον πίνακα 6 παρατίθενται οι ενδεικτικές τιμές του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής. Επίσης, υπολογίστηκε η πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, η οποία ελήφθη υπόψη κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μελέτης [Kennedy, E.T., et al.1995].

Πίνακας 6: Ενδεικτικές τιμές του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής

Health Eating Index Score	
>80	Καλή διατροφή
50-80	Η διατροφή χρειάζεται βελτίωση
<49	Φτωχή διατροφή

6.3 Στατιστική Ανάλυση

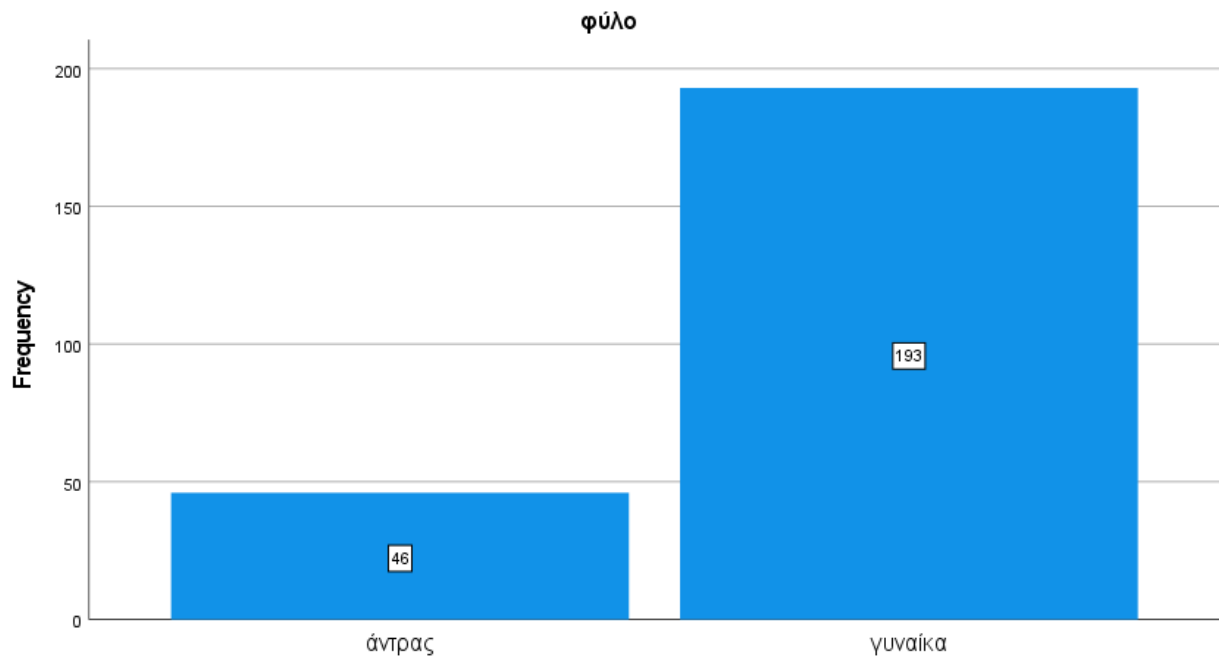
Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBM-SPSS Statistics2021. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με περιγραφική στατιστική, με μέθοδο κατανομής συχνοτήτων (Frequencies) για δημογραφικά χαρακτηριστικά (φύλο, ΔΜΣ, κριτήρια οστεοπόρωσης), προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή (MedDietScore) και οι συχνότητες κατανάλωσης ομάδων τροφίμων μεσογειακής διατροφής και λειτουργικών τροφίμων. Επίσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος υποθέσεων για εξαρτημένα δείγματα «paired sample t-test», one sided p [μονόπλευρος έλεγχος, - θετική κατεύθυνση, δεξιά ως προς την μέση τιμή (Mean) και την τυπική απόκλιση (SD)] ώστε να εξεταστεί εάν διαφέρουν οι βιοδείκτες με τους δημογραφικούς παράγοντες (φύλο, ηλικία, επάγγελμα, εκπαίδευση, περιοχή κατοικίας, φυσική δραστηριότητα). Επιπρόσθετα, έγινε έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης «ANOVA» (one-way ANOVA), με post hoc ανάλυση/ multiple variances comparisons με επιλογή στο post hoc, equal variances assumed (ανάλυση ισοδύναμων διακυμάνσεων, για Bonferroni και Tukey) ώστε να εξεταστεί εάν διαφέρουν οι ομάδες τροφίμων της μεσογειακής διατροφής και των λειτουργικών τροφίμων σε σύγκριση με δημογραφικούς παράγοντες (περιοχή κατοικίας, εκπαίδευση, επάγγελμα, φυσική δραστηριότητα).

Για τον έλεγχο κανονικότητας επιλέχτηκε η ανάλυση 1 sample K-S, Kolmogorov Smirnov και στο Graphs, επιλέχτηκε το histogram (ιστόγραμμα), που δείχνει την κανονική κατανομή. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

6.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

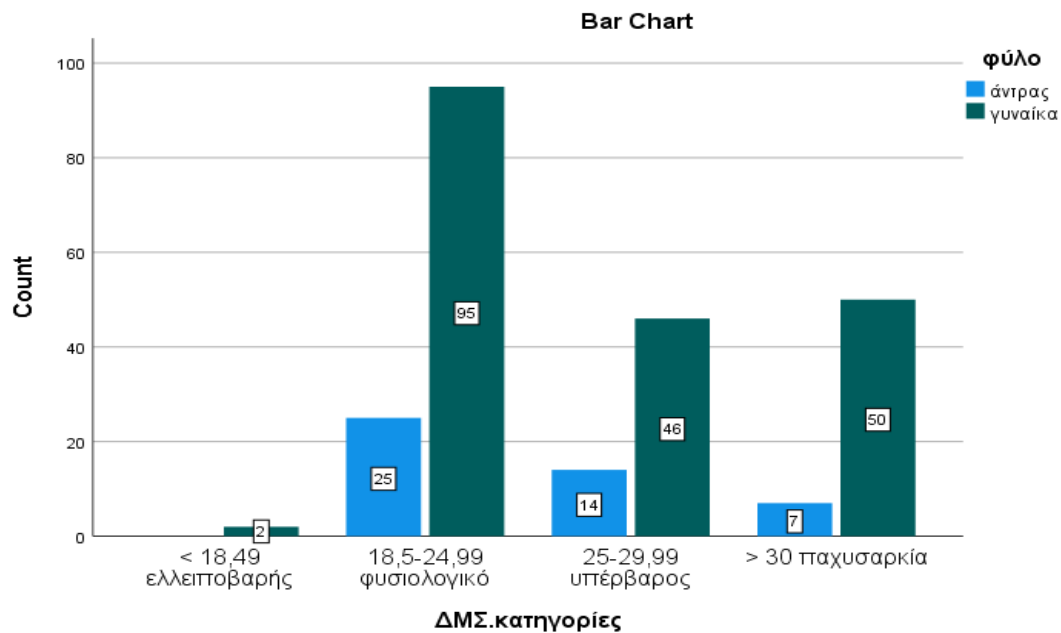
6.4.1 Γενικά δημογραφικά χαρακτηριστικά εθελοντών

Στο σύνολο των εθελοντών που συμμετείχαν στην έρευνα παρατηρήθηκε ότι 46 ήταν άντρες και 193 ήταν γυναίκες, σύνολο 239 (Σχήμα 8).



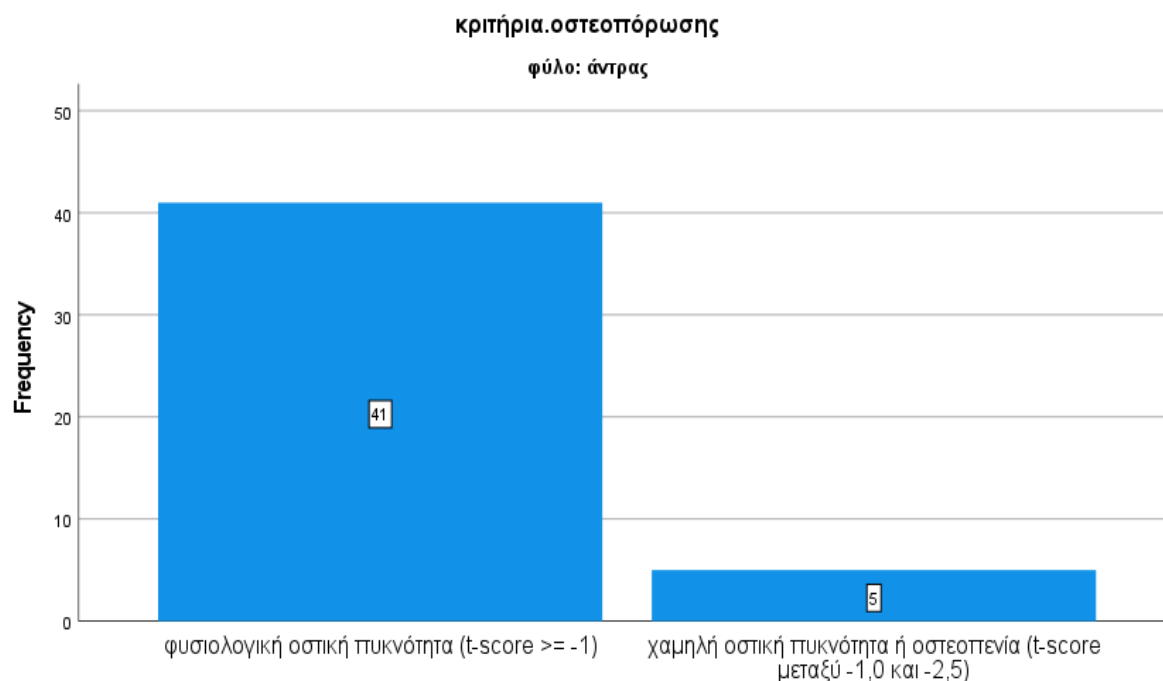
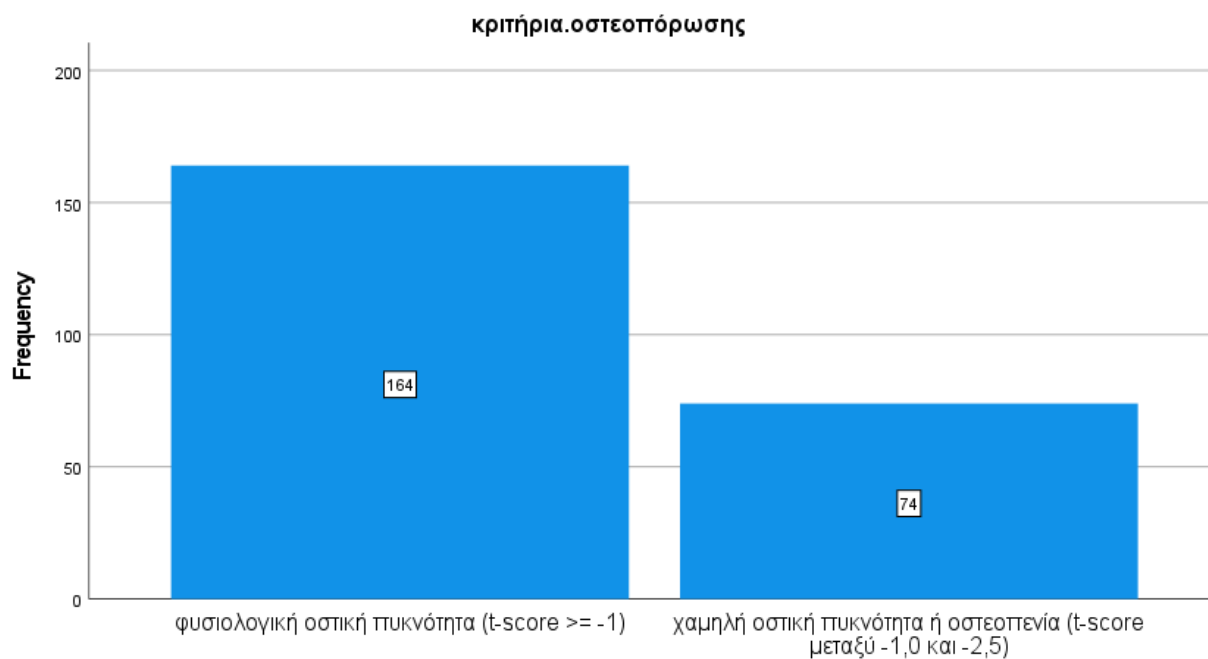
Σχήμα 8: Κατανομή επιπέδου φύλου (άντρας,γυναίκα)

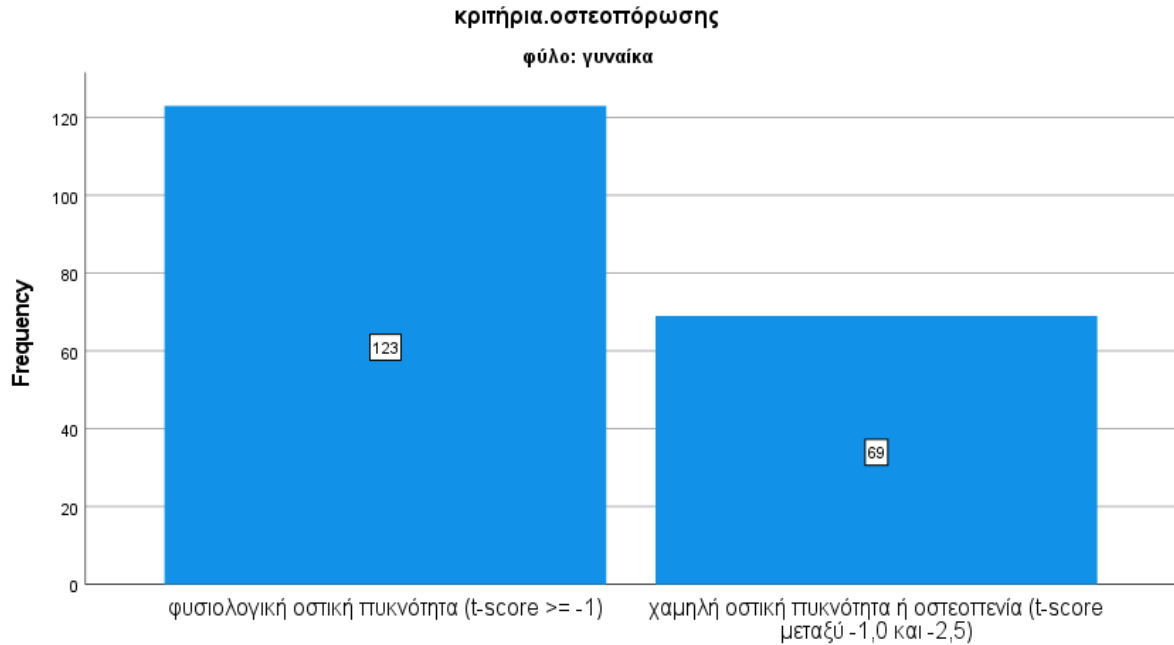
Στο σύνολο των εθελοντών παρατηρήθηκε ότι το 95% των γυναικών είχαν φυσιολογικό επίπεδο Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), το 46% ήταν υπέρβαρες και το 50% ήταν παχύσαρκες και μόνο το 2% ήταν ελλιποβαρείς. Όσον αφορά τους άντρες, το 25% είχαν φυσιολογικό επίπεδο ΔΜΣ, το 14% ήταν υπέρβαροι και μόνο το 7% ήταν παχύσαρκοι (Σχήμα 9).



Σχήμα 9: Κατανομή επιπέδου ΔΜΣ με φύλο

Στο σύνολο των εθελοντών, 164 άτομα (68,3%) είχαν φυσιολογική οστική πυκνότητα και 74 άτομα (30,8%) είχαν χαμηλή οστική πυκνότητα ή οστεοπενία. Πιο αναλυτικά, 41 άντρες (89,1%) είχαν φυσιολογική οστική πυκνότητα και 5 άντρες (10,9%) είχαν χαμηλή οστική πυκνότητα ή οστεοπενία. Αντίστοιχα για τις γυναίκες, 123 (63,7%) είχαν φυσιολογική οστική πυκνότητα και 69 (35,8%) είχαν χαμηλή οστική πυκνότητα ή οστεοπενία (Σχήμα 10).





Σχήμα 10: Κατανομή επιπέδων κριτηρίων οστεοπόρωσης με φύλο

6.4.2 Βιοδείκτες

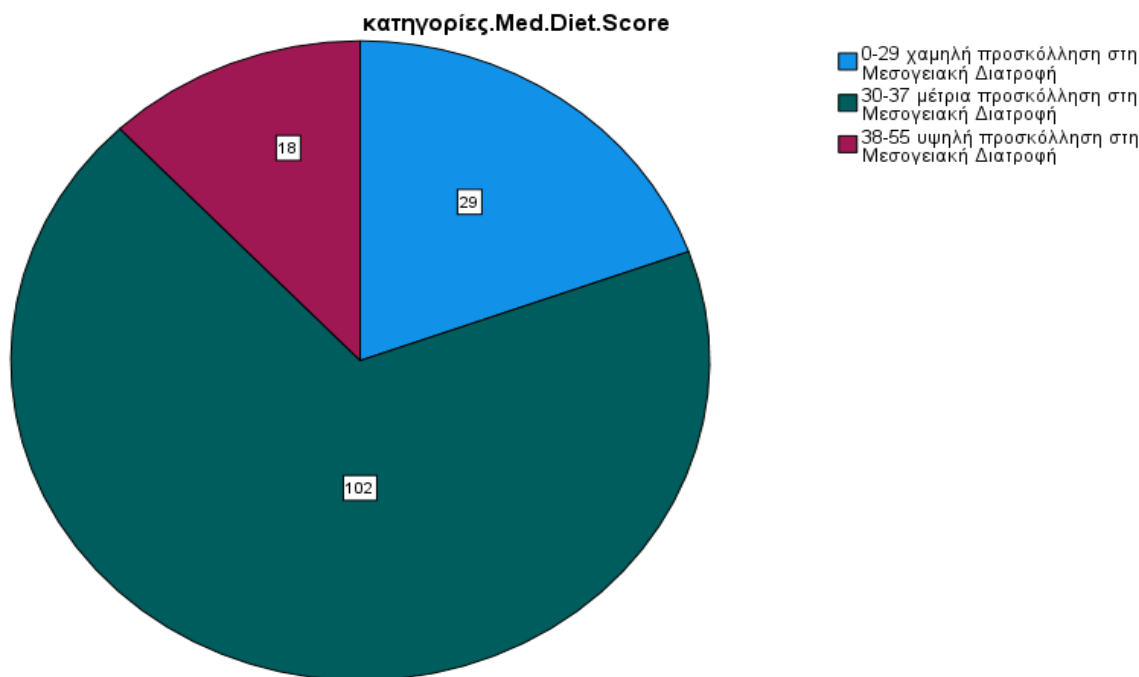
Αναφορικά με τις τιμές των εξετάσεων των εθελοντών για τους βιοδείκτες και σύμφωνα με τον έλεγχο υποθέσεων για εξαρτημένα δείγματα «paired sample t-test», one sided p (μονόπλευρος έλεγχος) παρατηρήθηκαν ότι τα παρακάτω δημογραφικά χαρακτηριστικά δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0.05$) με τους βιοδείκτες:

- το φύλο ($p=0,214$) / ($p=0,243$) σε σύγκριση με βιταμίνη C και Ca αντίστοιχα,
- η ηλικία ($p=0,138$) / ($p=0,161$) / ($p=0,099$) σε σύγκριση με βιταμίνη C, Ca, Mg αντίστοιχα,
- επάγγελμα ($p=0,345$) / ($p=0,098$) σε σύγκριση με βιταμίνη D, Mg αντίστοιχα,
- εκπαίδευση ($p=0,445$) / ($p=0,137$) σε σύγκριση με Ca, Mg αντίστοιχα,
- περιοχή κατοικίας ($p=0,116$) / ($p=0,109$) σε σύγκριση με βιταμίνη C, Ca αντίστοιχα,
- φυσική δραστηριότητα ($p=0,173$) σε σύγκριση με Mg

Επίσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με την οστική πυκνότητα ($p > 0.05$).

6.4.3 Προσκόλληση στη Μεσογειακή Διατροφή

Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα 11, το 102 (42,5%) των εθελοντών δείχνει μέτρια προσκόλληση της μεσογειακής διατροφής, το 29 (12,1%) δείχνει χαμηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή και μόνο το 18 (7,5%) δείχνει υψηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή [Panagiotakos DB et al, 2006].



Σχήμα 11: Pie chart – Δείκτη Μεσογειακής διατροφής

6.4.3.1 Συχνότητες κατανάλωσης ομάδων τροφίμων και Λειτουργικών τροφίμων

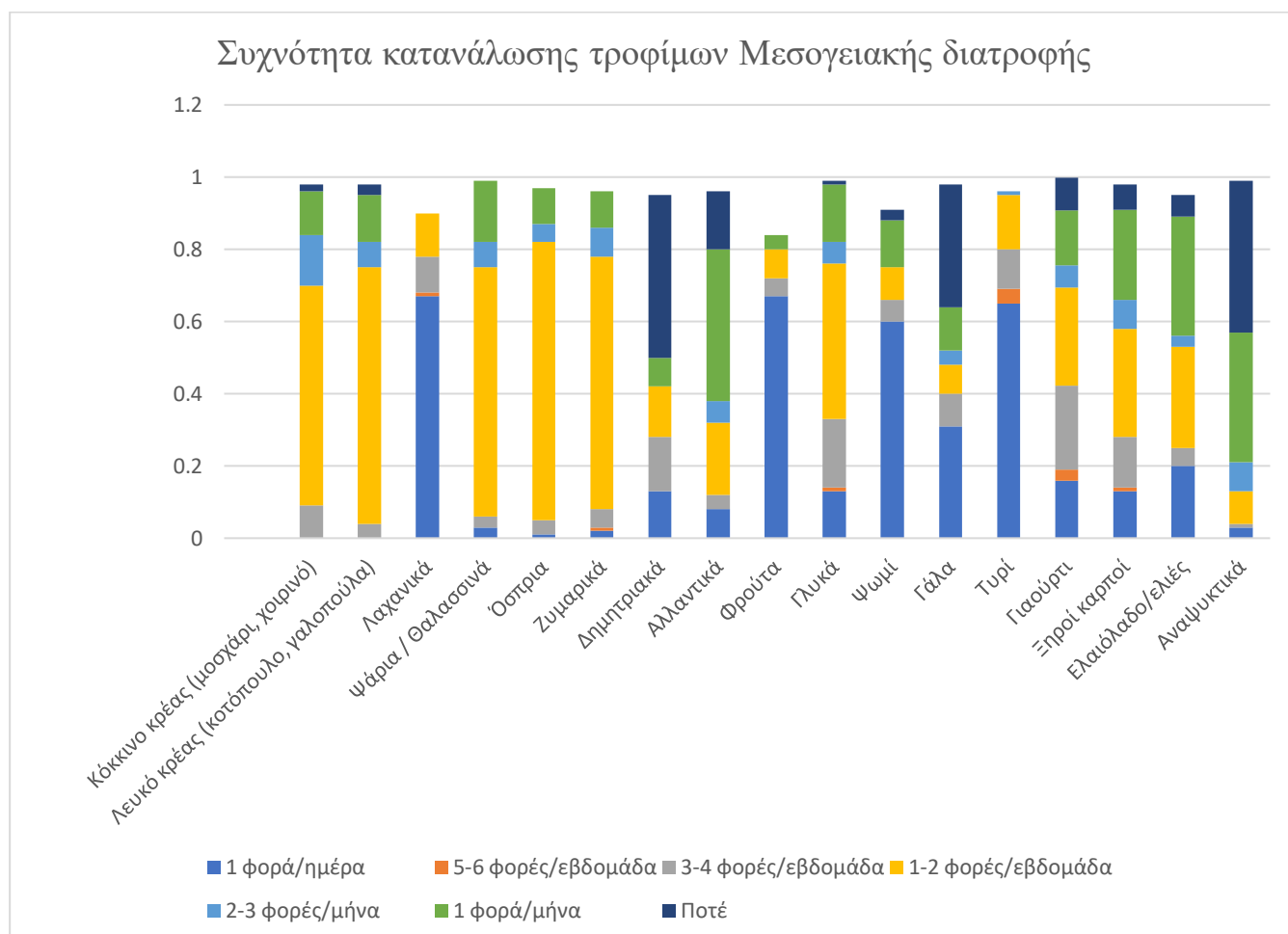
Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7) για την συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων παρατηρούμε ότι το 61,0% των εθελοντών που ερωτήθηκαν καταναλώνουν κόκκινο κρέας 1-2 φορές την εβδομάδα και το 2,0% δεν καταναλώνουν ποτέ. Το 71,0% του δείγματος καταναλώνουν 1-2 φορές την εβδομάδα λευκό κρέας και το 4,0% είτε καταναλώνουν 3-4 φορές την εβδομάδα είτε ποτέ. Ένα μεγάλο ποσοστό εθελοντών, το 67,0% καταναλώνει λαχανικά 1 φορά την ημέρα και μόνο το 3,0% καταναλώνουν 4-5 φορές/ημέρα και το 1,0% 5-6 φορές την εβδομάδα. Το 69,2% των εθελοντών καταναλώνουν ψάρια και θαλασσινά 1-2 φορές την εβδομάδα και μόνο το 3,0% καταναλώνει 1 φορά την ημέρα. Όσον αφορά την κατανάλωση οσπρίων παρατηρείται ότι το 77,0% των εθελοντών καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα και το 2,0% καταναλώνει 1 φορά την ημέρα. Τα άτομα που καταναλώνουν ζυμαρικά 1-2 φορές την εβδομάδα είναι 70,5% και το 3,0%, 2,0% και 1,0% καταναλώνει 2-3 φορές την ημέρα ή 1 φορά την ημέρα ή 5-6 φορές την εβδομάδα, αντίστοιχα. Στη κατανάλωση δημητριακών παρατηρείται ότι ένα μεγάλο ποσοστό εθελοντών, το 45,0% δεν καταναλώνει ποτέ ενώ το 2,0% καταναλώνει 2-3 φορές/ημέρα. Το 42,0% των εθελοντών καταναλώνει 1 φορά το μήνα αλλαντικά και το 20,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα και ένα μικρό ποσοστό εθελοντών, το 4,1% καταναλώνουν 3-4 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά την κατανάλωση φρούτων παρατηρείται ότι το 67,0% καταναλώνει 1 φορά την ημέρα και μόνο το 4,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα. Στη κατανάλωση γλυκών παρατηρείται ότι το 43,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα και το 6,0% καταναλώνει 2-3 φορές/μήνα.

Το 60,0% του δείγματος καταναλώνει ψωμί 1 φορά την ημέρα ενώ το 6,0% καταναλώνουν είτε 2-3 φορές την ημέρα είτε 3-4 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά το γάλα, το 31,0% καταναλώνει 1 φορά την ημέρα και το 34,1% δεν καταναλώνει ποτέ, ενώ μόνο το 4,0% καταναλώνει 2-3 φορές το μήνα. Το 65,0% των εθελοντών καταναλώνει 1 φορά την ημέρα τυρί ενώ το 3,0% 2-3 φορές το μήνα. Το 27,3% των εθελοντών καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα γιαούρτι και το 23,2% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα, ενώ το 3,0% καταναλώνει 5-6 φορές την εβδομάδα. Το 25,0% των εθελοντών καταναλώνει 1 φορά το μήνα ξηρούς καρπούς και το 30,0 % καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα. Επίσης παρατηρείται ότι το 1,0% των εθελοντών καταναλώνει 5-6 φορές/εβδομάδα. Το 28,0% των εθελοντών καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα ελαιόλαδο/ελιές ενώ μόνο το 3,0% καταναλώνουν 2-3 φορές το μήνα. Τέλος όσον αφορά τη κατανάλωση αναψυκτικών παρατηρείται ότι το 42,0% δεν καταναλώνουν ποτέ είτε 1 φορά το μήνα ενώ μόνο το 1,0% καταναλώνουν 3-4 φορές την εβδομάδα.

Πίνακας 7: Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων

Τρόφιμα	>6 φορές/ ημέρα	4-5 φορές/ ημέρα	2-3 φορές/ ημέρα	1 φορά/ ημέρα	5-6 φορές/εβ δομάδα	3-4 φορές/εβ δομάδα	1-2 φορές/εβ δομάδα	2-3 φορές /μήνα	1 φορά/ μήνα	Πο τέ
Κόκκινο κρέας (μοσχάρι , χοιρινό)	-	-	-	-	-	9,0%	61,0%	14,0%	12,0%	2,0 %
Λευκό κρέας (κοτόπο υλο, γαλοπού λα)	-	-	-	-	-	4,0%	71,0%	7,0%	13,0%	3,0 %
Λαχανικ ά	-	3,0%	5,0%	67,0%	1,0%	10,0%	12,0%	-	-	-
Ψάρια/ Θαλασσι νά	-	-	-	3,0%	-	3,0%	69,0%	7,0%	17,0%	-
Όσπρια	-	-	-	1,0%	-	4,0%	77,0%	5,0%	10,0%	-
Ζυμαρικ ά	-	-	3,0%	2,0%	1,0%	5,0%	70,0%	8,0%	10,0%	-
Δημητρι ακά	-	-	2,0%	13,0%	-	15,0%	14,0%	-	8,0%	45, 0%
Αλλαντι κά	-	-	-	8,0%	-	4,0%	20,0%	6,0%	42,0%	16, 0%

Φρούτα	-	-	14,0%	67,0%	-	5,0%	8,0%	-	4,0%	-
Γλυκά	-	-	-	13,0%	1,0%	19,0%	43,0%	6,0%	16,0%	1,0 %
Ψωμί	-	-	8,0%	60,0%	-	6,0%	9,0%	-	13,0%	3,0 %
Γάλα	-	-	-	31,0%	-	9,0%	8,0%	4,0%	12,0%	34,0%
Τυρί	-	-	3,0%	65,0%	4,0%	11,0%	15,0%	1,0%	-	-
Γιαούρτι	-	-	-	16,0%	3,0%	23,2%	27,3%	6,1%	15,2%	9,1 %
Ξηροί καρποί	-	-	-	13,0%	1,0%	14,0%	30,0%	8,0%	25,0%	7,0 %
Ελαιόλαδο/ελιές	-	-	-	20,0%	-	5,0%	28,0%	3,0%	33,0%	6,0 %
Αναψυκτικά	-	-	-	3,0%	-	1,0%	9,0%	8,0%	36,0%	42,0%



Γράφημα 1: Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8), που αφορά τα λειτουργικά τρόφιμα, για την κατανάλωση τροφίμων που είναι πλούσια/εμπλουτισμένα με φυτικές ίνες π.χ. β-γλυκάνη παρατηρείται ότι το 46,0% των εθελοντών δεν καταναλώνει ποτέ και μόνο το 1,0% καταναλώνει 2-3 φορές το μήνα. Στα τρόφιμα που είναι Εμπλουτισμένα/Ενισχυμένα με βιταμίνες, μέταλλα παρατηρείται ότι μεγάλο ποσοστό εθελοντών, 80,0% δεν καταναλώνουν ποτέ και το 1,0% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα. Στα τρόφιμα που είναι εμπλουτισμένα με ω-3, ω-6 παρατηρείται ότι το 61,0% δεν καταναλώνουν ποτέ, το 2,0% καταναλώνουν 3-4 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά το ιπποφάες, τη σπιρουλίνα και το βασιλικό πολτό παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος δεν καταναλώνει ποτέ, το 91,0% , το 87,0% και 90,0% αντίστοιχα. Στα προβιοτικά/πρεβιοτικά τρόφιμα παρατηρείται ότι το 70,0% δεν καταναλώνουν ποτέ και μόνο το 5,0% καταναλώνει 1 φορά/ημέρα. Στα τρόφιμα με χαμηλά λιπαρά (light) παρατηρείται ότι το 30,0% καταναλώνει 1 φορά την ημέρα, το 28,3% δεν καταναλώνει ποτέ και το 6,0% καταναλώνουν 3-4 φορές την εβδομάδα. Στα τρόφιμα χωρίς γλουτένη παρατηρείται ότι το 89,0% δεν καταναλώνουν ποτέ και μόνο το 1,0% καταναλώνει είτε 1 φορά την ημέρα είτε 3-4 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά τα gojiberry/cranberry/μούρα παρατηρείται ότι το 42,0% δεν καταναλώνουν ποτέ, το 30,0% καταναλώνουν 1 φορά το μήνα και το 1,0% καταναλώνει 5-6 φορές την εβδομάδα και 2,0% 3-4 φορές την εβδομάδα. Για τον λιναρόσπορο, το 62,0% δεν καταναλώνει ποτέ και το 2,0% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα.

Στο μαύρο και το πράσινο τσάι παρατηρείται ότι το 26,0% δεν καταναλώνει ποτέ, το 24,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα ενώ για το τσάι του βουνού παρατηρείται ότι το 41,0% δεν καταναλώνουν ποτέ, το 23,0% καταναλώνουν 1 φορά το μήνα. Για το χαμομήλι και το φασκόμηλο παρατηρείται ότι το 42,0% και το 54,0% δεν καταναλώνουν ποτέ, αντίστοιχα. Επίσης παρατηρείται ότι το 26,0% και το 19,0% του δείγματος καταναλώνουν χαμομήλι και φασκόμηλο 1 φορά το μήνα και μόνο το 1,0% και για τα δυο καταναλώνει 5-6 φορές την εβδομάδα.

Για το μπρόκολο και τα σταυρανθή λαχανικά παρατηρείται ότι μεγάλο δείγμα, το 60,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα και το 4,0% 2-3 φορές το μήνα. Στα φασόλια παρατηρείται ότι το 63,0% καταναλώνουν 1-2 φορές την εβδομάδα, το 23,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα ενώ για το σπανάκι παρατηρείται ότι το 49,5% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα, το 31,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα. Για το αβοκάντο παρατηρείται ότι ένα μεγάλο δείγμα, το 54,0% δεν καταναλώνει ποτέ, το 20,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα.

Για το ρόδι παρατηρείται ότι το 32,0% του δείγματος καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα και μόνο το 7,0% καταναλώνει 2-3 φορές το μήνα. Όσον αφορά τα αποξηραμένα φρούτα και ιδιαίτερα τα δαμάσκηνα, παρατηρείται ότι το 39,0% δεν καταναλώνει ποτέ, το 31,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα.

Για το κακάο παρατηρείται ότι το 59,0% δεν καταναλώνει ποτέ και μόνο το 5,0% και το 3% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα ή 2-3 φορές το μήνα αντίστοιχα. Όσον αφορά τη μαύρη σοκολάτα, το 30,0% των εθελοντών καταναλώνει 1 φορά/μήνα, το 27,0% δεν καταναλώνει ποτέ και μόνο το 6,0% καταναλώνει 2-3 φορές το μήνα.

Για τη βρώμη παρατηρείται ότι το 39,0% δεν καταναλώνουν ποτέ και μόνο το 4,0% καταναλώνουν 1 φορά την ημέρα. Για τη σόγια και τη κινόα ένα μεγάλο ποσοστό εθελοντών,

το 91,0% και το 82,0% δεν καταναλώνει ποτέ και μόνο το 2,0% και το 1,0% καταναλώνει 2-3 φορές το μήνα αντίστοιχα.

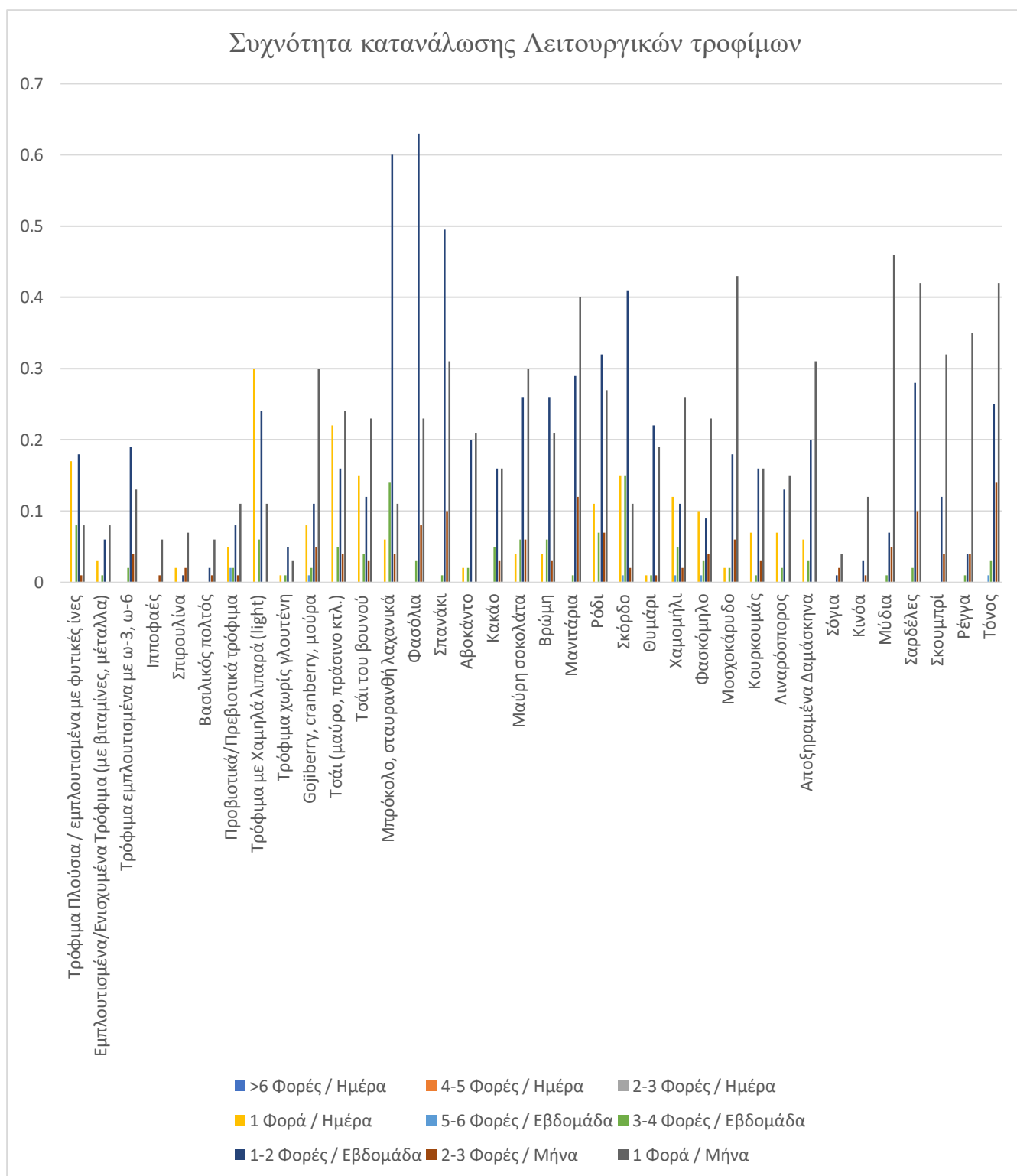
Για το σκόρδο παρατηρείται ότι το 41,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα και το 2,0% καταναλώνει 2-3 φορές το μήνα. Όσον αφορά το θυμάρι, παρατηρείται ότι το 54,0% δεν χρησιμοποιεί και το 22,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά το μοσχοκάρυδο παρατηρείται ότι το 43,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα, το 2,0% καταναλώνει 1 φορά την ημέρα και το 2,0% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα. Για το κουρκουμά παρατηρείται ότι το 1,0% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα και το 56,0% δεν καταναλώνει ποτέ. Για τα μανιτάρια παρατηρείται ότι το 40,0% καταναλώνουν 1 φορά το μήνα και το 29,0% καταναλώνει 1-2 φορές την εβδομάδα.

Για τα μύδια παρατηρείται ότι το 46,0% καταναλώνουν 1 φορά/μήνα, το 40,0% δεν καταναλώνει ποτέ και μόνο το 1,0% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά τις σαρδέλες το 42,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα και το 2,0% καταναλώνει 3-4 φορές την εβδομάδα. Για το σκουμπρί και τη ρέγγα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο δείγμα, το 51,0% και το 55,0% αντίστοιχα δεν καταναλώνουν ποτέ καθώς και το 32,0% και το 35,0% αντίστοιχα καταναλώνουν 1 φορά το μήνα. Τέλος για το τόνο παρατηρείται ότι το 42,0% καταναλώνει 1 φορά το μήνα και το 1,0% καταναλώνει 5-6 φορές την εβδομάδα.

Πίνακας 8: Συχνότητα κατανάλωσης Λειτουργικών Τροφίμων

Συχνότητες /Είδος Λειτουργικού Τροφίμου	>6 Φορές / Ημέρα	4-5 Φορές / Ημέρα	2-3 Φορές / Ημέρα	1 Φορά / Ημέρα	5-6 Φορές / Εβδομάδα	3-4 Φορές / Εβδομάδα	1-2 Φορές / Εβδομάδα	2-3 Φορές / Μήνα	1 Φορά / Μήνα	Ποτέ
	Τρόφιμα Πλούσια / εμπλουτισμένα με φυτικές ίνες				17,0%		8,0%	18,0%	1,0%	8,0%
Εμπλουτισμένα/Ενισχυμένα Τρόφιμα (με βιταμίνες, μέταλλα)				3,0%		1,0%	6,0%		8,0%	80,0%
Τρόφιμα εμπλουτισμένα με ω-3, ω-6						2,0%	19,0%	4,0%	13,0%	61,0%
Ιπποφάες								1,0%	6,0%	91,0%
Σπιρουλίνα				2,0%			1,0%	2,0%	7,0%	87,0%
Βασιλικός πολτός							2,0%	1,0%	6,0%	90,0%
Προβιοτικά/Πρεβιοτικά τρόφιμα				5,0%	2,0%	2,0%	8,0%	1,0%	11,0%	70,0%
Τρόφιμα με Χαμηλά λιπαρά (light)				30,0%		6,0%	24,0%		11,0%	28,3%
Τρόφιμα χωρίς γλουτένη				1,0%		1,0%	5,0%		3,0%	89,0%
Gojiberry, cranberry, μούρα				8,0%	1,0%	2,0%	11,0%	5,0%	30,0%	42,0%
Τσάι (μαύρο, πράσινο κτλ.)				22,0%		5,0%	16,0%	4,0%	24,0%	26,0%

Τσάι του βουνού	15,0%		4,0%	12,0%	3,0%	23,0%	41,0%
Μπρόκολο, σταυρανθή λαχανικά	6,0%		14,0%	60,0%	4,0%	11,0%	3,0%
Φασόλια			3,0%	63,0%	8,0%	23,0%	1,0%
Σπανάκι			1,0%	49,5%	10,0%	31,0%	7,0%
Αβοκάντο	2,0%		2,0%	20,0%		21,0%	54,0%
Κακάο			5,0%	16,0%	3,0%	16,0%	59,0%
Μαύρη σοκολάτα	4,0%		6,0%	26,0%	6,0%	30,0%	27,0%
Βρώμη	4,0%		6,0%	26,0%	3,0%	21,0%	39,0%
Μανιτάρια			1,0%	29,0%	12,0%	40,0%	16,0%
Ρόδι	11,0%		7,0%	32,0%	7,0%	27,0%	13,0%
Σκόρδο	15,0%	1,0%	15,0%	41,0%	2,0%	11,0%	12,0%
Θυμάρι	1,0%		1,0%	22,0%	1,0%	19,0%	54,0%
Χαμομήλι	12,0%	1,0%	5,0%	11,0%	2,0%	26,0%	42,0%
Φασκόμηλο	10,0%	1,0%	3,0%	9,0%	4,0%	23,0%	49,0%
Μοσχοκάρυδο	2,0%		2,0%	18,0%	6,0%	43,0%	28,0%
Κουρκουμάς	7,0%		1,0%	16,0%	3,0%	16,0%	56,0%
Λιναρόσπορος	7,0%		2,0%	13,0%		15,0%	62,0%
Αποξηραμένα Δαμάσκηνα	6,0%		3,0%	20,0%		31,0%	39,0%
Σόγια				1,0%	2,0%	4,0%	91,0%
Κινόα				3,0%	1,0%	12,0%	82,0%
Μύδια			1,0%	7,0%	5,0%	46,0%	40,0%
Σαρδέλες			2,0%	28,0%	10,0%	42,0%	17,0%
Σκουμπρί				12,0%	4,0%	32,0%	51,0%
Ρέγγα			1,0%	4,0%	4,0%	35,0%	55,0%
Τόνος		1,0%	3,0%	25,0%	14,0%	42,0%	13,0%



Γράφημα 2: Συχνότητα κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων

6.4.4 Συγκρίσεις κατανάλωσης ομάδων τροφίμων και Λειτουργικών τροφίμων

Στον Πίνακα 9 παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του επιπέδου αστικότητας και της κατανάλωσης τυριού και ξηρών καρπών. Συγκεκριμένα, οι κάτοικοι ημιαστικών περιοχών

είχαν συχνότερη κατανάλωση συγκριτικά με τους κατοίκους αστικών περιοχών (τυρί: μέση τιμή (τυπική απόκλιση) έναντι μέση τιμή (τυπική απόκλιση), αντίστοιχα, $p=0.039$; ξηροί καρποί: μέση τιμή (τυπική απόκλιση) έναντι μέση τιμή (τυπική απόκλιση), αντίστοιχα, $p=0.036$).

Ψάρια – θαλασσινά, όσπρια, ζυμαρικά, φρούτα παρουσιάζουν θετική διαφορά με τη φυσική δραστηριότητα, (ψάρια-θαλασσινά $p = 0,009$), (όσπρια $p = 0,012$), (ζυμαρικά $p = 0,036$), (φρούτα $p=0,003$), δηλαδή οι περισσότεροι εθελοντές που κατανάλωναν τα τρόφιμα πραγματοποιούσαν μέτρια φυσική δραστηριότητα.

Το τυρί, τα ζυμαρικά, τα δημητριακά, το γιαούρτι παρουσιάζουν θετική διαφορά με την εκπαίδευση, (τυρί $p = 0,003$), (ζυμαρικά $p = 0,008$), (δημητριακά $p = 0,001$), (γιαούρτι $p = 0,001$), δηλαδή οι περισσότεροι εθελοντές που τα κατανάλωναν ανήκαν στην τριτοβάθμια ή δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Τα αλλαντικά δείχνουν θετική διαφορά με το επάγγελμα, ($p = 0,027$), δηλαδή οι περισσότεροι εθελοντές ήταν ιδιωτικοί ή δημόσιοι υπάλληλοι.

Πίνακας 9 : Δημογραφικοί παράγοντες με τρόφιμα Μεσογειακής Διατροφής

Τρόφιμα Μεσογειακής Διατροφής / Δημογραφικοί παράγοντες	Περιοχή κατοικίας		Φυσική δραστηριότητα		Εκπαίδευση		Επάγγελμα	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Τυρί								
Ξηροί καρποί	3,302	0,039			4,209	0,003		
Ψάρια/θαλασσινά	3,377	0,036	3,508	0,009				
Όσπρια								
Ζυμαρικά			3,322	0,012				
Φρούτα			2,639	0,036	3,593	0,008		
Δημητριακά			4,172	0,003				
Γιαούρτι					4,986	0,001		
					5,024	0,001		
Αλλαντικά							2,446	0,027

*Στον πίνακα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ($p < 0,05$, $F > 1$)

Σύμφωνα με τον πίνακα Λειτουργικών Τροφίμων (Πίνακας 10), υπάρχει θετική διαφορά μεταξύ κάποιων τροφίμων με συγκεκριμένους παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, τα τρόφιμα

χωρίς γλουτένη, το σκόρδο και η κινόα παρουσιάζουν θετική διαφορά με την περιοχή διαμονής ($p = 0,004$), ($p = 0,029$), ($p = 0,003$) αντίστοιχα.

Τα Gojiberry / cranberry / μούρα, τσάι του βουνού, βρώμη, μύδια, σαρδέλες, σκουμπρί, τόνος παρουσιάζουν θετική διαφορά με την εκπαίδευση ($p = 0,017$), ($p = 0,004$), ($p = 0,013$), ($p = 0,008$), ($p = 0,020$), ($p = 0,019$), ($p = 0,015$) αντίστοιχα.

Τα προβιοτικά – πρεβιοτικά τρόφιμα παρουσιάζουν θετική διαφορά με το επάγγελμα ($p = 0,015$).

Τα μπρόκολο / σταυρανθή λαχανικά, τόνου, σκόρδο, μοσχοκάρυδο, ρέγγα, τρόφιμα με χαμηλά λιπαρά (light) δείχνουν θετική διαφορά με τη φυσική δραστηριότητα ($p=0,004$), ($p = 0,001$), ($p = 0,001$), ($p = 0,005$), ($p = 0,005$), ($p = 0,007$) αντίστοιχα.

Τέλος, η κατανάλωση τροφών με χαμηλά λιπαρά (ελαφριά), φασόλια, σπανάκι, αβοκάντο παρουσίασε θετική διαφορά με τις κατηγορίες του Med Diet Score ($p = 0,002$), ($p = 0,008$), ($p = 0,003$), ($p = 0,019$) αντίστοιχα.

Πίνακας 10: Δημογραφικοί παράγοντες με Λειτουργικά Τρόφιμα

Λειτουργικά Τρόφιμα/ Δημογραφικοί παράγοντες	Περιοχή κατοικίας		Εκπαίδευση		Επάγγελμα		Φυσική δραστηριότητα		Κατηγορίες MedDiet Score		
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	
Τρόφιμα χωρίς γλουτένη	5,820	0,004									
Σκόρδο	3,621	0,029	2,979	0,021			4,647	0,001			
Κινόα	5,871	0,003									
Gojiberry / cranberry / μούρα			3,091	0,017							
Τσάι του βουνού			3,935	0,004							
Βρώμη			3,267	0,013							
Μύδια			3,593	0,008							
Σαρδέλες			3,003	0,020							
Σκουμπρί			3,022	0,019							
Τόνος			3,161	0,015			-	0,001			
προβιοτικά / πρεβιοτικά τρόφιμα Μπρόκολο					2,718	0,015			4,061	0,004	
Μοσχοκάρυδ ο Ρέγγα								3,878	0,005		
Τρόφιμα με χαμηλά λιπαρά (light) Φασόλια								3,799	0,005		
Τρόφιμα με χαμηλά λιπαρά (light) Φασόλια								-	0,007	6,752	0,002
Σπανάκι										5,058	0,008
Αβοκάντο										6,000	0,003
										4,100	0,019

*Στον πίνακα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ($p < 0,05$, $F > 1$)

6.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με έρευνα της μελέτης του Migliorini, σε γενικό πληθυσμό συμμετείχαν 14.446 ασθενείς, με δείκτη μάζα σώματος (ΔΜΣ) 25,4 υπέρβαροι. Ο μέσος όρος οστικής πυκνότητας ήταν 0,82, η οστική πυκνότητα για το ισχίο ήταν 0,79 και για το μηριαίο οστό ήταν 0,64 [Migliorini F. et al 2021]. Στην παρούσα μελέτη, η αντίστοιχη συσχέτιση αφορούσε εθελοντές εκ των οποίων οι 46 ήταν άντρες και οι 193 γυναίκες και στο σύνολο ήταν 239 εθελοντές και το μεγαλύτερο ποσοστό των γυναικών (95%) είχαν φυσιολογικό ΔΜΣ (18,5-24,99 kg/m²) και λιγότερο από τους μισούς εθελοντές ήταν υπέρβαροι (25-29,99 kg/m²). Επίσης, στο σύνολο των εθελοντών, λίγο παραπάνω από τους μισούς (74 άτομα), εκ των οποίων 5 άντρες και 69 γυναίκες, εμφάνιζαν χαμηλή οστική πυκνότητα ή οστεοπενία (t-score <-1 και >-2,5 SD).

Στη παρούσα μελέτη, αναφορικά με τις τιμές των εξετάσεων των εθελοντών για τους βιοδείκτες (βιταμίνη D, C, Ca, Mg, παραθορμόνη, ολική χοληστερόλη, LDL, HDL χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, τιμές γλυκόζης και HbA1c γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη) δεν βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές συσχετίσεις σε σύγκριση με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και τη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων (p>0.05).

Σε μια έρευνα στην Ελλάδα, οι Katsiardanis et al., (2013) μελέτησαν μεταξύ άλλων τα επίπεδα συμμόρφωσης με την μεσογειακή διατροφή σε ένα δείγμα 557 ηλικιωμένων (> 65 ετών), σε μια αγροτική περιοχή της Ελλάδας, χρησιμοποιώντας τον δείκτη MedDietScore. Η προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή ήταν μέτρια (μέση τιμή MedDietScore 34,1 (3,25) στους άνδρες και 35,1 (2,48) στις γυναίκες). Παρομοίως οι Chrysohoou et al., (2011), μελετώντας ένα δείγμα 537 ηλικιωμένων με την χρήση του MedDietScore (μελέτη IKARIA) βρήκαν ότι τα επίπεδα συμμόρφωσης ήταν μέτρια προς καλά για το 64% του δείγματος, ενώ η πλειονότητα των συμμετεχόντων (δηλαδή το 80%) ανέφερε ότι έχουν τις ίδιες διατροφικές συνήθειες τουλάχιστον κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Πιο πρόσφατα οι Benetou et al., (2018) στην έρευνα CHANCES μελέτησαν τα επίπεδα συμμόρφωσης στην μεσογειακή διατροφή, σε ένα δείγμα 140.775 ενηλίκων άνω των 60 ετών από την Ελλάδα, την Σουηδία και τις ΗΠΑ, και βρήκαν ότι το 40% έδειξε μέτρια επίπεδα συμμόρφωσης και το 32% μικρά επίπεδα συμμόρφωσης. Σε ένα δείγμα 116 Ελλήνων μέσης ηλικίας 40 ετών από την Αθήνα, οι Mitsou et al., (2017) βρήκαν ότι το 40% του δείγματος έδειξαν υψηλά επίπεδα συμμόρφωσης στην μεσογειακή διατροφή, το 31% έδειξαν χαμηλά επίπεδα συμμόρφωσης και το 29% μέτρια επίπεδα συμμόρφωσης [Katsiardanis et al 2013, Chrysohoou et al. 2011, Benetou et al. 2018, Mitsou et al. 2017].

Στη παρούσα μελέτη, το MedDietScore, έδειξε ότι το 42,5% των εθελοντών είχαν μέτρια προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή, 12,1% είχαν χαμηλή προσκόλληση, 7,5% υψηλή προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή.

Σύμφωνα με τους Widmer R.J., et al. 2014 και Jennings A. et al. 2018, τα αποτελέσματα των λειτουργικών τροφίμων φαίνεται να εμφανίζονται όταν καταναλώνονται στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης διατροφής, όπως η μεσογειακή. Οι μελέτες αυτές εξετάζουν τη σχέση μεταξύ της Μεσογειακής Διατροφής και της υγείας των οστών [οστική πυκνότητα (BMD) και συχνότητα καταγμάτων] και τα διαθέσιμα δεδομένα είναι αντικρουόμενα. Μια ανασκόπηση πληθυσμιακών μελετών, οι οποίες επικεντρώθηκαν στο κάταγμα ως αποτέλεσμα, πρότεινε ότι ένας από τους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου για την υγεία των οστών είναι η συμμόρφωση σε μια Μεσογειακή Διατροφή. Αυτό το συμπέρασμα βασίστηκε σε εκ των υστέρων ανάλυση διαχρονικών δεδομένων από 93.676 γυναίκες ηλικίας 50-79 ετών στην έναρξη της μελέτης για την Πρωτοβουλία Υγείας των Γυναικών, η οποία ανέφερε ότι η υψηλότερη συμμόρφωση σε μια Μεσογειακή Διατροφή συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο

καταγμάτων ισχίου [Widmer RJ et al 2014, Jennings A. et al 2018]. Στη παρούσα μελέτη, η αντίστοιχη συσχέτιση όσον αφορά την Μεσογειακή Διατροφή, ένα ποσοστό εθελοντών ελαφρώς μεγαλύτερο από το μισό έδειξε μέτρια προσκόλληση, ενώ ένα ποσοστό εθελοντών πολύ κάτω από το μισό έδειξε χαμηλή προσκόλληση στη Μεσογειακή διατροφή.

Στη παρούσα μελέτη, σύμφωνα με τις συχνότητες κατανάλωσης ομάδων τροφίμων και λειτουργικών τροφίμων που έχουν συσχετιστεί με τον οστικό μεταβολισμό, παρατηρήθηκε ότι διαδραματίζουν σημαντική θετική διαφορά με δημογραφικούς παράγοντες όπως η περιοχή κατοικίας, η εκπαίδευση, το επάγγελμα και η φυσική δραστηριότητα.

Σύμφωνα με τις συσχετίσεις κατανάλωσης ομάδων τροφίμων και λειτουργικών τροφίμων που έχουν συσχετιστεί με τον οστικό μεταβολισμό, παρατηρήθηκε ότι διαδραματίζουν σημαντική θετική διαφορά με δημογραφικούς παράγοντες όπως η περιοχή κατοικίας, η εκπαίδευση, το επάγγελμα και η φυσική δραστηριότητα.

Σύμφωνα με μελέτη αναφορικά με την αντιοξειδωτική και φαινολική περιεκτικότητα επιλεγμένων μεσογειακών λειτουργικών τροφίμων, η συσχέτιση της κατανάλωσής τους με τον δείκτη μάζας σώματος και την αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών σε δείγμα υγιών Ελλήνων ενηλίκων, Kandyliari A. et al. 2021, παρατηρήθηκε ότι το τσάι του βουνού και τα αμύγδαλα είχαν τις υψηλότερες τιμές για τις ολικές φαινολικές ουσίες. Το τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερες τιμές συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας. Άλλες μελέτες για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε αντιοξειδωτικές και ολικές φαινολικές ουσίες των προαναφερθέντων τροφίμων, ωστόσο, παρουσίασαν ένα ευρύ φάσμα τιμών. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διαφορές στη μέθοδο εκχύλισης κατά την προετοιμασία του δείγματος, σε διαφορές στην ποικιλία του δείγματος που αναλύθηκε, καθώς και σε διαφορές στις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες και συνεπώς στην προέλευση των δειγμάτων [Kandyliari A. et al. 2021, Pljevljakušić, D. et al. 2011, Skenderidis, P.]. Πρόσφατες μελέτες του Ulewicz-Magulska, B. et al. 2018 και του Shori, A.B. 2020, υποδεικνύουν ότι τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά πάνω από 0,87 mmol Fe²⁺/g ξηρού δείγματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό του γιαουρτιού και μπορούν να αυξήσουν τη συγκέντρωση των συνολικών αντιοξειδωτικών ενώσεων του τελικού προϊόντος [Ulewicz-Magulska, B. et al. 2018, Shori, A.B. 2020]. Σύμφωνα με μελέτη του Chen I-J, οι συμμετέχοντες που κατανάλωναν συχνά κράνμπερι, ρόδια, γκρέιπφρουτ, κόκκινες πιπεριές ή τσάι του βουνού, παρατηρήθηκε ότι είχαν χαμηλότερες τιμές ΔΜΣ. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι τα λειτουργικά τρόφιμα μπορεί να έχουν πιθανή επίδραση στους ανθρωπομετρικούς δείκτες και συνεπώς στην ανθρώπινη υγεία και ότι τα αντιοξειδωτικά μπορεί να συμβάλλουν στη διαχείριση της παχυσαρκίας [Chen I-J et al. 2016].

Η πολυπαραγοντική συνεργιστική επίδραση της πληθώρας των βιοδραστικών ενώσεων από φυσικές λειτουργικές τροφές της μεσογειακής διατροφής (όπως δημητριακά, φρούτα, λαχανικά, άγρια χόρτα, βότανα, ελαιόλαδο, ψάρια κ.λπ.), μπορεί να αποτελεί αιτία της πιθανής επίδρασης αυτής της διατροφής στη μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων και κίνδυνου καρκίνου [Koutelidakis et al. 2017]. Η κατανάλωση τέτοιων τροφίμων, πλούσιων σε βιοδραστικές ενώσεις, όπως τρόφιμα πλούσια σε φυτικές ίνες, προβιοτικά/πρεβιοτικά, τροφές εμπλουτισμένες με φυτοστερόλες και τροφές πλούσιες σε πολυφαινόλες και άλλες φυτοχημικές ουσίες, ως μέρος μιας δίαιτας όπως η μεσογειακή διατροφή, μπορεί να συμβάλλουν στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών, προαγωγή της υγείας και διατήρηση ελέγχου βάρους [Koutelidakis A., Dimou C., 2016].

Σύμφωνα με μελέτη του Borgeraas H., et al. 2018, παρατηρήθηκε υψηλή κατανάλωση προβιοτικά/πρεβιοτικά (43,9% των συμμετεχόντων κατανάλωναν 2 φορές την εβδομάδα)

μεταξύ Ελλήνων συμμετεχόντων και η αρνητική συσχέτισή του με τη μάζα λίπους, την αναλογία μέσης-ισχίου και θετική συσχέτιση με το νερό του σώματος. Σε μια πρόσφατη μετανάλυση 15 μελετών παρέμβασης με 957 άτομα, η χορήγηση προβιοτικών είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση του σωματικού βάρους, του ΔΜΣ και του ποσοστού λίπους, σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο [Borgeraas et al., 2018].

Η μελέτη είχε κάποιους περιορισμούς. Πρώτον, είχε περιορισμένο δείγμα εθελοντών παρόλο που οι συμμετέχοντες ήταν εξίσου από τη Λήμνο και την Αθήνα. Δεύτερον, πολλοί εθελοντές δεν δεχόντουσαν να συμμετάσχουν στην μελέτη και να δώσουν τα προσωπικά τους δεδομένα σχετικά με τις εξετάσεις τους. Τρίτον, θα ήταν επιθυμητές περαιτέρω επιδημιολογικές μελέτες με εθελοντές από άλλες περιοχές της χώρας, αστικές, αγροτικές και νησιωτικές, ούτως ώστε να εξαχθούν πιο αντιπροσωπευτικά συμπεράσματα για τον ελληνικό πληθυσμό. Επίσης για κάποια τρόφιμα, όπως gojiberry / cranberry / μούρα, ιπποφάες, σπιρουλίνα, βασιλικό πολτό παρατηρήθηκε ότι οι συχνότητες κατανάλωσης ήταν πολύ μικρές από τους εθελοντές.

7 Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή διερεύνησης της αλληλεπίδρασης βιοδραστικών ενώσεων (βιταμίνη C, D3, Ca, Mg) και καινοτόμου τροφίμου πλούσιου σε πολυφαινόλες σε δείκτες οστικού μεταβολισμού

7.1 Εισαγωγή – Σκοπός

Τα βιοδραστικά συστατικά είναι υπεύθυνα για τις λειτουργικές ιδιότητες ορισμένων τροφίμων, καθώς ρυθμίζουν πολλαπλές μεταβολικές διεργασίες σε συγκεκριμένους ιστούς εντός του οργανισμού [Abuajah et al 2015, Soumya N.P.P. et al. 2021]. Οι βιοδραστικές ενώσεις, κυρίως οι βιταμίνες και τα μέταλλα παρέχουν την ενέργεια και τα υλικά που χρειάζεται ο άνθρωπος για να αναπτύξει και να διατηρήσει υγιή οστά [Koutelidakis et al. 2019]. Τα τελευταία χρόνια μελετάται επίσης ο ρόλος των πολυφαινολών σε δείκτες οστικού μεταβολισμού [Koutelidakis et al. 2019]. Παρά ταύτα, δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για τον τρόπο αλληλεπίδρασης των διαφόρων βιταμινών και μετάλλων στην έκβαση της οστεοπόρωσης, καθώς και για τον ακριβή ρόλο των πολυφαινολών, γεγονός που αποτέλεσε την αφορμή για τη διεξαγωγή αυτής της μελέτης.

Σκοπός της προοπτικής αυτής μελέτης ήταν η αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης χορήγησης συμπληρωμάτων βιταμινών C, D3, Ca, Mg στην οστική πυκνότητα και σε βιοχημικούς δείκτες μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών με κίνδυνο οστεοπόρωσης και το πως τα συστατικά αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους επηρεάζοντας τους οστικούς βιοδείκτες, ειδικότερα ποιος είναι ο ρόλος του ασκορβικού οξέος σε ένα σύνηθες ιατρικό σχήμα συμπληρωμάτων σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Παράλληλα, στόχος της μελέτης ήταν να διερευνηθεί ο ρόλος ενός καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού, πλούσιου σε πολυφαινόλες, το οποίο παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, κεφάλαιο 5, σε δείκτες οστικού μεταβολισμού.

7.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

7.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά προοπτικής μελέτης

Η προοπτική μελέτη ακολούθησε τους κανόνες βιοηθικής και εγκρίθηκε το πρωτόκολλο της από την Επιτροπή Ηθικής Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου (αρ. 7505, 20 Οκτωβρίου 2019) και οι εθελοντές ενημερώθηκαν για τον σκοπό της μελέτης και τον εθελοντικό χαρακτήρα συμμετοχής. Η μελέτη διεξήχθη σύμφωνα με τα πρότυπα δεοντολογίας που ορίζονται στη Διακήρυξη του Ελσίνκι και ακολούθησε τις Αρχές της Ορθής Κλινικής Πρακτικής.

7.2.2 Εθελοντές

Οι εθελοντές κλήθηκαν να υπογράψουν έντυπο συγκατάθεσης στη μελέτη, στο οποίο συναινούσαν ότι τα δεδομένα και τα στοιχεία που θα δώσουν θα παραμείνουν αυστηρώς εμπιστευτικά για την έρευνα. Επίσης, συμπλήρωσαν ένα πρόσφατο ιατρικό ιστορικό (φαρμακευτική αγωγή, λήψη συμπληρωμάτων διατροφής) και ένα ιστορικό γενικών διατροφικών συνηθειών για την συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων που σχετίζονται με τον οστικό μεταβολισμό [Katsiardanis et al 2013].

Τα κριτήρια αποκλεισμού της μελέτης ήταν η ηλικία > 75 και <45 ετών σε γυναίκες με εμμηνόπαυση καθώς και η παρουσία χρόνιων νοσημάτων όπως καρκίνος, σακχαρώδης διαβήτης, στεφανιαία νόσο και αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Τα κριτήρια εισόδου μετά από χρήση ειδικού προγράμματος επιλογής δείγματος, κατάλληλου αριθμού, 115 εθελοντριών μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών ηλικίας άνω των 45 ετών, με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης είναι: Χαμηλή οστική μάζα, με βαθμολογία T-score μεταξύ -1,0 και -2,5, οστεοπενία, στον αυχένα μηριαίου οστού, στο δεξί και αριστερό ισχίο ή στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης από το DXA ή T-score ≥ -1 φυσιολογικό και τυχαιοποιήθηκαν στην Αθήνα και στη Λήμνο έπειτα από συνεργασία και επικοινωνία με ιατρούς ορθοπεδικούς. Ο αριθμός των ατόμων προέκυψε έπειτα από συνέντευξη σε 130 εθελοντές και οι 115 εθελόντριες πληρούσαν τα κριτήρια για να εισαχθούν στη μελέτη. [Cosman et al. 2014].

7.2.3 Σχεδιασμός της μελέτης

Μια προοπτική διατροφική παρέμβαση 4 αξόνων ξεκίνησε τον Οκτώβριο 2019 και διήρκησε 1 χρόνο. Στην προοπτική αυτή μελέτη παρέμβασης, οι εθελόντριες τυχαιοποιήθηκαν σε 4 ομάδες και λάμβαναν καθημερινά για ένα χρόνο, τρεις φορές την εβδομάδα:

- Ομάδα Α. Συμπληρώματα βιταμίνης C (1000mg), D3 (Deltius 25000 IU) (500mg), Ca (bodycalcin) (500mg) και Mg (MAG-2,ORBIMAG) (300mg) (40 άτομα).
- Ομάδα Β. Συμπληρώματα D3 (Deltius 25000 IU), Ca (bodycalcin) και Mg (MAG-2,ORBIMAG) (42 άτομα).
- Ομάδα Γ. διφωσφονικά (aprovel,actonel,binosto) (150mg), βιταμίνη D3 (Deltius 25000 IU), Ca (bodycalcin), Mg (MAG-2,ORBIMAG) (18 άτομα) και
- Ομάδα Δ. Ομάδα τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού, ποσότητα 10 γρ (2 κ.γ.) την ημέρα, που περιείχαν 5 - 10 mg πολυφαινόλες, καθώς και συμπληρώματα βιταμίνης D3, Ca, Mg. [Steinemann N. et al. 2017]. Το τρόφιμο χορηγήθηκε στους εθελοντές τον Οκτώβριο του 2021 και η χορήγησή του διήρκησε 5 μήνες. Η ομάδα του τροφίμου (15 άτομα) έλαβε 3 φορές/εβδομάδα, από ένα κουταλάκι του γλυκού, ένα καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς Καλαμών με τσάι του βουνού πλούσιο σε πολυφαινόλες και συμπληρώματα βιταμίνης D3, Ca, Mg.

Αναφορικά με το καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς Καλαμών με τσάι του βουνού δημιουργήθηκε για πρακτικούς λόγους σε διάστημα 5 μηνών. Δεν μπορούσε να υπάρξει παραγωγή του τροφίμου για μεγαλύτερο διάστημα.

Επίσης, πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στο χώρο των εθελοντών στην Αθήνα ή στην Μονάδα Διατροφής για τους εθελοντές της Λήμνου, αξιολογήθηκαν βιοδείκτες (βιταμίνη D, C, Ca, Mg) στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης, από διαφορετικά διαγνωστικά κέντρα υπό σύσταση των ορθοπεδικών ιατρών, συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο δημογραφικών χαρακτηριστικών (φύλο, ηλικία, επάγγελμα, εκπαίδευση, περιοχή κατοικίας), γενικό και διατροφικό ιστορικό (κλινική κατάσταση, οι γυναίκες ερωτήθηκαν εάν βρίσκονται στην εμμηνόπαυση, φυσική δραστηριότητα, κάπνισμα, κατανάλωση νερού, κατανάλωση καφέ, συχνότητα κατανάλωσης γευμάτων, συμπληρώματα διατροφής, φαρμακευτική αγωγή, κριτήρια οστεοπόρωσης). Επιπλέον, αξιολογήθηκε η θρεπτική πρόσληψη για την προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή, μέσω υπολογισμού του Med-Diet-Score [Panagiotakos DB et al, 2006, Katsiardanis et al 2013].

7.2.4. Βιοδείκτες και ΔΜΣ ενδεικτικές τιμές παραμέτρων ερωτηματολογίου

Οι βιοδείκτες που αξιολογήθηκαν φαίνονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Ενδεικτικές τιμές των παραμέτρων του ερωτηματολογίου

Βιοδείκτες		Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ)
Vitamin D	18-65 pg/ml	18.5-24.99 φυσιολογικό
Ca	8.7- 10.4	25.0-29.99 υπέρβαρο
Mg	mg/dl	>30
Parathormone (PTH)	1.4- 2.7	παχυσαρκία
Total cholesterol	mEq/L	
LDL cholesterol	10-88 pg/ml	
HDL cholesterol	<200 mg/dl	
Glycose	<130 mg/dl	
HbA1C glycosylated hemoglobin	>45 mg/dl	
Triglycerides	74- 106 mg/dl	
	4.8- 5.9 %	
	<150 mg/dl	

Η οστική πυκνότητα αξιολογήθηκε με Απορρόφηση ακτίνων Χ Διπλής Ενέργειας (DEXA), ενώ μέτρηση της παραθυρεοειδούς ορμόνης (PTH), των επιπέδων Ca και Mg ορού καθώς και του προφίλ λιπιδίων στην αρχή της μελέτης και μετά από ένα χρόνο [Cosman F. et al. 2014, Elders PJM et al 2017, Gui J.-C. et al 2012].

Ο βαθμός υιοθέτησης υγιεινής διατροφής είναι ένα μέτρο της ποιότητας διατροφής. Για τον υπολογισμό του βαθμού υιοθέτησης της υγιεινής διατροφής (Healthy Eating Index Score), χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα DietAnalysisPlus. Γίνεται αξιολόγηση της κατανάλωσης των ομάδων τροφίμων: λίπη-έλαια-γλυκά, γάλα-γιαούρτι-τυρί, λαχανικά, κόκκινο κρέας-πουλερικά-ψάρι, φρούτα, ψωμί-δημητριακά-ρύζι-ζυμαρικά. Οι ενδεικτικές τιμές του HEIS, είναι >80 που υποδηλώνει καλή διατροφή, 50-80, η διατροφή χρειάζεται βελτίωση και <49, φτωχή διατροφή.

7.3 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBM-SPSS Statistics2021. Συγκεκριμένα, τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος (δημογραφικά και γενικά χαρακτηριστικά), ως προς τους δημογραφικούς παράγοντες (φύλο, ηλικία, φυσική δραστηριότητα) παρουσιάζονται τη μέθοδο συχνοτήτων (Frequencies) % και με τη μέθοδο Mean (SD) (μέση τιμή (τυπική απόκλιση)). Με περιγραφική στατιστική, με τη μέθοδο Descriptive επιλέχθηκε στο options, στην επιλογή Distribution, ο έλεγχος ομοσκεδαστικότητας (skewness) για τις τιμές scale (συνεχείς ποσοτικές μεταβλητές - βιοδείκτες). Επίσης, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι υποθέσεων «paired sample t-test», για εξαρτημένα (ομάδα Δ – ομάδα τροφίμου) και ανεξάρτητα (ομάδες Α, Β, Γ) δείγματα one sided p [μονόπλευρος έλεγχος – θετική κατεύθυνση, δεξιά ως προς την μέση τιμή (Mean) και την τυπική απόκλιση (SD)] ώστε να εξεταστεί ένα διαφέρουν ως προς τις συνεχείς ποσοτικές μεταβλητές – scale (βιοδείκτες). Επιπρόσθετα, έγιναν έλεγχοι ανάλυσης διακύμανσης «ANOVA», (one way ANOVA), με post hoc ανάλυση/ multiple variances comparisons με επιλογή στο post hoc, equal variances assumed (ανάλυση ισοδύναμων διακυμάνσεων), για Bonferroni και Tukey για τα ανεξάρτητα δείγματα (ομάδες Α, Β, Γ) σε σύγκριση με συνεχείς ποσοτικές μεταβλητές – scale (βιοδείκτες). Για τον έλεγχο κανονικότητας επιλέχθηκε η ανάλυση 1 sample K-S, Kolmogorov Smirnov και στο Graphs, επιλέχθηκε το histogram (ιστόγραμμα), που δείχνει την κανονική κατανομή. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

7.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.4.1 Γενικά δημογραφικά χαρακτηριστικά εθελοντών

Στη μελέτη συμμετείχαν 115 άτομα. Αξιολογήθηκε η ηλικία και η φυσική δραστηριότητα των εθελοντριών, όπως εμφανίζεται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12: Μέση Ηλικία και Φυσική δραστηριότητα εθελοντριών

Φύλο %	Ηλικία			Φυσική Δραστηριότητα		
	45-55	56-66	67-75	καθόλου <4 φορές/μήνα	μέτρια 1-2 φορές/εβδομάδα	πολύ 3-5 φορές/εβδομάδα
Γυναίκες	36 / 31,3%	49 / 42,6%	30 / 26,08%	1 / 0 %	82 / 71,3 %	32 / 27,8 %
Σύνολο	115			115		

Από το σύνολο των εθελοντριών, 36 εμμηνόπαυσιαικές γυναίκες ήταν ηλικίας 45-55, 49 εμμηνόπαυσιαικές γυναίκες ηλικίας 56-66 και 30 εμμηνόπαυσιαικές γυναίκες ηλικίας 67-75. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι 1 εθελόντρια πραγματοποιούσε φυσική δραστηριότητα < 4 φορές/μήνα, 82 εθελόντριες πραγματοποιούσαν 1-2 φορές την εβδομάδα φυσική δραστηριότητα και 32 εθελόντριες πραγματοποιούσαν 3-5 φορές την εβδομάδα φυσική δραστηριότητα (Πίνακας 12).

7.4.2. Βιοδείκτες ανά ομάδα εθελοντών στην αρχή της μελέτης και μετά από ένα χρόνο

Στους πίνακες 13Α, 13Β και 13Γ παρουσιάζονται οι βιοδείκτες ανά ομάδα παρέμβασης στην αρχή και στο τέλος της μελέτης.

Πίνακας 13Α: Βιοδείκτες με ομάδες παρέμβασης για την ομάδα Α

	ΟΜΑΔΑ Α			
	Επίπεδο αναφοράς t0		t1 (1 χρόνο μετά την παρέμβαση)	
	Μέση τιμή Ομάδα Α	Τυπική απόκλιση Ομάδα Α	Μέση τιμή Ομάδα Α	Τυπική απόκλιση Ομάδα Α
βιταμίνη D	27,42	12,12	26,48	7,96
βιταμίνη C	61	19,78	60	18,8
ασβέστιο (Ca)	9,37	0,42	9,63	0,29
μαγνήσιο (Mg)	2,07	0,17	2	0
παραθορμόνη (PTH)*	62,63	27	76,44	36,45
ολική χοληστερόλη	210,82	30,17	207	29,32
τριγλυκερίδια	105,54	52,71	106	9,89
κακή χοληστερόλη (LDL)	125,5	28,12	125,71	39,51
καλή χοληστερόλη (HDL)*	56,57	10,46	91,43	69,69
γλυκόζη	91,82	8,93	93,33	4,62
γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c	5,64	0,39	5,77	0,42

*ομάδα Α: Vit D3, Vit C, Ca, Mg

*Με αστεράκι επισημαίνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανά βιοδείκτη ανάμεσα στην αρχή και στο τέλος της μελέτης.

Πίνακας 13Β Βιοδείκτες με ομάδες παρέμβασης για την ομάδα Β

	ΟΜΑΔΑ Β			
	Επίπεδο αναφοράς t0		t1 (1 χρόνο παρέμβασης)	
	Μέση τιμή Ομάδα Β	Τυπική απόκλιση Ομάδα Β	Μέση τιμή Ομάδα Β	Τυπική απόκλιση Ομάδα Β
βιταμίνη D	23,15	8,37	24,01	8,68
ασβέστιο (Ca)	9,5	0,38	9,49	0,37
μαγνήσιο (Mg)	2,1	0,25	2,09	0,27
παραθορμόνη (PTH)	58,95	23,96	56,71	23,85
ολική χοληστερόλη	200,1	33,14	197,85	36,96
τριγλυκερίδια*	115,37	63,89	135	73,25
κακή χοληστερόλη (LDL)	111,27	22,12	107,93	24,32
καλή χοληστερόλη (HDL)	62,01	13,12	61,81	15,16
γλυκόζη	96,15	15,27	99,56	17,68
γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c	5,74	0,53	5,72	0,55

*ομάδα Β : Vit D3, Ca, Mg

*Με αστεράκι επισημαίνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανά βιοδείκτη ανάμεσα στην αρχή και στο τέλος της μελέτης.

Πίνακας 13Γ Βιοδείκτες με ομάδες παρέμβασης για την ομάδα Γ

	ΟΜΑΔΑ Γ			
	Επίπεδο αναφοράς t0		t1 (1 χρόνο μετά την παρέμβαση)	
	Μέση τιμή Ομάδα Γ	Τυπική απόκλιση Ομάδα Γ	Μέση τιμή Ομάδα Γ	Τυπική απόκλιση Ομάδα Γ
βιταμίνη D	28,21	8,84	28,62	7,78
ασβέστιο (Ca)	9,34	0,36	9,54	0,36
μαγνήσιο (Mg)	1,98	0,01	2	0,01
παραθορμόνη (PTH)*	69,01	17,82	52,21	17,87
ολική χοληστερόλη	192,89	29,46	197,17	13,72
τριγλυκερίδια*	198,29	10,24	160,8	93,28
κακή χοληστερόλη (LDL)	107,14	25,12	110,8	16,04
καλή χοληστερόλη (HDL)	56,29	13,48	58,6	10,33
γλυκόζη	108	16,97	109,5	14,85
γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c	5,71	0,67	5,76	0,8

*ομάδα Γ : Vit D3, Ca, Mg, διφωσφονικά φάρμακα

*Με αστεράκι επισημαίνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανά βιοδείκτη ανάμεσα στην αρχή και στο τέλος της μελέτης.

Αναφορικά με τους βιοδείκτες ανά ομάδα παρέμβασης, όπως φαίνονται στους πίνακες 13Α, 13Β, 13Γ για $t = 0$ οι βιταμίνες D, βιταμίνη C, Ca, Mg και η παραθορμόνη (PTH) βρίσκονται σε φυσιολογικά όρια σε όλες τις ομάδες παρέμβασης.

Η PTH στις ομάδες Α και Γ, εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) και συγκεκριμένα στην ομάδα Α αυξήθηκε ($p = 0,023$) ενώ στην ομάδα Γ μειώθηκε μετά από ένα χρόνο.

Τα επίπεδα ολικής χοληστερόλης είναι ελαφρώς υψηλότερα από τα φυσιολογικά σε όλες τις ομάδες (210.82 (30.17), 200.10 (33.14), 192.89 (29.46) αντίστοιχα ξεχωριστά για την κάθε ομάδα).

Επίσης οι τιμές των τριγλυκεριδίων στις ομάδες Α και Β είναι φυσιολογικές ενώ στην ομάδα Γ αποκλείουν από τις φυσιολογικές τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης.

Οι τιμές της LDL και της HDL χοληστερόλης είναι φυσιολογικές σε όλες τις ομάδες παρέμβασης. Η HDL χοληστερόλη παρουσίασε ελαφρώς στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,047$) στην ομάδα Α και συγκεκριμένα αυξήθηκε μετά από ένα χρόνο, κάτι που δεν παρατηρήθηκε στις άλλες ομάδες.

Η τιμή των τριγλυκεριδίων στις ομάδες Β και Γ παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά και συγκεκριμένα στην ομάδα Β ($p = 0,034$) αυξήθηκαν και στην ομάδα Γ μειώθηκαν μετά από ένα χρόνο.

Όσον αφορά τη γλυκόζη, οι τιμές για τις ομάδες Α και Β είναι φυσιολογικές και για την ομάδα Γ εξαιρούνται από τις κανονικές. Οι τιμές της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης HbA1c είναι φυσιολογικές για όλες τις ομάδες.

Σε όλες τις ομάδες παρέμβασης παρατηρήθηκε ότι για $t = 1$ έτος οι βιταμίνες D, βιταμίνη C, Ca, Mg, παραθορμόνη (PTH) βρίσκονται σε φυσιολογικά όρια.

Τα επίπεδα ολικής χοληστερόλης σε όλες τις ομάδες (207.33 (29.32), 197.85 (36.96), 197.17 (13.72) αντίστοιχα για την κάθε ομάδα ξεχωριστά) αποκλίνουν από το όριο των φυσιολογικών τιμών. Επίσης οι τιμές των τριγλυκεριδίων στην ομάδα A είναι φυσιολογικές ενώ στις ομάδες B και Γ αποκλείουν από τις φυσιολογικές.

Οι τιμές της LDL για τις ομάδες A και B εξαιρούνται από το φυσιολογικό ενώ για την ομάδα Γ είναι φυσιολογικές. Οι τιμές HDL είναι φυσιολογικές για όλες τις ομάδες παρέμβασης.

Όσον αφορά τη γλυκόζη, οι τιμές για την ομάδα A είναι στο φυσιολογικό και για τις ομάδες B και Γ εξαιρούνται από τις κανονικές. Οι τιμές της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης HbA1c είναι φυσιολογικές για όλες τις ομάδες.

Πίνακας 14: Διαφορές ανάμεσα στην αρχή και στο τέλος της μελέτης στους εξεταζόμενους βιοδείκτες

	ΔΤ ΟΜΑΔΩΝ					
	Μέση τιμή Ομάδα A	Τυπική απόκλιση Ομάδα A	Μέση τιμή Ομάδα B	Τυπική απόκλιση Ομάδα B	Μέση τιμή Ομάδα Γ	Τυπική απόκλιση Ομάδα Γ
βιταμίνη D*	-0,94	4,16	0,856	0,31	0,41	0,7
βιταμίνη C	-1	0,98				
ασβέστιο (Ca)	0,26	0,22	-0,01	0,01	0,2	0
μαγνήσιο (Mg)	-0,07	0,17	0,01	0,02	0,02	0
παραθορμόνη (PTH)*	26,18	9,45	-2,24	0,11	-16,8	38,69
ολική χοληστερόλη	-3,49	0,85	-2,25	3,82	4,28	15,74
τριγλυκερίδια*	0,46	42,82	19,63	9,36	37,49	6,96
κακή χοληστερόλη (LDL)*	0,16	11,39	-3,34	2,2	3,66	9,08
καλή χοληστερόλη (HDL)*	34,86	59,23	0,19	2,04	2,31	3,15
γλυκόζη	1,51	4,31	3,41	2,41	1,5	2,12
γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c	0,13	0,03	-0,02	0,02	0,05	0,13

*υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιοδείκτες ανά ομάδα

*Με αστεράκι επισημαίνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανά βιοδείκτη ανάμεσα στην αρχή και στο τέλος της μελέτης.

Αναφορικά με τις διαφορές των ομάδων παρέμβασης και τους βιοδείκτες, όπως φαίνεται στον πίνακα 14 παρατηρήθηκε ότι η βιταμίνη D παρουσίασε μείωση, στατιστικά σημαντική κατά 0,94 μονάδες στην ομάδα A σε σύγκριση με τις ομάδες B και Γ που εμφάνισαν αύξηση, στατιστικά σημαντική κατά 0,85 και 0,41 μονάδες, αντίστοιχα.

Όσον αφορά το ασβέστιο Ca παρατηρήθηκε ελαφρώς μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση στην ομάδα B κατά 0,01 μονάδες σε σύγκριση με τις ομάδες A (0,26) και B (0,2).

Για το μαγνήσιο Mg παρατηρήθηκε μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση στην ομάδα A κατά 0,07 μονάδες σε σύγκριση με την ομάδα B (0,01) και την ομάδα Γ (0,02).

Στην παραθορμόνη (PTH) παρατηρήθηκε μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε όλες τις ομάδες, με την ομάδα B να εμφανίζει ελαφρώς μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση κατά 2,24 μονάδες.

Η ολική χοληστερόλη παρουσίασε αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση κατά 4,28 μονάδες στην ομάδα Γ σε σύγκριση με τις ομάδες Α και Β που εμφάνισαν μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση 3,5 και 2,25 αντίστοιχα.

Όσον αφορά τα τριγλυκερίδια παρατηρήθηκε ότι η ομάδα Γ εμφάνισε μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση κατά 37,5 μονάδες σε σύγκριση με τις ομάδες Α και Β που παρουσίασαν αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση κατά 0,46 και 19,63 μονάδες αντίστοιχα.

Η LDL χοληστερόλη παρουσίασε μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση στην ομάδα Β κατά 3,34 μονάδες σε σύγκριση με τις ομάδες Α (0,16) και Β (3,66) που εμφάνισαν αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Η HDL χοληστερόλη παρουσίασε αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε όλες τις ομάδες με την ομάδα Α να εμφανίζει μεγαλύτερη αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε σύγκριση με τις ομάδες Β (0,19) και Γ (2,31).

Οι τιμές γλυκόζης εμφάνισαν αύξηση, θετική στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε όλες τις ομάδες με την ομάδα Β να έχει ελαφρώς μεγαλύτερη αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση (3,41) σε σύγκριση με τις ομάδες Α (1,51) και Γ (1,5).

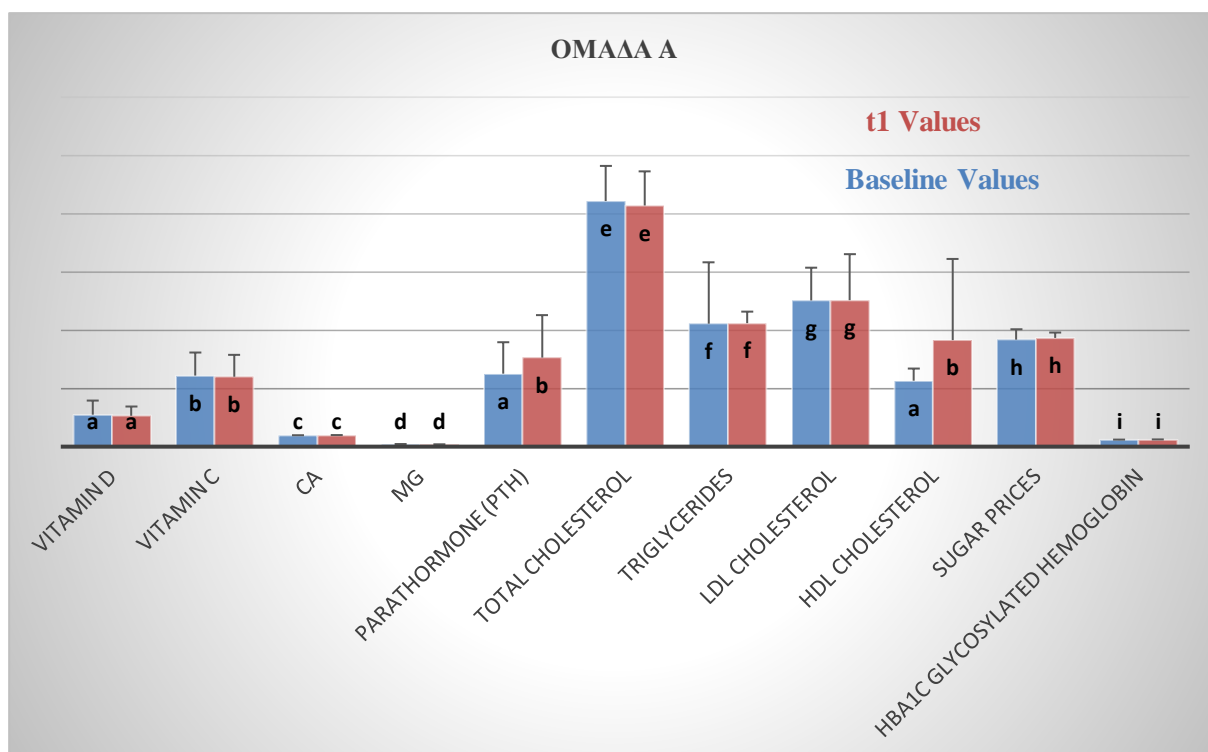
Η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c εμφάνισε μείωση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση κατά 0,02 στην ομάδα Β σε σύγκριση με την ομάδα Α (0,13) και Γ (0,05) που εμφάνισαν αύξηση, στατιστικά σημαντική συσχέτιση.

Από το σύνολο των αποτελεσμάτων των ομάδων παρέμβασης, για την ομάδα Α του δείγματος για την σύγκριση της με τους βιοδείκτες, στην αρχή της μελέτης ($t = 0$) μόνο το Ca και τα τριγλυκερίδια παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τιμές p-value 0,032 και 0,017 αντίστοιχα.

Έπειτα από ένα έτος παρέμβασης ($t = 1$) για την ομάδα Α, παρατηρήθηκε ότι μόνο η παραθορμόνη (PTH) και η HDL χοληστερόλη παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τιμές p-value 0,019 και 0,026 αντίστοιχα.

Οι τιμές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές με επίπεδο σημαντικότητας ($p < 0.05$). Οι υπόλοιποι βιοδείκτες δεν ήταν στατιστικά σημαντικοί για τις ομάδες παρέμβασης.

Στα παρακάτω διαγράμματα 1,2,3 παρουσιάζονται οι συγκριτικές αναλύσεις ανά ομάδες ξεχωριστά.

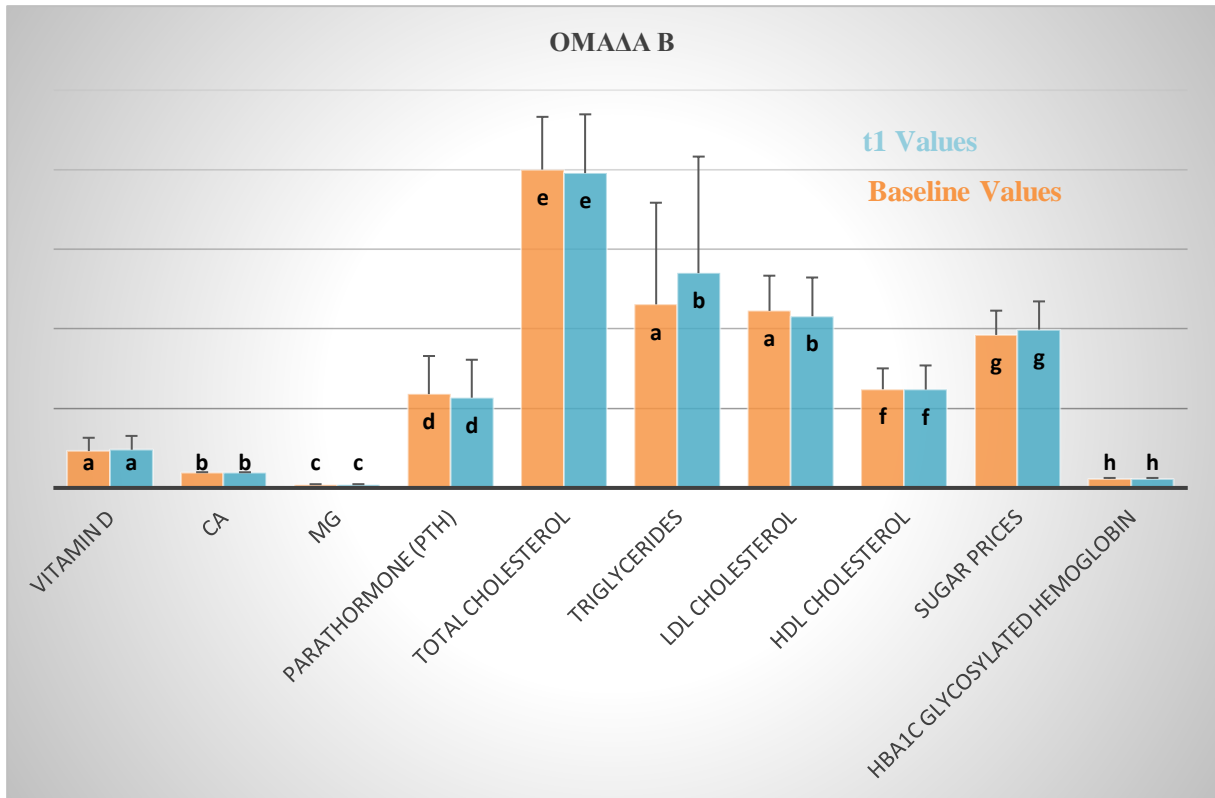


Διάγραμμα 1: Συγκριτική ανάλυση ομάδας Α

*δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές / η παραθορμόνη (PTH) και η HDL παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

*διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της παραθορμόνης (PTH) στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά) καθώς και η (HDL) εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά)

*ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης

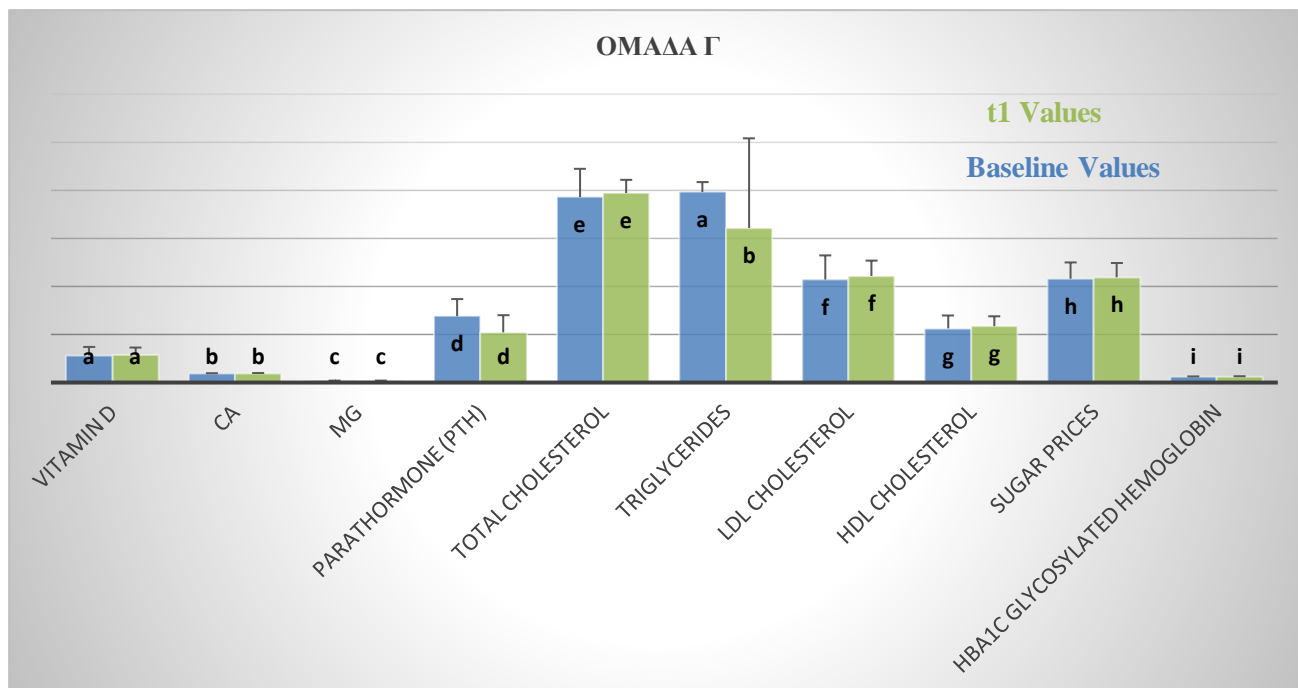


Διάγραμμα 2: Συγκριτική ανάλυση ομάδας Β

**δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές / τα τριγλυκερίδια και η LDL παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά*

**διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τριγλυκερίδια στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά) καθώς και στην (LDL)*

**ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά)*



Διάγραμμα 3: Συγκριτική ανάλυση ομάδας Γ

*δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές / τα τριγλυκερίδια παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

*διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τριγλυκερίδια στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά)

*ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά)

Με βάση τα διαγράμματα 1, 2 και 3 παρατηρήθηκε ότι οι συνολικές τιμές των ομάδων παρέμβασης παρουσίασαν αύξηση στην παραθορμόνη (PTH) στην ομάδα Α ($p=0,019$), ενώ στις άλλες ομάδες όχι. Επίσης η (HDL χοληστερόλη) παρουσίασε αύξηση στην ομάδα Α ($p=0,026$) ενώ στις άλλες δυο όχι. Τέλος τα τριγλυκερίδια ($p=0,017$) στην ομάδα Α δεν επηρεάστηκαν ενώ αυξήθηκαν στις άλλες ομάδες.

Σύμφωνα με τον πίνακα 15 παρατηρήθηκε ότι η ομάδα Α ακολούθησε πιο υγιεινή διατροφή 79,88 (52,39), ενώ οι ομάδες Β και Γ η διατροφή των εθελοντών χρειάζεται βελτίωση τόσο στην αρχή της μελέτης όσο και μετά από ένα χρόνο παρέμβασης. Μόνο η ομάδα Α εμφάνισε διαφορά κατά 2 μονάδες στη διάρκεια της παρέμβασης.

Πίνακας 15 : Ομάδες εθελοντών με βαθμολογία του Δείκτη Υγιεινής Διατροφής

Βαθμολογία Δείκτη Υγιεινής Διατροφής (Healthy Eating Index Score)	Ομάδα Α t 1 χρόνο παρέμβασης		Ομάδα Β t 1 χρόνο παρέμβασης		Ομάδα Γ t 1 χρόνο παρέμβασης	
	Ομάδα Α Baseline	Ομάδα Β baseline	Ομάδα Β baseline	Ομάδα Γ Baseline	Ομάδα Γ Baseline	Ομάδα Γ Baseline
	Mean±Std Deviation	Mean±Std Deviation	Mean±Std Deviation	Mean±Std Deviation	Mean±Std Deviation	Mean±Std Deviation

>80 καλή διατροφή	79,88 (52,39)	77,89 (50)			
50-80 η διατροφή χρειάζεται βελτίωση			70,24 (8,68)	70,24 (8,70)	68,33 (9,34) 68,33 (9,35)

*ομάδα A: Vit D3, Vit C, Ca, Mg

*ομάδα B: Vit D3, Ca, Mg

*ομάδα Γ: Vit D3, Ca, Mg, διφωσφονικά φάρμακα

7.4.3 Σύγκριση των τιμών οστικής πυκνότητας και ΔΜΣ ανάμεσα στις ομάδες παρέμβασης στην αρχή και το τέλος της μελέτης.

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται οι ομάδες παρέμβασης, η οστική πυκνότητα και ο δείκτης μάζας σώματος

Πίνακας 16: Ομάδες παρέμβασης -Οστική πυκνότητα – Δείκτης Μάζας Σώματος και ΔΤ (t0 – t1)

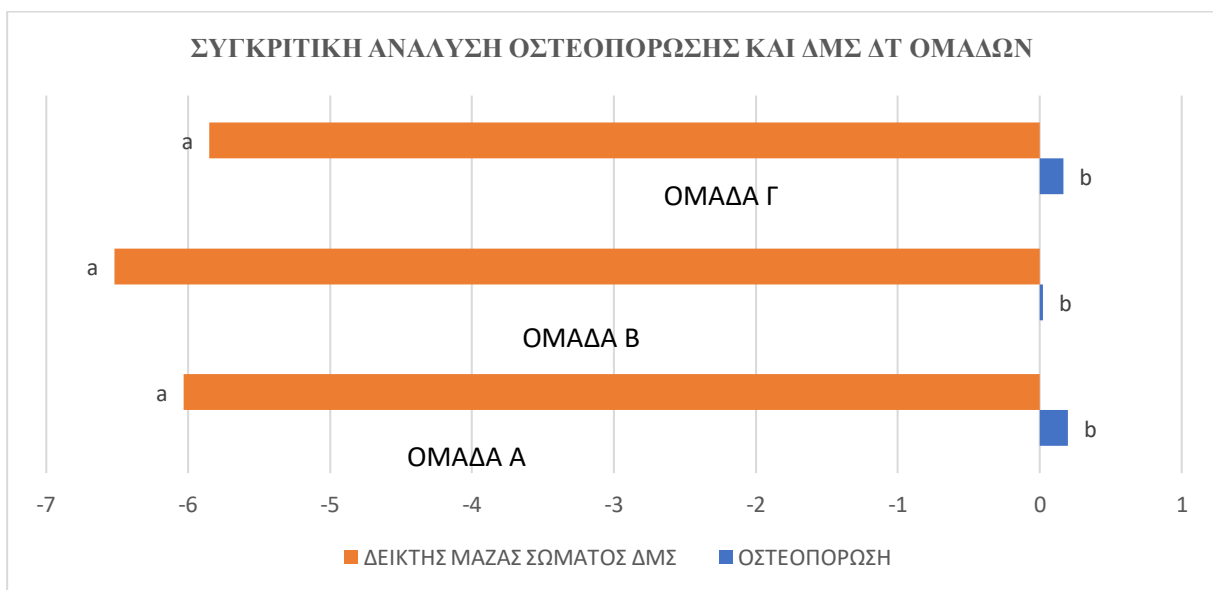
	ΟΜΑΔΑ Α						ΟΜΑΔΑ Β						ΟΜΑΔΑ Γ					
	Επίπεδο αναφοράς t0		t1 (1 χρόνο παρέμβασης)		ΔΤ ΟΜΑΔΑΣ Α μέση τιμή	p-value	Επίπεδο αναφοράς t0		t1 (1 χρόνο παρέμβασης)		ΔΤ ΟΜΑΔΑΣ Β μέση τιμή	p-value	Επίπεδο αναφοράς t0		t1 (1 χρόνο παρέμβασης)		ΔΤ ΟΜΑΔΑΣ Γ μέση τιμή	p-value
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση			Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση			Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση		
ΟΣΤΕΟΠ ΟΡΩΣΗ t- score< -2.5	1,38	0,49	1,58	0,5	0,2	0,027	1,29	0,45	1,31	0,47	0,02	0,036	1,39	0,5	1,56	0,51	0,17	0,043
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ Σ ΔΜΣ	28,34	5,95	22,31	1,96	-6,03	0,032	29,11	6,45	22,59	1,16	-6,52	0,022	28,79	3,86	22,94	2,81	-5,85	0,039

*ομάδα A: Vit D3, Vit C, Ca, Mg

*ομάδα B: Vit D3, Ca, Mg

*ομάδα Γ: Vit D3, Ca, Mg, διφωσφονικά φάρμακα

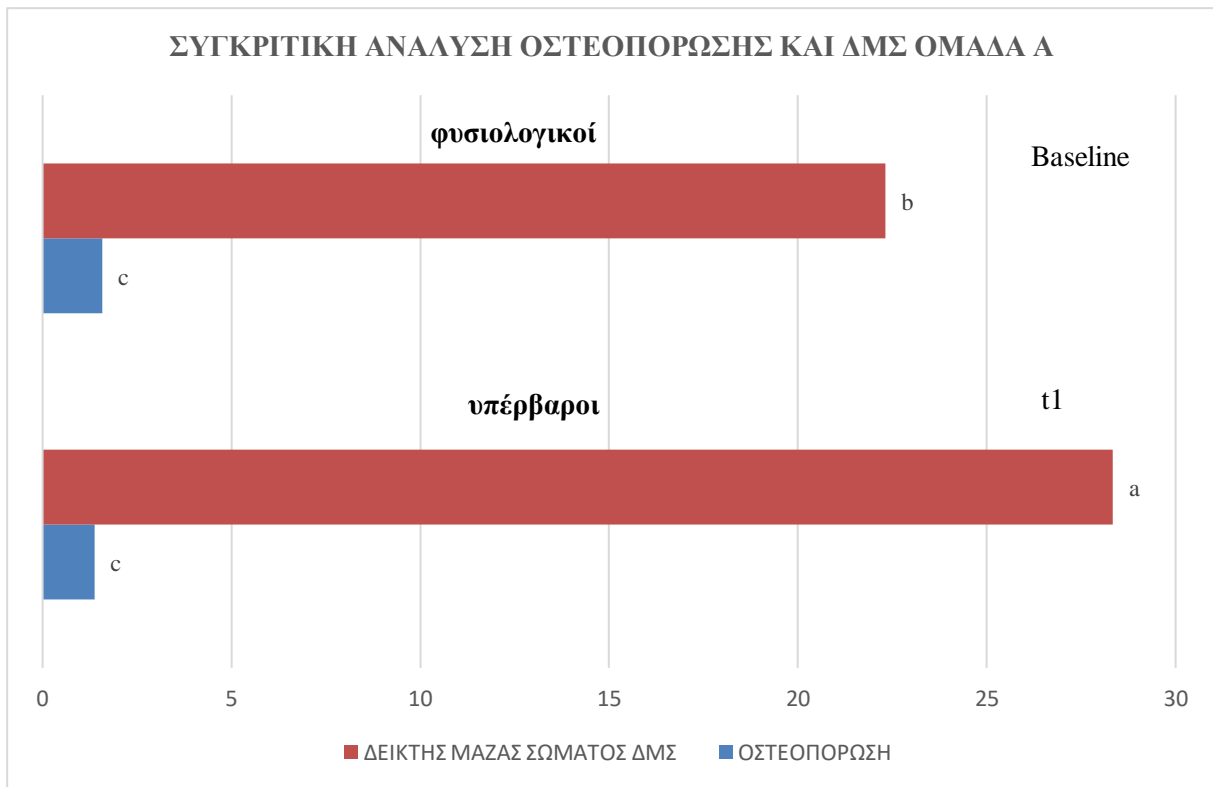
Με βάση τον έλεγχο συσχέτισης για τις ομάδες παρέμβασης στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (ένα χρόνο μετά), η τιμή p-value δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά με $p < 0.05$. Ιδιαίτερα παρατηρήθηκε ότι στην ομάδα Β η οστική πυκνότητα αυξήθηκε κατά 0,02 μονάδες ($p=0,036$) σε σύγκριση με τις ομάδες Α και Γ που παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση, από την αρχή μέχρι ένα χρόνο μετά την παρέμβαση. Στις ομάδες Α και Γ, η αύξηση της οστικής πυκνότητας ήταν στα φυσιολογικά αποδεκτά όρια του ($t\text{-score} < -2.5\text{ SD}$) τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης. Στον ΔΜΣ, η ομάδα Β παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση (μείωση) κατά 6,52 μονάδες ($p=0,022$) σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες (Πίνακας 16).



Διάγραμμα 4: Συγκριτική ανάλυση της διαφοράς των ομάδων για την οστεοπόρωση και τον ΔΜΣ

*διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές

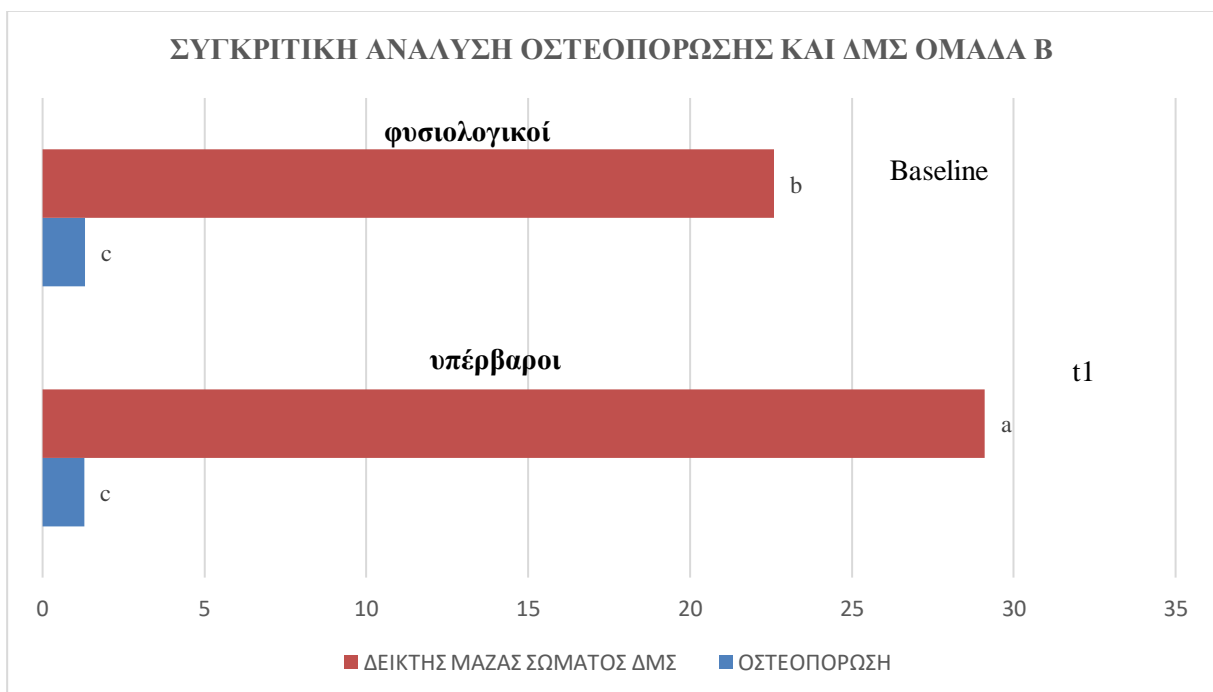
*ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά), μεταξύ του συνόλου των ομάδων παρέμβασης



Διάγραμμα 5: Συγκριτική ανάλυση οστεοπόρωσης και ΔΜΣ για την ομάδα Α

**διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από υπέρβαρο σε φυσιολογικό ΔΜΣ*

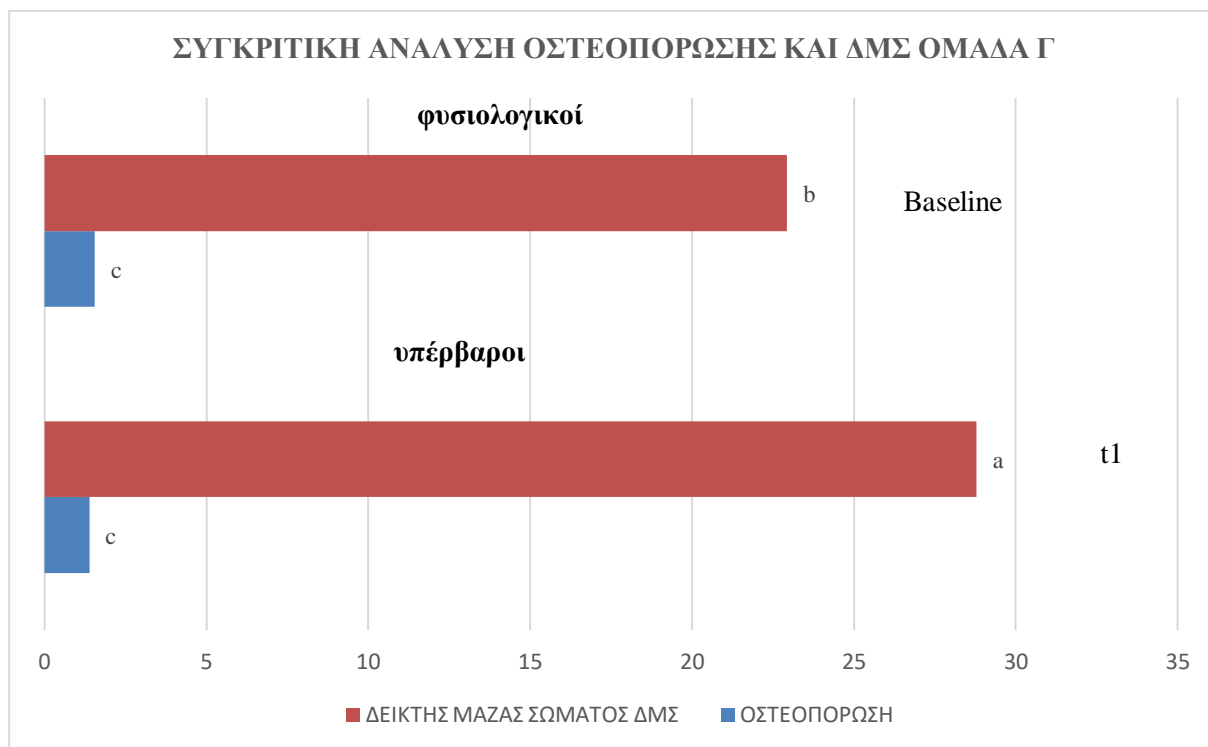
**ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά), στην οστική πυκνότητα*



Διάγραμμα 6: Συγκριτική ανάλυση οστεοπόρωσης και ΔΜΣ για την ομάδα Β

*διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από υπέρβαρο σε φυσιολογικό ΔΜΣ

*ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά), στην οστική πυκνότητα



Διάγραμμα 7: Συγκριτική ανάλυση οστεοπόρωσης και ΔΜΣ για την ομάδα Γ

*διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από υπέρβαρο σε φυσιολογικό ΔΜΣ

*ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά), στην οστική πυκνότητα

7.4.4 Μελέτη παρέμβασης 5 μηνών κατανάλωσης καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού

Στον Πίνακα 17 παρουσιάζεται η συγκριτική ανάλυση παρέμβασης 5 μηνών κατανάλωσης καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού με βιοδείκτες

Πίνακας 17: Συγκριτική Ανάλυση παρέμβασης 5 μηνών κατανάλωσης καινοτόμου τροφίμου – πάστα ελιάς με τσάι του βουνού με βιοδείκτες

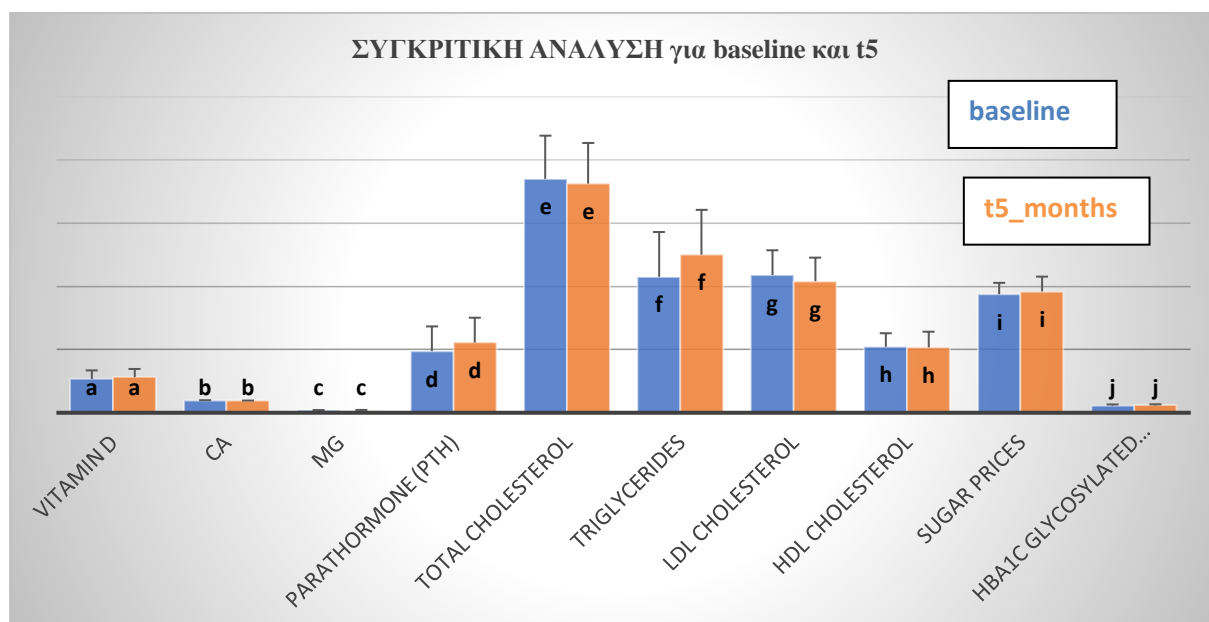
Βιοδείκτες	ΟΜΑΔΑ Τροφίμου		ΟΜΑΔΑ ΤΡΟΦΙΜΟΥ			
	Επίπεδο αναφοράς t0		t5 (5 μήνες παρέμβασης)		ΔΤ	
	Μέση τιμή Ομάδας	Τυπική απόκλιση Ομάδας	Μέση τιμή Ομάδα t5	Τυπική απόκλιση Ομάδα t5	Μέση τιμή Ομάδας	Τυπική απόκλιση Ομάδας
βιταμίνη D	26,69	6,83	28,19	6,44	1,5	-0,4
ασβέστιο (Ca)*	9,44	0,5	9,4	0,26	-0,04	-0,24

μαγνήσιο (Mg)*	2,13	0	1,7	0,52	-0,43	0,52
παραθορμόνη (PTH)*	48,84	19,49	55,6	19,63	6,76	0,14
ολική χοληστερόλη*	185,14	34,17	181,31	32,21	-3,83	-1,96
τριγλυκερίδια*	107,56	35,48	125,11	35,48	17,55	0
κακή χοληστερόλη (LDL)	108,96	19,63	104,13	18,65	-4,83	-0,98
καλή χοληστερόλη (HDL)	52,19	10,74	51,75	12,39	-0,44	1,65
γλυκόζη*	93,81	8,98	96	11,74	2,19	2,76
γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1*	5,76	0,81	5,85	0,83	0,09	0,02

*Με αστεράκι επισημαίνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανά βιοδείκτη ανάμεσα στην αρχή και στο τέλος της μελέτης (p -value < 0.05)

Για το καινοτόμο τρόφιμο – πάστα ελιάς με τσάι του βουνού παρατηρήθηκε ότι τόσο στην αρχή της παρέμβασης ($t=0$) όσο και μετά από 5 μήνες, οι τιμές για τους βιοδείκτες, βιταμίνη D3, Ca ($p=0,041$), Mg ($p=0,01$), (PTH) παραθορμόνη, τριγλυκερίδια, LDL και HDL χοληστερόλη, οι τιμές του σακχάρου είναι φυσιολογικές. Παρατηρήθηκαν βελτιώσεις, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0,05$) στις τιμές της PTH ($p=0,043$), ολική χοληστερόλη ($p=0,034$), στα τριγλυκερίδια ($p=0,025$), στη γλυκόζη ($p=0,048$) και στην γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη ($p=0,027$).

Στο παρακάτω διάγραμμα 8 παρουσιάζεται η συγκριτική ανάλυση των βιοδεικτών για το τρόφιμο, στην αρχή και μετά από 5 μήνες παρέμβασης.



Διάγραμμα 8: Συγκριτική ανάλυση βιοδεικτών για baseline και t5 months

*δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές

*διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές

*ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (5 μήνες μετά)

Επίσης για το καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού παρατηρήθηκε ότι στο χρόνο $t = 0$, μόνο 4 εθελοντές είχαν φυσιολογικές τιμές δείκτη μάζας σώματος ($\Delta\text{ΜΣ}$) και είχαν οστεοπόρωση, ενώ μόνο 3 εθελοντές ήταν παχύσαρκοι και είχαν οστεοπενία. Στους $t = 5$ μήνες παρατηρήθηκε ότι μόνο 1 εθελοντής ήταν υπέρβαρος και είχε οστεοπόρωση, ενώ 8 εθελοντές είχαν φυσιολογικό δείκτη μάζας σώματος ($\Delta\text{ΜΣ}$) και είχαν οστεοπενία.

Στην ομάδα του τροφίμου, η τιμή του p-value ήταν στατιστικά σημαντική, ($p=0,003$) στην οστική πυκνότητα ($t\text{-score} < -1$ και $t\text{-score} > -2,5$ SD). Στον $\Delta\text{ΜΣ}$ τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης (5 μήνες μετά), η τιμή p-value δεν ήταν στατιστικά σημαντική, ($p=0,07$) (Πίνακας 18).

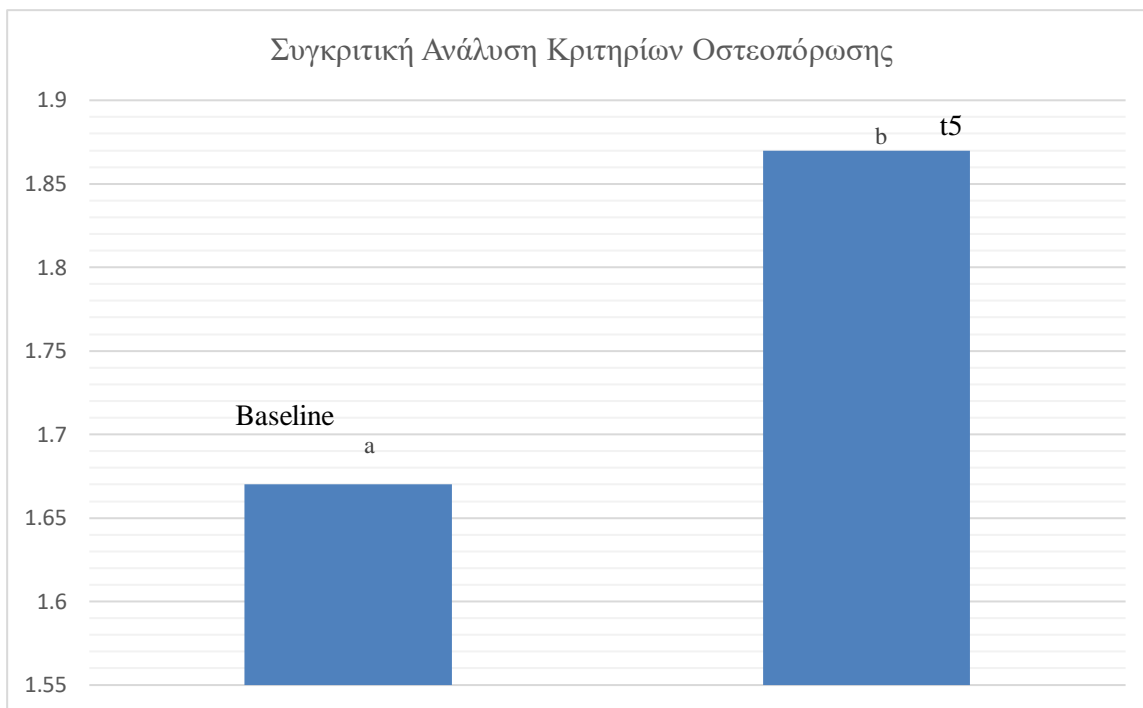
Συνοπτικά παρατηρήθηκε ότι στους εθελοντές που κατανάλωσαν το τρόφιμο, η οστική πυκνότητα με ($t\text{-score} < -1$ και $t\text{-score} > -2,5$ SD) αυξήθηκε κατά 0.2 μονάδες μετά τους 5 μήνες παρέμβασης. Στο τρόφιμο παρατηρήθηκε ότι ο $\Delta\text{ΜΣ}$ μειώθηκε κατά 0.07 μονάδες πριν και μετά τους 5 μήνες παρέμβασης (Πίνακας 18).

Πίνακας 18 : Συγκριτική Ανάλυση καινοτόμου τροφίμου – πάστα ελιάς με τσάι του βουνού με μέσο όρο $\Delta\text{ΜΣ}$ και οστεοπενία

	Επίπεδο Αναφοράς t_0		t5 (5 μήνες παρέμβαση)		ΟΜΑΔΑ ΤΡΟΦΙΜΟΥ ΔT		p-value
	Μέση τιμή Ομάδας	Τυπική απόκλιση Ομάδας	Μέση τιμή Ομάδας	Τυπική απόκλιση Ομάδας	Μέση τιμή Ομάδας	Τυπική απόκλιση Ομάδας	
ΟΣΤΕΟΠΕΝΙΑ t-score < -1 και t-score > -2,5	1,67	0,48	1,87	0,35	0,2	-0,13	0,003
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ $\Delta\text{ΜΣ}$	26,7	0,82	26	0,82	-0,067	0,02	0,07

* παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p\text{-value} < 0.05$) μόνο για την οστεοπενία. Ο $\Delta\text{ΜΣ}$ είχε $p\text{-value} 0,07$ ($p > 0.05$)

*ομάδα τροφίμου : Πάστα ελιάς με τσάι του βουνού

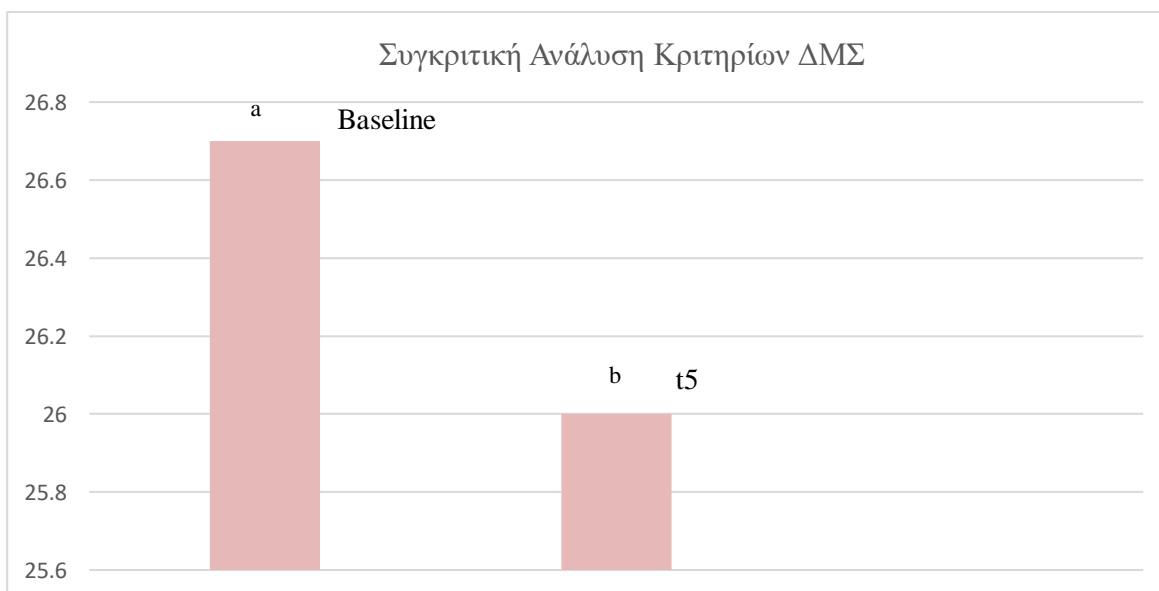


Διάγραμμα 9: Συγκριτική Ανάλυσης κριτηρίων οστεοπόρωσης για την ομάδα τροφίμου

**υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά*

**διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές*

**ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (5 μήνες μετά) και φαίνεται διαφορά στο baseline και στο t5*



Διάγραμμα 10: Συγκριτική Ανάλυσης κριτηρίων ΔΜΣ για την ομάδα τροφίμου

**υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά*

**διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές*

**ίδια γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (5 μήνες μετά) και φαίνεται διαφορά στο baseline και στο t5*

Συνοπτικά, αναφορικά με τη σύγκριση των ομάδων παρέμβασης με την ομάδα τροφίμου παρατηρήθηκε ότι η βιταμίνη D παρουσίασε μείωση κατά 0,94 μονάδες στην ομάδα A σε σύγκριση με τις ομάδες B και Γ καθώς και με το τρόφιμο που εμφάνισαν αύξηση 0,85 και 0,41 και 1,5 αντίστοιχα.

Για την βιταμίνη C, η οποία χορηγήθηκε μόνο στην ομάδα A παρουσίασε μείωση κατά 1 μονάδα. Όσον αφορά το ασβέστιο Ca παρατηρήθηκε ελαφρώς μείωση στην ομάδα B κατά 0,01 μονάδες σε σύγκριση με τις ομάδες A (0,26) και B (0,2) καθώς και την ομάδα τροφίμου (0,04).

Για το μαγνήσιο Mg παρατηρήθηκε μείωση στην ομάδα A κατά 0,07 μονάδες σε σύγκριση με την ομάδα B (0,01) και την ομάδα Γ (0,02) καθώς και με την ομάδα του τροφίμου (0,43).

Στην παραθορμόνη (PTH) παρατηρήθηκε μείωση σε όλες τις ομάδες, με την ομάδα B να εμφανίζει ελαφρώς μείωση κατά 2,24 μονάδες και την ομάδα του τροφίμου 6,76.

Η ολική χοληστερόλη παρουσίασε αύξηση κατά 4,28 μονάδες στην ομάδα Γ σε σύγκριση με τις ομάδες A και B καθώς και την ομάδα του τροφίμου που εμφάνισαν μείωση 3,5 και 2,25 και 3,83 αντίστοιχα.

Όσον αφορά τα τριγλυκερίδια παρατηρήθηκε ότι η ομάδα Γ εμφάνισε μείωση κατά 37,5 μονάδες σε σύγκριση με τις ομάδες A και B καθώς και με την ομάδα τροφίμου που παρουσίασαν αύξηση κατά 0,46 και 19,63 και 17,55 μονάδες αντίστοιχα.

Η LDL χοληστερόλη παρουσίασε μείωση στην ομάδα B κατά 3,34 μονάδες καθώς μειώθηκε και η ομάδα τροφίμου (4,83) σε σύγκριση με τις ομάδες A (0,16) και B (3,66) που εμφάνισαν αύξηση. Η HDL χοληστερόλη παρουσίασε μείωση κατά 0,44 στην ομάδα του τροφίμου σε σύγκριση με όλες τις ομάδες που παρουσίασαν αύξηση, με την ομάδα A να εμφανίζει μεγαλύτερη αύξηση σε σύγκριση με τις ομάδες B (0,19) και Γ (2,31).

Η γλυκόζη εμφάνισε αύξηση σε όλες τις ομάδες με την ομάδα B να έχει ελαφρώς μεγαλύτερη αύξηση (3,41) σε σύγκριση με τις ομάδες A (1,51) και Γ (1,50) καθώς και την ομάδα τροφίμου (2,19). Η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c εμφάνισε μείωση κατά 0,02 στην ομάδα B σε σύγκριση με την ομάδα A (0,13) και Γ (0,05) καθώς και με την ομάδα τροφίμου (0,09) που εμφάνισαν αύξηση. Όλες οι αυξήσεις και μειώσεις στους βιοδείκτες παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

7.5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στις ομάδες παρέμβασης, A, B, Γ με βάση τον έλεγχο συσχέτισης στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (1 χρόνο μετά), παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, $p < 0.05$. Ιδιαίτερα, στην οστική πυκνότητα, η ομάδα B έδειξε αύξηση με ($p = 0,036$) σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες. Στην ομάδα του τροφίμου, ομάδα Δ, τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης (5 μήνες μετά), παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά με τιμή ($p = 0,003$) στην οστική πυκνότητα. Στο σύνολο συμμετείχαν 115 εθελοντές.

Σύμφωνα με την μελέτη του Migliorini, συμμετείχαν 14.446 ασθενείς, ο μέσος όρος οστικής πυκνότητας ήταν 0,82, η οστική πυκνότητα για το ισχίο ήταν 0,79 και για το μηριαίο οστό ήταν 0,64 [Migliorini F. et al 2021].

Σύμφωνα με την μελέτη Ponda M.P., et al. 2012, μετά από 4 και 8 εβδομάδες θεραπείας, σε δυο ομάδες placebo και ομάδα βιταμίνης D, τα μέσα επίπεδα 25(OH)D ήταν σημαντικά υψηλότερα από τα αρχικά επίπεδα στην ομάδα αναπλήρωσης βιταμίνης D, 37,0 (9,5) και 43,0

(12,3) ng/mL, αντίστοιχα· $P < 0,0001$ έναντι της αρχικής τιμής και για τα δύο. Αντίθετα, τα επίπεδα 25(OH)D παρέμειναν αμετάβλητα στην ομάδα του εικονικού φαρμάκου [14,5 (5,8) και 14,6 (6,2) ng/mL, 4 και 8 εβδομάδες, αντίστοιχα, και για τα δύο έναντι της αρχικής τιμής]. Μετά από 4 εβδομάδες, το 79% των ατόμων στην ομάδα αναπλήρωσης βιταμίνης D είχαν επίπεδα 25(OH)D ≥ 30 ng/mL και αυτό το ποσοστό αυξήθηκε σε 88% στην τελική επίσκεψη μελέτης 8 εβδομάδες αργότερα. Επομένως, τα περισσότερα άτομα που έλαβαν βιταμίνη D είχαν επαρκή επίπεδα 25(OH)D για το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου θεραπείας. Τα επίπεδα ασβεστίου στον ορό αυξήθηκαν κατά 0,12 mg/dL στην ομάδα της βιταμίνης D σε σχέση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου ($P=0,04$) αλλά παρέμειναν κάτω από το ανώτερο φυσιολογικό όριο (10,5 mg/dL) για όλα τα άτομα σε όλη τη μελέτη, κυμαινόμενη μεταξύ 8,0 και 10,1 mg/dL. Οι τιμές της PTH μειώθηκαν κατά μέσο όρο 18 (25) pg/mL στην ομάδα αναπλήρωσης βιταμίνης D ($P < 0,0001$ έναντι της γραμμής αναφοράς) αλλά παρέμειναν αμετάβλητες στην ομάδα εικονικού φαρμάκου [-3 (24) pg/mL, $P=0,28$ για τη βιταμίνη D έναντι εικονικό φάρμακο, $P < 0,001$]. Η δοκιμή της μελέτης Ponda M.P. et al. 2012, παρουσιάζει νέα δεδομένα για την καθοδήγηση της κλινικής πρακτικής. Σε πλήρη αντίθεση με τις ισχυρές διατομικές συσχετίσεις μεταξύ υψηλότερων επιπέδων 25(OH)D και κάθε συστατικού του λιπιδικού προφίλ, η κλινική μας δοκιμή απέτυχε να δείξει καμία επίδραση της αναπλήρωσης της βιταμίνης D στα λιπίδια. Επιπλέον, η εκτίμηση της επίδρασης για αλλαγές στην LDL χοληστερόλη ήταν αντίθετη από αυτή που προβλεπόταν από τη συσχέτιση. Πράγματι, ποιοτικά, υπήρχε υψηλότερη συχνότητα ατόμων στην ομάδα της βιταμίνης D που είχαν αύξηση στα επίπεδα της LDL χοληστερόλης σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο και στις 4 εβδομάδες (52% έναντι 36%) και στις 8 εβδομάδες (55% έναντι 37%). Ωστόσο, το βέλτιστο χρονικό πλαίσιο για την επίτευξη αναπλήρωσης είναι άγνωστο και οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις της αναπλήρωσης της βιταμίνης D στο λιπιδικό προφίλ είναι ασαφείς. Ωστόσο, η αποσύνδεση μεταξύ των δεδομένων των τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών μας και των διατομικών συσχετισμών υψηλότερων επιπέδων 25(OH)D θα πρέπει να προκαλέσει προσοχή προς τα συναγόμενα οφέλη της συμπλήρωσης βιταμίνης D στο λιπιδικό προφίλ [Ponda M.P. et al. 2012].

Επιδημιολογικές μελέτες και μελέτες παρατήρησης υποδεικνύουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στην καρδιαγγειακή υγεία και τις ασθένειες διαφορετικό από την ομοιοστάση του ασβεστίου και της παραθορμόνης (PTH). Ωστόσο, λείπουν οριστικά δεδομένα από μεγάλες, προοπτικές κλινικές δοκιμές. Προηγούμενες μελέτες άλλων συμπληρωμάτων διατροφής έχουν δείξει ότι τέτοιου είδους δοκιμές μπορεί να είναι απαραίτητες πριν αποδεχτούν τα συμπληρώματα ως καθολική πρακτική για την αποφυγή πιθανής βλάβης. Χωρίς τη διαθεσιμότητα δεδομένων αποτελεσμάτων, ένα σημαντικό βήμα πριν από την υιοθέτηση συμπληρωμάτων είναι να επιβεβαιωθεί ότι οι βιοδείκτες καρδιαγγειακού κινδύνου που σχετίζονται με ανεπάρκεια βιταμίνης D που εντοπίστηκαν σε συγχρονικές μελέτες ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα στη θεραπεία με βιταμίνη D. Η μελέτη Ponda M.P., et al. 2012, αμφισβητεί την ιδέα ότι η αναπλήρωση της βιταμίνης D βελτιώνει τη δυσλιπιδαιμία και αυξάνει την πιθανότητα τα συμπληρώματα βιταμίνης D να επιδεινώσουν το λιπιδικό προφίλ για ορισμένους ασθενείς [Ponda M.P. et al, 2012].

Στην παρούσα μελέτη, αναφορικά με τη σύγκριση στους βιοδείκτες των ομάδων παρέμβασης με την ομάδα του τροφίμου παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Η βιταμίνη D είχε την μεγαλύτερη διαφορά στην ομάδα του τροφίμου σε σύγκριση με τις ομάδες παρέμβασης. Η PTH είχε μεγαλύτερη διαφορά στην ομάδα Α (ομάδα ασκορβικού οξέος, βιταμίνη C) σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες και την ομάδα του τροφίμου μετά από ένα χρόνο παρέμβασης. Η ολική χοληστερόλη στην ομάδα Γ είχε μεγαλύτερη διαφορά σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες και την ομάδα του τροφίμου μετά από ένα χρόνο παρέμβασης. Στα τριγλυκερίδια η ομάδα Γ (ομάδα διφωσφονικών) είχε τη μεγαλύτερη διαφορά σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες και την ομάδα του τροφίμου μετά από ένα χρόνο παρέμβασης. Η γλυκόζη, στην ομάδα Β (ομάδα

ελέγχου) είχε μεγαλύτερη διαφορά με τις άλλες δυο ομάδες και την ομάδα του τροφίμου μετά από ένα χρόνο παρέμβασης. Η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c, στην ομάδα Β (ομάδα ελέγχου) είχε τη μικρότερη διαφορά σε σχέση με τις άλλες δυο ομάδες και την ομάδα του τροφίμου μετά από ένα χρόνο παρέμβασης.

Στις συνολικές τιμές των ομάδων παρέμβασης παρουσιάστηκε αύξηση στην παραθορμόνη στην ομάδα Α, ενώ στις άλλες δυο όχι. Επίσης η καλή χοληστερόλη (HDL) παρουσίασε αύξηση στην ομάδα Α ενώ στις άλλες δυο όχι. Τέλος τα τριγλυκερίδια στην ομάδα Α δεν επηρεάστηκαν ενώ αυξήθηκαν στις άλλες δυο ομάδες. Μια μελέτη που δημοσιεύτηκε στο Journal of Nutritional Biochemistry υποδηλώνει ότι το ασκορβικό οξύ μπορεί να αυξήσει έμμεσα τα επίπεδα της HDL χοληστερόλης βελτιώνοντας τη λειτουργία ενός ενζύμου που ονομάζεται ακυλοτρανσφεράση της λεκιθίνης χοληστερόλης (LCAT). Η LCAT είναι υπεύθυνη για την μετατροπή της χοληστερόλης σε εστέρες χοληστερόλης, οι οποίοι μπορούν να μεταφέρουν πίσω στο ήπαρ μέσω της HDL χοληστερόλης. Το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τη δραστηριότητα της LCAT, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα HDL χοληστερόλης. Επίσης, σύμφωνα με μελέτη που δημοσιεύτηκε στο Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism υποδηλώνει ότι η PTH μπορεί να αυξήσει την έκφραση μιας πρωτεΐνης που ονομάζεται ATP-binding cassette transporter A1 (ABCA1), η οποία διαδραματίζει βασικό ρόλο στο μεταβολισμό της χοληστερόλης HDL. Η ABCA1, είναι υπεύθυνη για την διευκόλυνση της μεταφοράς της χοληστερόλης από τους περιφερικούς ιστούς, όπως το αρτηριακό τοίχωμα, στα σωματίδια HDL για μεταφορά πίσω στο ήπαρ. Αυξάνοντας την έκφραση της ABCA1, η PTH μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα του μεταβολισμού της HDL χοληστερόλης, με αποτέλεσμα να αυξάνει τα επίπεδα της HDL χοληστερόλης. Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα για την πλήρη κατανόηση της σχέσης μεταξύ της PTH και της HDL χοληστερόλης και των μηχανισμών που εμπλέκονται [Kayaniyi S. et al. 2011].

Συνοπτικά η ομάδα Α στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης έδειξε μείωση στο ασβέστιο (Ca) ($p=0,032$) και στα τριγλυκερίδια ($p=0,017$), τα οποία είναι στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$). Στο σύνολο όλων των ομάδων, το μαγνήσιο (Mg), η ολική χοληστερόλη, η LDL δεν είναι στατιστικά σημαντικά ($p>0,05$). Στην ομάδα Α, η HDL χοληστερόλη ($p<0,047$) μετά από 1 χρόνο παρέμβασης και η παραθορμόνη έδειξαν ότι είναι στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$). Αυτό το γεγονός οφείλεται κυρίως στην κατανάλωση του καινοτόμου τροφίμου καθώς και στα συμπληρώματα διατροφής και στην φαρμακευτική αγωγή των εθελοντών.

Αναφορικά με τους βιοδείκτες ανά ομάδα παρέμβασης, τα επίπεδα ολικής χοληστερόλης είναι ελαφρώς υψηλότερα από τα φυσιολογικά σε όλες τις ομάδες παρέμβασης. Η HDL και η LDL χοληστερόλη βρίσκονται σε φυσιολογικές τιμές σε όλες τις ομάδες παρέμβασης. Οι τιμές των τριγλυκεριδίων στην ομάδα Γ αποκλίνουν από τις φυσιολογικές. Σύμφωνα με τη μελέτη του Filip R.,2015 παρατηρήθηκε ότι η ολική χοληστερόλη ήταν 249,06 (35,13). Η HDL χοληστερόλη ήταν 50,09 (9,71) και η LDL χοληστερόλη ήταν 174,43±37,62. Τα τριγλυκερίδια ήταν 122,72 (59,57). Οι τιμές αυτές είναι στα φυσιολογικά όρια. Στην ίδια μελέτη, ο συνδυασμός αυτού του πιθανού τρόπου δράσης και της ισχυρής και σημαντικής επίδρασης που παρατηρήθηκε σε αυτήν την προοπτική μελέτη στα λιπιδικά προφίλ ορού, αποτελεί ένα ενδιαφέρον σημείο εκκίνησης για περαιτέρω έρευνα. Τα λιπιδικά προφίλ ορού των ατόμων στην ομάδα θεραπείας βελτιώθηκαν σημαντικά σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου, έτσι ώστε η ολική χοληστερόλη, η LDL χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια μειώθηκαν. Απαιτείται επομένως περαιτέρω έρευνα για να τεκμηριωθεί αυτή η πολλά υποσχόμενη επίδραση των πολυφαινολών της ελιάς στα λιπιδικά προφίλ του αίματος και η πιθανή σχέση με τον μεταβολισμό των οστών [Filip R. et al,2015].

Σε μελέτη για την αξιολόγηση της μεταγευματικής βιοδραστηριότητας τυριού αλείψεως, ενισχυμένη με τσάι του βουνού και εκχύλισμα φλούδας παρατηρήθηκε μείωση της τάσης του ρυθμού αύξησης της γλυκόζης και των τριγλυκεριδίων 1,5 ώρα μετά την κατανάλωση του γεύματος παρέμβασης. Οι υπόλοιποι βιοδείκτες δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > 0,05$) [Paragianni O., et al. 2020]. Σε παρεμβατική μελέτη για τα οφέλη από την κατανάλωση νέων λειτουργικών μπισκότων εμπλουτισμένων με πάστα ελιάς διαπιστώθηκε ότι τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων στον ορό μειώθηκαν σταδιακά μετά την κατανάλωση του γεύματος με στατιστικά σημαντικές διαφορές $p \leq 0,05$. Ειδικότερα, η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στον ορό μειώθηκε σημαντικά στις 3 ώρες μετά τη λήψη του λειτουργικού γεύματος. Αντίθετα, για την ομάδα ελέγχου, παρατηρήθηκε ότι 3 ώρες μετά την κατανάλωση του γεύματος που περιείχε τα μπισκότα ελέγχου, οι τιμές των τριγλυκεριδίων του ορού ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις βασικές τιμές. Η ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφών πλούσιων σε βιοδραστικές ενώσεις από τη μεσογειακή διατροφή θα μπορούσε να είναι ένας εναλλακτικός τρόπος για την ενίσχυση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, τη βελτίωση των διατροφικών συνηθειών και τη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών και λοιμώξεων [Paragianni O., et al. 2021]. Στη παρούσα μελέτη του καινοτόμου τροφίμου, πάστα ελιάς ενισχυμένη με τσάι του βουνού, παρατηρήθηκε εξίσου η ίδια τάση αύξησης του ρυθμού των τριγλυκεριδίων και της γλυκόζης. Επίσης στη μελέτη τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης (5 μήνες μετά) παρατηρήθηκε βελτίωση στην αύξηση της HbA1c γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη.

Δεδομένης της πολυπλοκότητας των παραγόντων που εμπλέκονται στην εμφάνιση της οστεοπόρωσης, πρέπει να καθοριστούν και να εφαρμοστούν προληπτικές στρατηγικές που στοχεύουν στη μείωση των κινδύνων εμφάνισης αυτής της νόσου. Σίγουρα, υπάρχει ένας συντριπτικός όγκος στοιχείων που τονίζουν τον σημαντικό ρόλο του ασβεστίου ως δομικών στοιχείων των οστών. Ωστόσο, επειδή η οστεοπόρωση είναι μια πολυπαραγοντική ασθένεια και επειδή τα συμπληρώματα ασβεστίου μπορεί να μην αντισταθμίζουν απαραίτητα την απώλεια οστικής μάζας, ένα πρόσφατο ενδιαφέρον για άλλα φυσικά συστατικά, ιδιαίτερα τα φαινολικά τρόφιμα, έχει αυξηθεί σημαντικά. Ως εκ τούτου, η έρευνα του Filip R. έδειξε ότι ήταν πλούσια σε πολυφαινόλες που προέρχονται από ελιές, οι οποίες συνήθως μελετώνται για τις αντιφλεγμονώδεις και τις ιδιότητες δέσμευσης ελεύθερων ριζών. Στην μελέτη Filip R., μελέτησαν την πιθανή επίδραση ενός εκχυλίσματος ελιάς πλούσιου σε πολυφαινόλες σε δείκτες που σχετίζονται με τον μεταβολισμό των οστών μετά από χορήγηση 12 μηνών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπενία. Για αυτό, λαμβάνονταν 250 mg/ημέρα εκχυλίσματος ελιάς, παρέχοντας έτσι μια δόση 100 mg ελευρωπαΐνης την ημέρα. Για να αξιολογηθεί εάν αυτή η δόση μπορεί να θεωρηθεί θρεπτική, δηλαδή εάν είναι δυνατή η κατανάλωση τέτοιων επιπέδων μέσω διατροφικών μέσων, στηρίχθηκαν στο γεγονός ότι ορισμένα ελαιόλαδα είναι ιδιαίτερα πλούσια σε αυτά τα μικροθρεπτικά συστατικά: 238 mg/kg πάνω έως 1 g/kg. Επιπλέον, για να αποφευχθούν πιθανές συγχυτικές επιδράσεις που σχετίζονται με ανεπάρκεια ασβεστίου, χορηγήθηκε συστηματικά μια δόση 1 g ασβεστίου στα συμμετέχοντα εγγεγραμμένα άτομα για να ληφθούν υπόψη οι συνολικές ημερήσιες απαιτήσεις σε ασβέστιο. Κατά την αξιολόγηση των διαφορετικών βιοδεικτών μεταξύ της ομάδας θεραπείας και της ομάδας ελέγχου, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην οστεοκαλσίνη καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης στην ομάδα θεραπείας και τα τελικά επίπεδα οστεοκαλσίνης ήταν σημαντικά υψηλότερα σε αυτήν την ομάδα σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου, παρά το γεγονός ότι το αρχικό προβλεπόμενο μέγεθος δείγματος 32 ατόμων ανά ομάδα δεν επιτεύχθηκε λόγω εγκατάλειψης του σχολείου [Filip R. et al,2015].

Η βέλτιστη διατροφική πρόσληψη ασβεστίου είναι απαραίτητη για την υγεία των οστών σε άτομα μέσης και τρίτης ηλικίας για να αποτραπεί η απώλεια οστικής μάζας. Στο διεθνές επίπεδο από τα επίπεδα αναφοράς των θρεπτικών συστατικών και της πρόσληψης ενέργειας,

οι συνιστώμενες ημερήσιες απαιτήσεις σε ασβέστιο είναι 1000 mg για ενήλικες (άνδρες και γυναίκες επίπεδο από το Ινστιτούτο Ιατρικής της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών, και στο ιταλικό) και 1200 mg για άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών, και όσοι πάσχουν από οστεοπόρωση [Makita K. et al 2017, Quattrini et al 2021]. Σύμφωνα με την μελέτη Pereira, παρατηρήθηκε ότι το επίπεδο σημαντικότητας (p-value) για το ασβέστιο Ca ήταν 0,004 καθώς για το μαγνήσιο Mg ήταν 0,002, τα οποία ήταν στατιστικά σημαντικά [Pereira G.A.P. et al 2009].

Σύμφωνα με τις ομάδες παρέμβασης, ο ΔΜΣ παρουσίασε μείωση τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση. Έπειτα από ένα χρόνο παρέμβασης, ο ΔΜΣ είναι θετικά στατιστικά σημαντικός ($p < 0.05$). Αναφορικά με τον ΔΜΣ για το καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς ενισχυμένη με τσάι του βουνού παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στην καθημερινή διατροφή των εθελοντών, ανεξάρτητα από την κατανάλωση του τροφίμου 3 φορές/εβδομάδα για 5 μήνες.

Σχετικά με την βαθμολογία του δείκτη υγιεινής διατροφής (Health Eating Index Score) μόνο η ομάδα Α εμφάνισε διαφορά κατά 2 μονάδες στη διάρκεια της παρέμβασης. Η ομάδα Α εμφανίζει καλή διατροφή 79,88 (52,39), ενώ οι ομάδες Β και Γ η διατροφή των εθελοντών χρειάζεται βελτίωση τόσο στην αρχή της μελέτης όσο και μετά από ένα χρόνο παρέμβασης.

Η μελέτη είχε κάποιους περιορισμούς. Πρώτον, είχε περιορισμένο δείγμα εθελοντών παρόλο που οι συμμετέχοντες ήταν εξίσου από τη Λήμνο και την Αθήνα. Δεύτερον, πολλοί, εθελοντές δεν δεχόντουσαν να συμμετάσχουν στην μελέτη και να δώσουν τα προσωπικά τους δεδομένα σχετικά με τις εξετάσεις τους. Τρίτον, θα ήταν επιθυμητές περαιτέρω προοπτικές επιδημιολογικές μελέτες και κλινικές μελέτες με εθελοντές από άλλες περιοχές της χώρας, αστικές, αγροτικές και νησιωτικές, ούτως ώστε να εξαχθούν πιο αξιόπιστα συμπεράσματα για τον ελληνικό πληθυσμό. Τέταρτον, για την ομάδα του τροφίμου, πάστα ελιάς με τσάι του βουνού θα μπορούσε το δείγμα να ήταν μεγαλύτερο, ώστε να εξαχθούν πιο αξιόπιστα συμπεράσματα για τον ελληνικό πληθυσμό.

8 Γενικά Συμπεράσματα

Αρκετές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί και δείχνουν ότι ορισμένα τρόφιμα της μεσογειακής διατροφής και τα εκχυλίσματά τους μετά από διήθηση περιέχουν στην σύστασή τους βιολειτουργικές ενώσεις, μέσω των οποίων ασκούν την βιοδραστικότητά τους. Στόχος των πειραμάτων της *in vitro* μελέτης των αντιοξειδωτικών και φαινολικών ιδιοτήτων παραδοσιακών πρώτων υλών και καινοτόμου τροφίμου που δημιουργήθηκε ήταν η αξιολόγηση του συνολικού αντιοξειδωτικού δυναμικού, της σύστασης σε φαινολικά συστατικά σε παραδοσιακές πρώτες ύλες λαχανικών όπως πιπεριές, σκόρδο και βοτάνων όπως ρίγανη, χαμομήλι, τσάι του βουνού, συστατικά που περιέχονται στο καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς ενισχυμένο με τσάι του βουνού (*in vitro* μελέτη).

Συμπερασματικά για τις πρώτες ύλες παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές τιμές τόσο στην συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα όσο και στην περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά, τα οποία βοήθησαν στην διεξαγωγή και παραγωγή του καινοτόμου τροφίμου (*in vitro* μελέτη).

Όσον αφορά το καινοτόμο τρόφιμο, πάστα ελιάς εμπλουτισμένη με τσάι του βουνού παρείχε συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, 8,75 (0,94) και περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά, 6,79 (2,18) σε φυσιολογικά επίπεδα. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα και η συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικά ελήφθησαν με μετρήσεις *in vitro*, με τη μέθοδο FRAP και Folin-Ciocalteu. Τα ευρήματα αυτά επιτρέπουν τον ισχυρισμό πως η κατανάλωση καινοτόμου τροφίμου προστιθέμενης διατροφικής αξίας, θα μπορούσε να καταστεί ωφέλιμη στην μείωση της εμφάνιση οστεοπόρωσης (*in vitro* μελέτη).

Αυτό οφείλεται πιθανώς στην ολευροπαΐνη που βρέθηκε να ενισχύει την υγεία των οστών αυξάνοντας το σχηματισμό οστεοβλαστών από βλαστοκύτταρα του μυελού των οστών και μειώνοντας την παραγωγή του λιπώδη ιστού ή των λιποκυττάρων, υποδηλώνοντας ότι η πρόσληψη ολευροπαΐνης μπορεί να έχει προληπτικά αποτελέσματα κατά της απώλειας των οστών που σχετίζεται με την οστεοπόρωση κατά τη γήρανση [Martinez O.G. et al.2014]. Σύμφωνα με μια μελέτη του Πανεπιστημίου Αθηνών, τα εκχυλίσματα των ειδών τσαγιού *Sideritis euboica* και *Sideritis clandestina* μπορούν να συμβάλουν στη πρόληψη της οστεοπόρωσης, καθώς φάνηκε ότι προστατεύουν από απώλεια της οστικής μάζας και ενισχύουν την μηχανική αντοχή των οστών. Ιδιαίτερα δημοφιλές στην Ιαπωνία είναι ένα τσάι το περιέχει ασβέστιο και απευθύνεται κυρίως στο γυναικείο πληθυσμό για την πρόληψη της οστεοπόρωσης [Vignini, A. et al,2017] (*in vitro* μελέτη).

Η προσθήκη των λειτουργικών τροφίμων στο πλαίσιο της ισορροπημένης διατροφής διαδραματίζει σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, καθώς αρκετές μελέτες υποδεικνύουν τον ευεργετικό ρόλο της κατανάλωσης τους στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών. Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε πως μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού εντάσσει φυσικά λειτουργικά τρόφιμα στη διατροφή του. Στους καταναλωτές υπάρχει επιφυλακτική στάση όσον αφορά την κατανάλωση καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν ελλιπή γνώση για τα οφέλη τους στην υγεία. Επίσης αυτό μπορεί να οφείλεται στον τρόπο ζωής, στη διατροφή, στα συμπληρώματα διατροφής, στη φαρμακευτική αγωγή (Συγχρονική Μελέτη).

Αναφορικά με τους βιοδείκτες, στη παρούσα μελέτη δεν βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και την συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων ($p>0,05$) (Συγχρονική Μελέτη).

Επιπλέον, ερευνήθηκε η συσχέτιση της συχνότητας της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με τους ανθρωπομετρικούς δείκτες. Το ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (FFFQ) αποτελεί ένα χρήσιμο και έγκυρο εργαλείο για την επιτέλεση της επιδημιολογικής μελέτης, όπου διερευνήθηκε η συχνότητα με την οποία καταναλώνονται τα λειτουργικά τρόφιμα από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού πληθυσμού. Ένα ποσοστό εθελοντών ελαφρώς μεγαλύτερο από το μισό έδειξε μέτρια προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή (Συγχρονική Μελέτη).

Στις ομάδες παρέμβασης, με βάση τον έλεγχο συσχέτισης στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης (t1 χρόνο), η τιμή του p-value ήταν στατιστικά σημαντική, ($p < 0,05$), στην οστική πυκνότητα, το οποίο στην ομάδα Β (ομάδα ελέγχου) έδειξε αύξηση ($p = 0,036$) σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες. Στην ομάδα του τροφίμου τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης (t5 μήνες), η τιμή του p-value ήταν στατιστικά σημαντική, ($p = 0,003$) στην οστική πυκνότητα, το οποίο οφείλεται στις πρώτες ύλες των συστατικών του τροφίμου. Οι εθελοντές που ανήκαν στην ομάδα Α (Vit D3, C, Ca, Mg) είχαν καλή προσκόλληση στο βαθμό του Δείκτη Υγιεινής Διατροφής ενώ στην ομάδα Β (Vit D3, Ca, Mg) και Γ (Vit D3, Ca, Mg, διφωσφονικά φάρμακα) η διατροφή τους χρειάζεται βελτίωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός του τρόπου ζωής, στη διατροφή τους, στα συμπληρώματα διατροφής, στη φαρμακευτική αγωγή (Προοπτική Μελέτη).

Όσον αφορά τους βιοδείκτες, η διαφορά στην αρχή και μετά από ένα χρόνο παρέμβασης έδειξε αύξηση στην PTH στην ομάδα Α, ενώ στις άλλες δυο όχι. Η HDL παρουσίασε αύξηση στην ομάδα Α, ενώ στις άλλες δυο όχι. Τέλος, τα τριγλυκερίδια στην ομάδα Α δεν επηρεάστηκαν ενώ αυξήθηκαν στις άλλες δυο ομάδες. Τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης (t1 χρόνο), μειώθηκε η τιμή του Ca, τα τριγλυκερίδια καθώς και η PTH, η HDL με $p < 0,05$. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη διατροφή, στα συμπληρώματα διατροφής καθώς και στη φαρμακευτική διατροφή που ελάμβαναν οι εθελοντές. Επίσης οφείλεται στο ότι η ομάδα Α περιείχε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), η οποία αυξάνει έμμεσα τα επίπεδα της HDL χοληστερόλης βελτιώνοντας τη λειτουργία ενός ενζύμου που ονομάζεται ακυλοτρανσφεράση της λεκιθίνης χοληστερόλης (LCAT) (Προοπτική Μελέτη).

Επομένως, κρίνεται σημαντική η προαγωγή της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, μέσω της προώθησης νέων διατροφικών πολιτικών. Ο τρόπος ζωής προβαίνει την εισαγωγή λειτουργικών τροφίμων, σε καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα.

Το αντιπροσωπευτικό δείγμα σε κάθε μελέτη, υπολογίστηκε στατιστικά, με τους περισσότερους βιοδείκτες να βρίσκονται σε φυσιολογικά επίπεδα και κάποιους να αποκλίνουν ελάχιστα από το φυσιολογικό [Cosman F. et al. 2014, Elders PJM et al 2017, Gui J.-C. et al 2012].

Η βιομηχανία τροφίμων συντονίζει την υλοποίηση ενός σχεδίου παραγωγής και διάθεσης των καινοτόμων τροφίμων που αναπτύσσονται. Οι βιομηχανίες θα πρέπει να λάβουν υπόψιν τους νέες οδηγίες για την ασφάλεια των καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων καθώς και τη προσθήκη νέων νομοθετικών πλαισίων εκτός από τα υπάρχοντα, ώστε να επικυρωθεί η ασφαλής ανάπτυξη των νέων τροφίμων που προκύπτουν από την ενίσχυση των καθιερωμένων τροφίμων με βιοδραστικά συστατικά και άλλους διατροφικούς παράγοντες.

Συμπερασματικά, η μελέτη επικεντρώνεται αφενός στην παραγωγή ενός καινοτόμου λειτουργικού τροφίμου πλούσιου σε πολυφαινόλες, και αφετέρου στη μελέτη της επίδρασης αυτού του τροφίμου, καθώς και στην κατανάλωση άλλων λειτουργικών τροφίμων και βιο-

λειτουργικών συστατικών, σε δείκτες οστικού μεταβολισμού σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και άντρες με αυξημένα κριτήρια οστεοπόρωσης. Η καινοτομία της μελέτης ήταν ότι για πρώτη φορά έγινε χορήγηση καινοτόμου τροφίμου, πάστας ελιάς με τσάι του βουνού σε εθελοντές και η αλληλεπίδραση μεταξύ των συστατικών.

Τέλος, τα ευρήματα της μελέτης ενισχύουν την ανάγκη για ανάπτυξη νέων βιομηχανικών λειτουργικών τροφίμων, με στόχο την κάλυψη της αυξανόμενης ανάγκης των καταναλωτών για καινοτόμα τρόφιμα, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και βιοδραστικές ενώσεις. Μια μελλοντική πρόβλεψη είναι η συνεργασία με τις εταιρείες παραγωγής ελαιολάδου και προϊόντων ελιάς, όπως πάστα ελιάς για την διεξαγωγή και προώθηση του προϊόντος στην αγορά.

Οι καταναλωτές αναζητούν νέα τρόφιμα με παραδοσιακές και θρεπτικές πρώτες ύλες, ενώ έχουν θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Σύμφωνα με την παρούσα μελέτη, η ανάπτυξη λειτουργικής πάστας ελιάς με τσάι του βουνού και βότανα μπορεί να συμβάλει σε βιοδείκτες που σχετίζονται με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία και κυρίως στην βελτίωση των επιπέδων οστεοπόρωσης και στην μείωση της οστικής πυκνότητας. Επιπλέον, η χρήση παραδοσιακών φυσικών λειτουργικών τροφίμων, όπως οι ελιές, το ελαιόλαδο και τα βότανα, θα μπορούσε να συμβάλει στην καινοτομία στη βιομηχανία τροφίμων μέσω της ανάπτυξης επεξεργασμένων νέων βιο-λειτουργικών τροφίμων με διατροφικούς ισχυρισμούς [Koutelidakis. et al 2016, Galanakis EK et al 2021, Sharifi-Rad M. et al 2020].

Η ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας συνέβαλε σημαντικά στην εξαγωγή ακαδημαϊκών και ερευνητικών αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα της μελέτης στοχεύουν αφενός στην κινητοποίηση της βιομηχανίας τροφίμων για την ανάπτυξη και δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων πλούσιων σε πολυφαινόλες, αφετέρου στη βελτίωση της ποιότητας ζωής λόγω του αυξημένου κινδύνου οστεοπόρωσης και μεταβολικών νοσημάτων [Yi-Chou H et al 2018, Liu HF et al 2013, National Osteoporosis Foundation et al 2010, US Preventive Services Task Force Screening for Osteoporosis et al. 2011, Wright NC et al, 2014].

Βιβλιογραφία

- Abbas M., Saeed F., Anjum F.M., Afzaal M., Tufail T., Bashir M.S., Ishtiaq A., Hussain S. & Suleria H.A.R., (2017), Natural polyphenols: An overview, *International Journal of Food Properties*, 20:8, 1689-1699.
- Abbe´ L´ M.R., Dumais L., Chao E., and Junkins B., (2008), Health Claims on Foods in Canada, The Journal of Nutrition Evidence for Health Claims on Food: How Much Is Enough?, *The Journal of Nutrition*, 138: 1221S–1227S.
- Abuajah C. I., Ogbonna, A. C., & Osuji, C. M., (2015), Functional components and medicinal properties of food: a review, *In Journal of Food Science and Technology*, (Vol. 52, Issue 5, pp. 2522–2529). Springer India.
- Aguilar-Shea A.L., (2021), Vitamin D, the natural way, *Clinical Nutrition ESPEN*, pp. 10-12.
- Albani E., Petrou P. (2020), A systematic review and meta-analysis of vitamin D and calcium in preventing osteoporotic fractures, *Clinical Rheumatology*, 3571-3579.
- Alldritt, I., Whitham-Agut, B., Sipin, M. et al., (2019), Metabolomics reveals diet-derived plant polyphenols accumulate in physiological bone, *Scientific Reports*, 9, 8047.
- Alissa E. M., Gordon A. F., (2012), “Functional Foods and Nutraceuticals in the Primary Prevention of Cardiovascular Diseases”, *Journal of Nutrition and Metabolism*, Volume 2012, 569486.
- Alkhatib A., Tsang C., Tiss A., Bahorun T., Arefanian H., Barake R., Khadir A., Tuomilehto J., (2017), Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management, *Nutrients*, Dec; 9 (12): 1310.
- Aneva I., Zhelev P., Kozuharova E., Danova K., Nabavi S.F., Behzad, S., (2019), Genus *Sideritis*, section *Empedoclia* in southeastern Europe and Turkey – studies in ethnopharmacology and recent progress of biological activities, *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, Jun;27(1):407-21.
- Ansary J., Forbes-Hernández T. Y., Gil E., Cianciosi D., Zhang J., Elexpuru-Zabaleta M., Simal-Gandara J., Giampieri F., & Battino M., (2020), Potential health benefit of garlic based on human intervention studies: A brief overview, *In Antioxidants* (Vol. 9, Issue 7, pp. 1–35). MDPI AG.
- Argyri E., Piromalis S., Koutelidakis A., Kafetzopoulos D., Petsas A. S., Skalkos D., Nasopoulou C., Dimou C., Karantonis H. C., (2021), Olive Paste-Enriched Cookies Exert Increased Antioxidant Activities, *Applied Sciences*, 11(12), 5515.
- Bach-Faig A., Berry E.M., Lairon D., Reguant J., Trichopoulou A., Dernini S., Medina F.X., Battino M., Belahsen R., Miranda G. et al., (2011), Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates, *Public Health Nutrition*, 14, 2274–2284. [CrossRef] [PubMed]

- Bamia C., Trichopoulos D., Ferrari P., Overvad K., Bjerregaard L., Tjønneland A., Halkjær J., Clavel-Chapelon F., Kesse E., Boutron-Ruault M.-C. et al., (2007), Dietary patterns and survival of older Europeans: The EPIC-Eldely Study (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition), *Public Health Nutrition*, 10, 590–598. [CrossRef] [PubMed]
- Banwo K., Olojede A. O., Adesulu-Dahunsi A. T., Verma D. K., Thakur M., Tripathy S., Singh S., Patel A. R., Gupta A. K., Aguilar C. N. et al., (2021), Functional Importance of Bioactive Compounds of Foods with Potential Health Benefits: A Review on Recent Trends, *Food Bioscience.*, 43 (May), 101320.
- Barbagallo M., Veronese N., Dominguez L.G., (2021), Magnesium in Aging, Health and Diseases *Nutrients*, 1-20.
- Benetou V., Orfanos P., Feskanich D., Michaëlsson K., Pettersson-Kymmer U., Byberg L. & de Groot L. M., (2018), Mediterranean diet and hip fracture incidence among older adults: the CHANCES project, *Osteoporosis International*, 29(7), 1591-1599.
- Bennell K., Khan K., & McKay H., (2000), The role of physiotherapy in the prevention and treatment of osteoporosis, *Manual Therapy*, 5(4), 198–213.
- Bliuc D., (2009), Mortality Risk Associated with Low-Trauma Osteoporotic Fracture and Subsequent Fracture in Men and Women. *JAMA, Journal of the American Medical Association*, 301(5), 513.
- Borgeraas H., Johnson L.K., Skattebu J., Hertel J.K. and Hjelmessaeth J. (2018), Effects of probiotics on body weight, body mass index, fat mass and fat percentage in subjects with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, *Obesity Reviews*, 19(2):219-232.
- Britnell S. J., Cole J. V., Isherwood L., Stan M. M., Britnell N., Burgi S., Watson L., (2005), Postural Health in Women: The Role of Physiotherapy, *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 27(5), 493– 500.
- Brown L., Poudyal H., Panchal S.K., (2015), Functional foods as potential therapeutic options for metabolic syndrome, *Obesity Reviews*, 16, 914–941. [CrossRef] [PubMed]
- Brown L., Caligiuri S., Brown D., Pierce G., (2018), Clinical trials using functional foods provide unique challenges, *Journal of Functional Foods*, 45, 233–238. [CrossRef]
- Bulotta S., Celano M., Lepore S. M., Montalcini T., Pujia A.* and Russo D*, (2014), Beneficial effects of the olive oil phenolic components oleuropein and hydroxytyrosol: focus on protection against cardiovascular and metabolic diseases, *Journal of Translational Medicine*, 12:219.
- Burden A. M., Tanaka Y., Xu L., Ha Y.-C., McCloskey E., Cummings S. R., & Glüer C. C., (2020), Osteoporosis case ascertainment strategies in European and Asian countries: a comparative review, *Osteoporosis International*, 32(5): 817–829.

Cade J. E., Burley V. J., Warm D. L., Thompson R. L., Margetts B. M., (2004), Food-Frequency Questionnaires: A Review of Their Design, Validation and Utilisation, *Nutrition Research Reviews*, 17 (1), 5–22.

Caroli A., Poli A., Ricotta D., Banfi G., Cocchi D., (2011), Invited review: dairy intake and bone health. A viewpoint from the state of the art, *Journal Dairy Science* 94:5249-62.

Carlson B. C., Robinson W. A., Wanderman N. R., Sebastian A. S., Nassr A., Freedman B. A., & Anderson P. A., (2019), A Review and Clinical Perspective of the Impact of Osteoporosis on the Spine, *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, 10, 215145931986159.

Charoenngam N., Shirvani A., Holick M.F., (2019), Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know, *Journal of Clinical Orthopedic & Trauma*, 10(6): 1082–1093.

Charoenprasert S. and Mitchell A.*, (2012), Factors Influencing Phenolic Compounds in Table Olives (*Olea europaea*), American Chemical Society, Department of Food Science and Technology, University of California, One Shields Avenue, Davis, California 95616, United States, *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 60, 7081–7095.

Chen X., Jia F., Li Y., Deng Y., Huang Y., Liu W., Jin Q., Ji J., (2020), Nitric oxide-induced stromal depletion for improved nanoparticle penetration in pancreatic cancer treatment, *Biomaterials*, 246:119999.

Chen I.-J., Liu C.-Y., Chiu J.-P., Hsu C.-H., (2016), Therapeutic effect of high-dose green tea extract on weight reduction: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial, *Clinical Nutrition*, 35, 592–599. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Chin K.Y.* and Soelaiman I.N., (2016), Olives and Bone: A Green Osteoporosis Prevention Option, *International Journal Environmental Research Public Health*, 13, 755.

Chrysohoou C., Skoumas J., Pitsavos C., Masoura C., Siasos G., Galiatsatos N., Mamatas S., (2011), Long-term adherence to the Mediterranean diet reduces the prevalence of hyperuricaemia in elderly individuals, without known cardiovascular disease: the Ikaria study, *Maturitas*, 70(1), 58-64.

Chung L. Y., (2006), The antioxidant properties of garlic compounds: Ayl cysteine, alliin, allicin, and allyl disulfide, *Journal of Medicinal Food*, 9(2), 205–213.

Clynes M. A., Harvey N. C., Curtis E. M., Fuggle N. R., Dennison E. M., & Cooper C., (2020), The epidemiology of osteoporosis, *British Medical Bulletin*, 133(1): 105–117.

Cosman F. & de Beur S. J. & LeBoff M. S. & Lewiecki E. M. & Tanner B. & Randall S. & Lindsay R., (2014), Clinician’s Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis, *Osteoporosis International* 25(10), 2359–2381.

Curtis J. R., Arora T., Matthews R. S., Taylor A., Becker D. J., ColonEmeric C., Safford M. M., (2010), Is Withholding Osteoporosis Medication After Fracture Sometimes Rational? A Comparison of the Risk for Second Fracture Versus Death, *Journal of the American Medical Directors Association*, 11(8), 584–591.

Dempster D., (2011), Osteoporosis and the Burden of Osteoporosis Related Fractures, *The American Journal of Managed Care*, 2011;17:S164-S169.

Dermience M., Lognay G., Mathieu F., Goyens P., (2015), Effects of thirty elements on bone metabolism, *Journal of Trace Elements in Medicine Biology*, 32:86-106.

Devasagayam T.P. a et al., (2004), Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects, *The Journal of the Association of Physicians of India*, 52(October), pp.794–804.

Dimakopoulos I., Magriplis E., Mitsopoulou A.V., Karageorgou D., Bakogianni I., Micha R., Michas G., Chourdakis M., Ntouroupi T., Tsaniklidou S.M., Argyri K., Panagiotakos D.B., Zampelas A., (2019), Association of serum vitamin D status with dietary intake and sun exposure in adults, *Clinical Nutrition, ESPEN*, volume 34, p.23-31.

Dimou C., Koutelidakis A.E., (2016), (A). From pomegranate processing by products to innovative value added functional ingredients and bio-based products with several applications in food sector, *BAOJ Biotechnology*, 3(1):025.

Dimou C., Koutelidakis A.E., (2016), (B). Grape pomace: A challenging renewable resource of bioactive phenolic compounds with diversified health benefits, *MOJ Food Processing and Technology*, 3(1):00065.

Dimou C., Koutelidakis A.E., (2016), (Γ). Value added alternatives of winemaking process residues: A health based oriented perspective, *BAOJ Biotechnology*, 2(3):016.

Dimou C., Koutelidakis A.E., Nasopoulou C., Karantonis C., (2017), Current trends and emerging technologies in biopigment production processes: Industrial food and health applications. *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food Science* 1(2): 33-46.

Elders P. J. M. *, Merlijn T., Swart K. M. A., van Hout W., van der Zwaard B. C., Niemeijer C., Heymans M. W., van der Heijden A. A., Rutters F., van der Horst H. E., Lips P., Netelenbos J. C. and van Schoor N. M., (2017), Design of the SALT Osteoporosis Study: a randomised pragmatic trial, to study a primary care screening and treatment program for the prevention of fractures in women aged 65 years or older, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18:424.

Elmaliklis, I.N., Liveri A., Ntelis B., Paraskeva K., Goulis I., Koutelidakis A., (2019), Increased Functional Foods' Consumption and Mediterranean Diet Adherence May Have a Protective Effect in the Appearance of Gastrointestinal Diseases: A Case–Control Study, *Medicines*, 6, 50. [CrossRef]

Filip R., Possemiers S., Heyerick A., Pinheiro I., Raszewski G., Davicco M.J., Coxam V., (2015), Twelve-Month consumption of a polyphenol extract from olive (OLEA EUROPAEA) in a double blind, randomized trial increases serum total osteocalcin levels and improves serum lipid profiles in postmenopausal women with osteopenia, *Journal Nutrition Health Aging*, Volume 19, Number 1.

Finicelli M., Squillaro T., Cristo F. D., Salle A. D., Melone M. A. B., Galderisi U., Peluso G., (2018), Metabolic syndrome, Mediterranean diet, and polyphenols: Evidence and perspectives, *Journal of Cellular Physiology*, No. September 1-20.

Franke A. A., Cooney R. V., Henning S. M., & Custer L. J., (2005), Bioavailability and antioxidant effects of orange juice components in humans, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(13), 5170–5178.

Fulzele S., Chothe P., Sangani R., et al., (2013), Sodium-dependent vitamin C transporter SVCT2: expression and function in bone marrow stromal cells and in osteogenesis, *Stem Cell Research (Amst)*, 10: 36–47.

García-Martínez O., Rivas A., Ramos-Torrecillas J., De Luna-Bertos E., Ruiz C., (2014), The effect of olive oil on osteoporosis prevention, *International Journal Food Science Nutrition*, 65(7):1-7.

Garfin S. R., & Reilley M. A., (2002), Minimally invasive treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures, *The Spine Journal*, 2(1), 76–80.

Garnero P. and Cremers S., (2020), Bone turnover markers, *Principles of Bone Biology*, pp. 1801-1832.

Goetzke B., Nitzko S., Spiller A., (2014), Consumption of Organic and Functional Food. A Matter of Well-Being and Health?, *Appetite*, 77, 96–105.

González-Burgos E., Carretero M.E., Gómez-Serranillos M.P., (2011), Sideritis spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities-a review, *Journal Ethnopharmacology* May;135(2):209-25.

Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., Najman K., Drzewiecki J., Cvikrová M., Martincová O., Katrich E., & Trakhtenberg S., (2008), Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(12), 4418–4426.

Granado-Lorencio F., Hernández-Alvarez E., (2016), Functional Foods and Health Effects A Nutritional Biochemistry Perspaective, *Current Medicinal Chemistry*, Volume 23, Issue 26, [2929-2957].

Gu C., Howell K., Dunshea F. R., & Suleria H. A. R., (2019), LC-ESI-QTOF/MS Characterisation of Phenolic Acids and Flavonoids in Polyphenol-Rich Fruits and Vegetables and Their Potential Antioxidant Activities, *Antioxidants*, 8(9), 405.

Gui J.-C. & Brašić J. R. & Liu X.-D. & Gong G.-Y. & Zhang G.-M. & Liu C.-J. & Gao G.-Q., (2012), Bone mineral density in postmenopausal Chinese women treated with calcium fortification in soymilk and cow's milk, *Osteoporosis International*, 23:1563–1570.

Guiné R. P. F., Florença S. G., Barroca M. J., Anjos O., (2020), The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development, *Foods*, 9 (9), 3–5.

Guldiken B., Ozkan G., Catalkaya G., Ceylan F.D., Ekin Yalcinkaya I., Capanoglu E., (2018), Phytochemicals of herbs and spices: Health versus toxicological effects, *Food & Chemical Toxicology*, S0278-6915(18)30350-8 .

Gutiérrez-Grijalva E. P., Picos-Salas M. A., Leyva-López N., Criollo-Mendoza M. S., Vazquez-Olivo G. and Heredia J. B., (2018), Flavonoids and Phenolic Acids from Oregano: Occurrence, Biological Activity and Health Benefits, *Plants*, 7, 2.

Hamdan M., Monteagudo C., Lorenzo-Tovar M. L. Tur J. A. Olea-Serrano F., Mariscal-Arcas M., (2013), Development and Validation of a Nutritional Questionnaire for the Palestine Population, *Public Health Nutrition*, 17 (11), 2512–2518.

Hamid, et al., (2010), Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications, *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 4(8), pp.142– 151.

Hemilä H., (2017), Vitamin C and Infections, *Nutrients*, 9, 339.

Hilton J., (2017), Growth Patterns and Emerging Opportunities in Nutraceutical and Functional Food Categories: Market Overview, *Elsevier*, p.1-28.

Hołowko-Ziółek J., Biliński J., Basak G. W., Stachowska E., (2020), What Model of Nutrition Can Be Recommended to People Ending Their Professional Sports Career? An Analysis of the Mediterranean Diet and the CRON Diet in the Context of Former Athletes, *Nutrients*, 1-15.

Hu Y., Kou G., Chen Q., Li Y., Zhou Z., (2019), Protection and Delivery of Mandarin (Citrus Reticulata Blanco) Peel Extracts by Encapsulation of Whey Protein Concentrate Nanoparticles. *Lwt, Food Science & Technology*, 99 (May 2018), 24–33.

Huy L.A., He H. & Pham-Huy C., (2008), Free radicals, antioxidants in disease and health, *International journal of biomedical science*, 4(2), pp.89–96.

Ikhatib A., Tsang C., Tiss A., Bahorun T., Arefanian H., Barake R., Khadir A., Tuomilehto J., (2017), Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management, *Nutrients*, 1;9(12):1310.

Janssens P., Hursel R., Westerterp-Platenga M., (2016), Nutraceuticals for body-weight management: The role of green tea catechins, *Physiology & Behaviour*, 162, 83-87.

Jędrusek-Golińska A., Górecka D., Buchowski M., Wieczorowska-Tobis K., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszka K., (2020), Recent Progress in the Use of

Functional Foods for Older Adults: A Narrative Review, *Comprehensive Reviews Food Science Food Safety*, 19 (2), 835–856.

Jennings A., Cashman K. D., Gillings R., Cassidy A., Tang J., Fraser W., Dowling K. G., Hull G. L.J., Berendsen A. A.M., Groot L., Pietruszka B., Wierzbicka E., Ostan R., Bazzocchi A., Battista G., Caumon E., Meunier N., Malpuech-Brugère C., Franceschi C., Santoro A., and Fairweather-Tait S. J., (2018), A Mediterranean-like dietary pattern with vitamin D3 (10 µg/d) supplements reduced the rate of bone loss in older Europeans with osteoporosis at baseline: results of a 1-y randomized controlled trial, Printed in USA. © 2018 American Society for Nutrition, *American Journal Clinical Nutrition*, 108:1–8.

Jordan K. M., & Cooper C., (2002), Epidemiology of osteoporosis, *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 16(5), 795–806.

Kabel A.M., (2014), Free Radicals and Antioxidants: Role of Enzymes and Nutrition, *World Journal of Nutrition and Health*, 2(3), pp.35–38.

Kafatos A., Verhagen H., Moschandreas J., Apostolaki I., Westerop J.J.M., (2000), Mediterranean diet of crete: Foods and nutrient content, *Journal of the American Dietetic Association*, 100, 1487–1493. [CrossRef]

Kandyliari A., Elmalikis I.-N., Kontopoulou O., Tsafkopoulou M., Komninou G., Ntzatha C., Petsas A., Karantonis C., Koutelidakis A., (2021), An Epidemiological Study Report on the Antioxidant and Phenolic Content of Selected Mediterranean Functional Foods, Their Consumption Association with the Body Mass Index, and Consumers Purchasing Behavior in a Sample of Healthy Greek Adults, *Applied Sciences*, 11(17), 7818.

Karadag A., Ozelik B., Saner S., (2009), Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities, *Food Analytical Methods*, 2 (1), 41–60.

Katsiardanis K., Diamantaras A. A., Dessypris N., Michelakos T., Anastasiou A., Katsiardani K. P., & Petridou E. T., (2013), Cognitive impairment and dietary habits among elders: the Velestino Study, *Journal of medicinal food*, 16(4), 343-350.

Kayaniyil S., Vieth R., Harris S. B., Retnakaran R., Knight J. A., Gerstein H. C., Perkins B. A., Zinman B., Hanley A. J., (2011), Association of 25(OH)D and PTH with metabolic syndrome and its traditional and nontraditional components, *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96: 168-175.

Kennedy E.T., Ohls J., Carlson S., Fleming K., (1995), The Healthy Eating Index: design and applications, *Journal American Diet association*, 95(10): p. 1103-8.

Kim M.H. & Lee H.J., (2016), Osteoporosis, vitamin C intake, and physical activity in Korean adults aged 50 years and over, *Journal of Physical Therapy Science* 28, 725–730.

Koleva I., Linssen J.P.H., Van Beek T.A., Evstatieva L.N., Kortenska V., Handjieva N., (2003), Antioxidant activity screening of extracts from *Sideritis* species (Labiatae) grown in Bulgaria, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 809–819.

Koutelidakis A.E., Alexatou O., Kousaiti S., Grets E., Sampani A. and Giaginis C. (2017), Higher adherence to Mediterranean diet prior to pregnancy is associated with decreased risk for deviation from the recommended gestational weight gain. *International Journal of Food Science and Nutrition*, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 69(1):84-92.

Koutelidakis A. & Kapsokefalou M., (2012), Holistic approaches of tea bioactivity: Interactions of tea and meal components studied *in vitro* and *in vivo*. In tea in health and disease prevention, *Elsevier*, Chapter: 36, p.p. 437-447.

Lambert C., Cubedo J., Padró T., Sánchez-Hernández J., Antonijoan R.M., Perez A., Badimon L., (2017), Phytosterols and Omega 3 Supplementation Exert Novel Regulatory Effects on Metabolic and Inflammatory Pathways: A Proteomic Study, *Nutrients*, 9(6): 599.

Lee J., Koo N. & Min D.B., (2004), Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3(1), pp.21–33.

Liu H.F., Yang L., He H.C., Zhou J., Liu Y., Wang C.Y., Wu Y. C. and He C.-Q., (2013), Pulsed electromagnetic fields on postmenopausal osteoporosis in southwest China: a randomized, active-controlled clinical trial, *Bioelectromagnetics*, 34:323–332.

Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N., (2010), Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health, *Pharmacognosy Reviews*, 4, p.118.

Makita K., (2017), Calcium and bone metabolism across women's life stages Nutritive therapy for improvement of bone, *Clinical Calcium*, 27(5):723-732.

Maređziak M., Śmieszek A., Chrzęstek K., Basinska K., & Marycz K., (2015), Physical Activity Increases the Total Number of Bone-Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells, Enhances Their Osteogenic Potential, and Inhibits Their Adipogenic Properties, *Stem Cells International*, 2015, 1– 11.

Marín A., Rubio J. S., Martínez V., & Gil M. I., (2009), Antioxidant compounds in green and red peppers as affected by irrigation frequency, salinity and nutrient solution composition, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8), 1352–1359.

Mariscal-Arcas M., Rivas A., Velasco J., Ortega M., Caballero A. M., Olea-Serrano F., (2008), Evaluation of the Mediterranean diet Quality Index (KIDMED) in children and adolescents in Southern Spain, *Public Health Nutrition*: 12(9),1408-1412.

Martinez O.G., Rivas A., Torrecillas J.R., Luna-Bertos E., Ruiz C., (2014), The effect of olive oil on osteoporosis prevention, *Journal Food Science & Technology*, *International Journal of Food Science & Nutrition*, Early Online: 1–7, Informa UK Ltd.

Martirosyan D., Singh J., (2015), A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique?, *Functional Foods in Health and Disease. FFHD*, 5, 209–223. [CrossRef]

Martirosyan D., Miller E., (2018), Bioactive Compounds: The Key to Functional Foods, *Bioactive Compounds in Health & Diseases*, 1 (3), 36. 203.

Mentella M.C., Scaldaferri F., Ricci C., (2019), Gasbarrini A, Miggiano GAD. Cancer and Mediterranean Diet: A Review, *Nutrients*, 11(9): 2059.

Migliorini F., Maffulli N., Spiezia F., Tingart M., Peretti G.M. and Riccardo G., (2021), Biomarkers as therapy monitoring for postmenopausal osteoporosis: a systematic review, *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 16:318.

Min M., Bunt C. R., Mason S. L., Hussain M. A., (2019), Non-Dairy Probiotic Food Products: An Emerging Group of Functional Foods, *Critical Review in Food Science & Nutrition*, 59 (16), 2626–2641.

Mitsou E. K., Kakali A., Antonopoulou S., Mountzouris K. C., Yannakoulia M., Panagiotakos D. B., & Kyriacou A., (2017), Adherence to the Mediterranean diet is associated with the gut microbiota pattern and gastrointestinal characteristics in an adult population, *British Journal of Nutrition*, 117(12), 1645-1655.

Mori, G., D'Amelio, P., Faccio, R. and Brunetti, G., 2015. Bone-Immune Cell Crosstalk: Bone Diseases, *Journal of Immunology Research*, 2015, pp. 1-11.

Nieves J.W., (2005), Osteoporosis: the role of micronutrients, *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5): p.1232S-1239S.

Ntrigiou V., Ntrigios I., Rigopoulos N., Dimou C., Koutelidakis A., (2019), Functional food consumption correlates with anthropometric characteristics and body composition in healthy adults, *Current Topics in Nutraceutical Research*, 18, 279–288.

Panagiotakos D.B., Pitsavos C., Stefanadis C., (2006), Dietary patterns: a Mediterranean diet score and its relation to clinical and biological markers of cardiovascular disease risk, *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 16(8):559-568.

Papagianni O., Loukas T., Magkoutis A., Biagki T., Skalkos D., Kafetzopoulos D., Dimou M. C., Karantonis C., *Koutelidakis E. A., (2020), Postprandial bioactivity of spread cheese, enhanced with mountain tea and orange peel extract, in healthy volunteers: A crossover pilot intervention study, 55th Annual Meeting of the European Diabetes Epidemiology Group of the EASD (EDEG), Online, 26–27/4/2020, *Proceedings*, 70(1), 19.

Papagianni, O., Moulas, I., Loukas, T., Magkoutis A., Skalkos D., Kafetzopoulos D., Dimou C.M., Karantonis H. C., *Koutelidakis A. E., (2021), Trends in Food Innovation: An Interventional Study on the Benefits of Consuming Novel Functional Cookies Enriched with Olive Paste, *Sustainability*, 13(20), 11472.

Peacock M., (2010), Calcium Metabolism in Health and Disease, *Clinical Journal American Society of Nephrology* 5: S23–S30.

Pereira G.A.P., Genaro P.S., Santos L.C., Sarkis K.S., Pinheiro M.M., Szejnfeld V.L., Schuch N.J., Martini L.A., (2009), Validation of a food frequency questionnaire for women with osteoporosis, *The Journal of nutrition, Health & Aging*, volume13(5).

Pico J., Pismag R. Y., Laudouze M., Martinez M. M., (2020), Systematic Evaluation of the Folin-Ciocalteu and Fast Blue BB Reactions during the Analysis of Total Phenolics in Legumes, Nuts and Plant Seeds, *Food & Function*, 11 (11), 9868–9880.

Pljevljakušić D., Šavikin K., Janković T., Zdunić G., Ristić M., Godjevac D., Konić-Ristić, (2011), A. Chemical properties of the cultivated *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr. subsp. *Raeseri*, *Food Chemistry* , 124, 226–233. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Ponda M.P., Dowd K., Finkelstein D., Holt P.R., and Breslow J.L., (2012), The short-term effects of vitamin D repletion on cholesterol, *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, Volume 32, Issue 10, October Pages 2510-2515.

Position Statement, (2010), Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2010 position statement of The North American Menopause Society, *Menopause: The Journal of The North American Menopause Society*,17(1), 25-54.

Puel C., Coxam V., Davicco M.J., (2007), Mediterranean diet and osteoporosis prevention, *Medicine Science (Paris)*, 23(8-9):756-760.

Ryan D., Antolovich M., Prenzler, P.D., Robards, K. and Lavee, S., (2002), Biotransformations of phenolic compounds in *Olea europea* L., *Scientia Horticulturae* 92, 147-176.

Quattrini S., Pampaloni B., Gronchi G., Giusti F., Brandi M. L., (2021), The Mediterranean Diet in Osteoporosis Prevention: An Insight in a Peri- and Post-Menopausal Population, *Nutrients*, pp. 1-10.

Sahu P.K., Ramisetty N. R., Cecchi T., Swain S., Patro C.S.,Panda J., (2018), An overview of experimental designs in HPLC method development and validation, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 147, 590-611.

Samanidou, Tsagiannidi, (2012), Simultaneous determination of polyphenols and major purine alkaloids in Greek *Sideritis* species, herbal extracts, green tea, black tea, and coffee by high-performance liquid chromatography-diode array detection, *Journal of Separation Science*, 35(4):608-15.

Sarris J., et al., (2011), Herbal medicine for depression, anxiety and insomnia: A review of psychopharmacology and clinical evidence, *European Neuropsychopharmacology*, 21(12): p. 841-860.

Saura-Calixto F., Goñi I., (2009), Definition of the mediterranean diet based on bioactive compounds, *Critical Review in Food Science & Nutrition*, 49, 145–152. [CrossRef] [PubMed]

Scalbert A., Johnson I.T., Saltmarsh M., (2005), Polyphenols: antioxidants and beyond, Printed in USA. © 2005 American Society for Clinical Nutrition, *American Journal Clinical Nutrition* 81(suppl):215S–7S.

Serafini M., Peluso I., (2016), Functional Foods for Health The Interrelated Antioxidant and Anti-Inflammatory Role of Fruits Vegetables Herbs Spices and Cocoa in Humans *Current Pharmaceutical Design*, 22(44): 6701–6715.

Shahidi F., (2000), Antioxidants in food and food antioxidants, *Nahrung*, 44, 158–163.

Shizimu M., (2012), Functional Food in Japan: Current Status and Future of Gut-Modulating Food, *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol. 20, Suppl. 1, Pages 213-216.

Shori A.B. (2020), Inclusion of phenolic compounds from different medicinal plants to increase α -amylase inhibition activity and antioxidants in yogurt, *Journal of Taibah University for Science* 14, 1000–1008. [Google Scholar] [CrossRef]

Siddeeg A., AlKehayez N. M., Abu-Hiamed H. A., Al-Sanea E. A., AL-Farga A. M., (2021), Mode of Action and Determination of Antioxidant Activity in the Dietary Sources: An Overview, *Saudi Journal of Biological Science*, 28 (3), 1633–1644.

Singh O., et al., (2011), Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview, *Pharmacognosy reviews*, 5(9): p. 82-95.

Skalkos D., Kosma I. S., Chasioti E., Skendi A., Papageorgiou M., Guiné R. P. F., (2021), Consumers' Attitude and Perception toward Traditional Foods of Northwest Greece during the COVID-19 *Pandemic*, *Applied Science*, 11 (9).

Skenderidis P., Kerasioti E., Karkanta E., Stagos D., Kouretas D., Petrotos K., Hadjichristodoulou C., Tsakalof A., (2018), Assessment of the antioxidant and antimutagenic activity of extracts from goji berry of Greek cultivation, *Toxicology Reports*, 5, 251–257. [Google Scholar] [CrossRef]

Škrovánková S., Mišurcová L. and Machů L., (2012), Antioxidant Activity and Protecting Health Effects of Common Medicinal Plants, *Advances in Food and Nutrition Research*, 67, pp. 75-124.

Soumya N. P. P., Mini S., Sivan S. K., (2021), Mondal, S. Bioactive Compounds in Functional Food and Their Role as Therapeutics, *Bioactive Compounds in Health & Disease*, 4 (3), 24–39.

Stinco C. M., Baroni M. V., Di Paola Naranjo R. D., Wunderlin D. A., Heredia F. J., Meléndez-Martínez A. J., & Vicario I. M., (2015), Hydrophilic antioxidant compounds in orange juice from different fruit cultivars: Composition and antioxidant activity

evaluated by chemical and cellular based (*Saccharomyces cerevisiae*) assays, *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 1–10.

Srivastava J. K., Shankar E. and Gupta S., (2010), Chamomile: A herbal medicine of the past with a bright future (Review), *Molecular Medicine REPORTS*, 3: 895-901.

Steinemann N., Grize L., Ziesemer K., Kauf P., Probst-Hensch N., Brombach C., (2017), Relative Validation of a Food Frequency Questionnaire to Estimate Food Intake in an Adult Population, *Food Nutrition Research*, 61 (1).

Sun L.L., Li B.L., Xie H.L., et al., (2014), Associations between the dietary intake of antioxidant nutrients and the risk of hip fracture in elderly Chinese: a case-control study, *British Journal of Nutrition* 112, 1706–1714.

Tabatabai L. S., Sellmeyer D. E., (2020), Nutritional Supplements and Skeletal Health, *Current Osteoporosis Reports*, 1-11.

Tella S.H., Gallagher J.C. (2014), Prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis, *Journal Steroid Biochemical Molecular Biology*, 142:155-70.

Topolska K., Florkiewicz A., (2021), Filipiak-florkiewicz A., Functional Food — Consumer Motivations and Expectations, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5327.

Triantaphyllou K., Blekas G., & Boskou D., (2001), Antioxidative properties of water extracts obtained from herbs of the species of Lamiaceae, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 52, 313–317.

Trichopoulou A., Martinez-Gonzalez M. A., Tong T. Y., Forouhi N. G., Khandelwal S., Prabhakaran D., Mozaffarian D. and Lorgeril M., (2014), "Definitions and potential health benefits of the Mediterranean diet: views from experts around the world.", *BMC Medicine*, 12: 112.

Trichopoulou A., Costacou T., Bamia C., & Trichopoulos D., (2003), Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population, *New England Journal of Medicine*, 348(26), 2599-2608.

Tunalier Z., Kosar M., Ozturk N., Baser K.H.C., Duman H., Kirimer N., (2004), Antioxidant properties and phenolic composition of *Sideritis* species, *Chemistry of Natural Compounds*, 40, 206–210.

Ulewicz-Magulska B., Wesolowski M., (2018), Total Phenolic Contents and Antioxidant Potential of Herbs Used for Medical and Culinary Purposes, *Plant Foods Human Nutrition*, 74, 61–67. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)][[Green Version](#)]

U. S. Preventive Services Task Force Screening for Osteoporosis: U. S. Preventive Services Task Force recommendation statement, (2011), *Annals of Internal Medicine* 154:356–64.

Vander Y., Nijhuis A., Smeyers-Verbeke J., Vandeginste B.G.M., Massart D.L., (2001), Guidance for robustness: ruggedness tests in method validation, *Journal of Pharmaceutical Biomedical Analysis*, 24 723-753.

Veasey R., Haskell-Ramsay C., Kennedy D., Wishart K., Maggini S., Fuchs C., & Stevenson E., (2015), The Effects of Supplementation with a Vitamin and Mineral Complex with Guaraná Prior to Fasted Exercise on Affect, Exertion, Cognitive Performance and Substrate Metabolism: A Randomized Controlled Trial, *Nutrients*, 7(8):6109-27.

Vidushi Y., Meenakshi B., (2017), A review on HPLC method development and validation, *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, *Journal Home Page*, <http://www.rjlbpcs.com>.

Vignini A., Nanetti L., Raffaelli F., Sabbatinelli J., Salvolini E., Quagliarini V., Cester N., Mazzanti L., (2017), Effect of 1-y oral supplementation with vitaminized olive oil on platelets from healthy postmenopausal women, *Nutrition*, 42:92-98.

Wactawski-Wende J., Kotchen J.M., Anderson G.L., Assaf A.R., Brunner R.L., O’Sullivan M.J., et al., (2006), Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of colorectal cancer, *New England Journal of Medicine*, 354:684-96.

Wallace C. A., Holyoak L., Powell S. C., Dykes F. C., (2014), HACCP The difficulty with Hazard Analysis, *Food Control*, Volume 35, Issue 1, 233-240.

Wang Y., Liu X.J., Robitaille L., Eintracht S., MacNamara E., Hoffer L.J., (2013), Effects of vitamin C and vitamin D administration on mood and distress in acutely hospitalized patients, *American Journal of Clinical Nutrition*, 98, 705–711. [CrossRef] [PubMed]

Ward K.A., Prentic A., Kuh D.L., et al., (2016), Life course dietary patterns and bone health in later life in a British Birth Cohort Study, *Journal of Bone and Mineral Research* 31, 1167–1176.

Weaver C., Gordon C., Janz K., Kalkwarf H., Lappe J., Lewis R., O’Karma M., Wallace T. and Zemel B., (2016), The National Osteoporosis Foundation’s position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations, *Osteoporosis International*, 27(4), pp. 1281-1386.

Weitzmann M. N., & Ofotokun I., (2016), Physiological and pathophysiological bone turnover — role of the immune system, *Nature Reviews Endocrinology*, 12(9), 518–532.

Widmer R.J., Flammer A.J., Lerman L.O., Lerman A., (2014), “The Mediterranean Diet, its Components, and Cardiovascular Disease”, *The American Journal of Medicine*, 8(3):229-38.

Wojdyło A., Oszmiański J., Czemerys R., (2007), Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in 32 Selected Herbs, *Food Chemistry*, 105 (3), 940–949.

Wright N.C., Looker A., Saag K., Curtis J.R., Dalzell E.S., Randall S., Dawson-Hughes B., (2014), 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, *Journal of Bone & Mineral Research*, (11):2520-6 .

Yan F., Azizi A., Janke S., Schwarz M., Zeller S., & Honermeier B., (2016), Antioxidant capacity variation in the oregano (*Origanum vulgare* L.) collection of the German National Genebank, *Industrial Crops and Products*, 92, 19–25.

Yannakoulia M., Kontogianni M., Scarmeas N., (2015), Cognitive health and Mediterranean diet just diet or lifestyle pattern?, *Ageing Research Reviews*, 20:74-8.

Yashimi Y., (2010), Nutrition and bone health Magnesium and bone, *Clinical Calcium* (5):762-7.

Yi-Chou H., Wu C.C., Liao M.T., Shyu J.F., Hung C.F., Yen T.H., Lu C.L., Lu K.C., (2018), Role of Nutritional Vitamin D in Osteoporosis Treatment, *Clinica Chimica Acta*, 84:179-191.

Zaki M. E., Hussien F. H., & El Banna R. A. E.-S., (2009), Osteoporosis among ancient Egyptians, *International Journal of Osteoarchaeology*, 19(1), 78–89.

Zarbà C., Chinnici G., D’Amico M., (2020), Novel Food: The Impact of Innovation on the Paths of the Traditional Food Chain, *Sustainability*, 12 (2).

Zhou H., Chen D., Dunstan C. and Seibel M., (2008), Bone Metabolism, *Encyclopedia of Molecular Pharmacology*, pp. 276-283.

Zujko M.E.*, Witkowska A.M., Waśkiewicz A., Piotrowski W. and Terlikowska K.M., (2015), Dietary antioxidant capacity of the patients with cardiovascular disease in a cross-sectional study, *Nutrition Journal*, 14:26.

Żyżelewicz D., Kulbat-Warycha K., Oracz J., Żyżelewicz K., (2020), Polyphenols and other bioactive compounds of sideritis plants and their potential biological activity, *Molecules*, (16):3763.

Ελληνική Βιβλιογραφία, Πτυχιακές Εργασίες

Αλμπουνιώτη Κ., (2022), Προσδιορισμός βιοδραστικού προφίλ και βιοδιαθεσιμότητας μέσω *in vitro* πέψης καινοτόμου λειτουργικού τυριού τύπου spread, ενισχυμένου με εκχυλίσματα βοτάνων και άγριων χόρτων του Βορείου Αιγαίου, Βιβλιοθήκη Πανεπιστημίου Αιγαίου - Determination of bioactive profile and bioavailability through *in vitro* digestion of an innovative functional cheese spread, fortified with extracts of herbs and wild grasses of the North Aegean, Library of University of the Aegean.

Καλλιπολίτη Ι., Χριστοδούλου Ν., (2019), Δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών αλειφόμενων τυριών με εκχυλίσματα ελληνικών βοτάνων και αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής τους δραστηριότητας - Creation of innovative functional cheese spreads with

extracts of Greek herbs and evaluation of their antioxidant activity, Library of University of the Aegean.

Μηνιώτη Α., (2009), Ανάπτυξη νέων μεθόδων προσδιορισμού ολικής αντιοξειδωτικής ενεργότητας και εφαρμογή στο ελαιόλαδο, Development of new methods of total antioxidant activity and application to olive oil, Βιβλιοθήκη Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Μπουσδούνη Π., (2022), Μελέτη βιοδιαθεσιμότητας αντιοξειδωτικών και ολικών φαινολικών συστατικών σε βότανα του Βορείου Αιγαίου μέσω *in vitro* πέψης και παραγωγή ενισχυμένου προϊόντος γιαουρτιού, Βιβλιοθήκη Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών - Bioavailability of antioxidants and total phenolic components in herbs of the North Aegean after *in vitro* digestion and yogurt fortification, Library of Agricultural University of Athens.

Πετρίδης Α., (2012), Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν τη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης σε ιστούς και όργανα της ελιάς, Study of factors affecting free concentration in tissues and organs of olive (*Olea europaea* L.) Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή.

Διεθνής Βιβλιογραφία, Βιβλία

Καλδρυμίδης Φ., Τρόβας Γ., Γώγου Α., Σκαραντάβος Γ., (2004), Οστεοπόρωση. Αθήνα.

Komatsu N. and Takayanagi H., (2020), T Cells in The Regulation of Bone Metabolism. *Encyclopedia of Bone Biology*, pp. 12-19.

Koutelidakis A., Dimou C., (2016), The effects of functional food and bioactive compounds on biomarkers of cardiovascular diseases. In *Functional Foods Text Book*, 1st edition; Martirosyan D., Ed.; Functional Food Center: Dallas, TX, USA, pp. 89–117. Available online: <https://www.amazon.com/Functional-Foods-Chronic-Diseases-Textbook/dp/1536919438> (accessed on 15 February 2019).

Κουτελιδάκης Α., (2015), *Functional Foods*.

Κουτελιδάκης Α., (2015), *Functional Foods: their role in promoting health. ZITI Publications*.

Κουτελιδάκης Α., (2019), *Functional Foods: Their role in health promotion. Publications "Pelagia Ziti and CO O.E."*. ISBN: 978-960-456-425-5.

Kyritsakis A., (2007), *Olive Oil – Conventional and Organic, Edible Olive – Olive Paste, 4th edition*, Thessaloniki.

Watson R. R., (2017), *Nutrition and Functional Foods for healthy aging, e-book*, ISBN: 978-0-12-805376-8.

Willett W., (2013), *Nutritional Epidemiology, 3d ed.; Oxford University Press: Oxford*.

Yegin S., Kopec A., Kitts D.D. and Zawistowski J., (2020), Dietary fiber: a functional food ingredient with physiological benefits, *book: Dietary Sugar, Salt and Fat in Human Health*. © 2020 Elsevier Inc. All rights reserved 531-555.

Zemel M. et al., (2004), The revolutionary diet discovery that will help you lose weight faster, The calcium key.

Διαδικτυακές Πηγές

Bryant L., (2019), Osteoporosis and Osteopenia – Vitamin Therapy for stronger bones. *e-book*, 1st Edition, Chicago

Codex Committee on Food Hygiene, (2009)

Dawson E. G., MD, (2015), Osteoporosis: The Silent Thief. SpineUniverse, <https://www.spineuniverse.com/conditions/osteoporosis/osteoporosis-silentthief>

Grain Works, (2014), Osteoporosis – Osteoporosis, build bone density and regain your life, e-book

Mayo C., (2021), Osteoporosis - Symptoms and causes. [online] Available at: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/osteoporosis/symptoms-causes/syc-20351968>

Morrison W., (2021), Healthline. Everything You Need to Know About Osteoporosis. [online] Available at: <https://www.healthline.com/health/osteoporosis>

Mundell E. et al, (2021), FDA Approves New Osteoporosis Treatment. <https://www.webmd.com/osteoporosis/news/20190409/fda-approves-new-osteoporosis-treatment>

National Osteoporosis Foundation. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis [Internet]. Washington, DC, (2010), National Osteoporosis Foundation; Jan [cited 2012 Feb 16]. Available from: http://www.nof.org/sites/default/files/pdfs/NOF_Clinician-Guide2009_v7.pdf

National Osteoporosis Foundation, (2021), Learn What Osteoporosis Is and What It's Caused by. [online] Available at: <https://www.nof.org/patients/what-is-osteoporosis/>

Nikolopoulos D., (2021), «what is osteoporosis» <https://www.nikolopoulosdimitrios.com/osteoporosi/>

Osteoporosis health center, *webMD*, (2021), [online]

Papagianni O., Staramou A., Rigopoulos N., Dimou C., Koutelidakis A., [Development and Validation of a Functional Foods Frequency Questionnaire for Greek Adults | Request PDF \(researchgate.net\)](#)

Sweet M., Sweet J., Jeremiah M. and Galazka S., (2021), Diagnosis and Treatment of Osteoporosis. <https://www.aafp.org/afp/2009/0201/p193.html>

Takata S., Yasui N., (2001), Disuse Osteoporosis. *Journal of Medical Investigation*, 48: 147-156 doi: <file:///C:/Users/User/Downloads/LID201112052004.pdf>

Yochana K., (2016), Preventing and Treating Osteoporosis: The complete guide Volume I:
Lifestyle and Nutrition, e-book

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΦΟΡΜΑ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΦΟΡΜΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΣΥΝΤΟΜΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ

Συσχέτιση της συχνότητας κατανάλωσης βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών και του βαθμού υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής με δείκτες οστικού μεταβολισμού σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογηθεί η επίδραση διαφόρων διατροφικών προτύπων, όπως ο βαθμός υιοθέτησης της μεσογειακής διατροφής, καθώς και η συχνότητα κατανάλωσης συγκεκριμένων βιολειτουργικών τροφίμων και συστατικών, όπως οι πολυφαινόλες, η βιταμίνη C και η βιταμίνη D, σε δείκτες οστικού μεταβολισμού και ανθρωπομετρικούς δείκτες σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης. Οι εθελοντές θα συμπληρώσουν ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού, διατροφικών συνηθειών και μεσογειακής διατροφής, συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων και διαιτητική ανάκληση 24ωρου. Οι απαντήσεις τους θα συσχετιστούν με την οστική τους μάζα καθώς και με βιοδείκτες οστεοπενίας και καρδιαγγειακού κινδύνου.

ΦΟΡΜΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

Έχω διαβάσει το ενημερωτικό φυλλάδιο σχετικά με το ανωτέρω πρόγραμμα της έρευνας στην οποία έχω κληθεί να συμμετάσχω και να έχει δοθεί ένα αντίγραφο για να κρατήσω. Οι σκοποί της έρευνας έχουν εξηγηθεί σε μένα, και είχα την ευκαιρία να συζητήσω με τις λεπτομέρειες και να θέσω ερωτήσεις σχετικά με αυτήν και να ενημερωθώ. Καταλαβαίνω τι προτείνεται και οι διαδικασίες στις οποίες θα συμμετέχουν μου έχουν εξηγηθεί. Καταλαβαίνω ότι η συμμετοχή μου σε αυτή τη μελέτη, και ιδίως τα στοιχεία από την έρευνα αυτή, θα παραμείνουν αυστηρώς εμπιστευτικά. Μόνο οι ερευνητές που ασχολούνται με τη μελέτη θα έχουν πρόσβαση στα δεδομένα. Επίσης γνωρίζω πως θα αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα μόλις ολοκληρωθεί το πειραματικό πρόγραμμα. Δηλώνω ελεύθερα και πλήρως συναινέσει ότι επιθυμώ να συμμετάσχω στη μελέτη, η οποία είναι πλήρως κατανοητή. Αφού έδωσα τη συγκατάθεσή καταλαβαίνω ότι έχω το δικαίωμα να αποχωρήσω από τη μελέτη ανά πάσα στιγμή, χωρίς να είμαι υποχρεωμένος να δώσω κανένα λόγο.

Όνοματεπώνυμο συμμετέχοντος (ΚΕΦΑΛΑΙΑ)

Υπογραφή συμμετέχοντα

Όνομα κύριου ερευνητή (Student) (ΚΕΦΑΛΑΙΑ)

Υπογραφή κύριου ερευνητή (Student)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ

A. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

1.Φύλο: Άντρας Γυναίκα

2.Ηλικία:45-55 56-66 67-75

3.Επάγγελμα:

Άνεργος Οικιακά Ελεύθερος Επαγγελματίας

Ιδιωτικός Υπάλληλος Δημόσιος Υπάλληλος Συνταξιούχος

Άλλο

4. Επίπεδο Εκπαίδευσης: Πρωτοβάθμια Δευτεροβάθμια

Τριτοβάθμια (φοιτητής) Τριτοβάθμια (πτυχιούχος)

Μεταπτυχιακό/Διδακτορικό

Άλλο

5.Περιοχή κατοικίας: Αστική Ημιαστική Αγροτική

5α. Προσδιορίστε Πόλη και νομό

B. Γενικό & Διατροφικό Ιστορικό Συμμετέχοντα:

1. Κλινική Κατάσταση: Οστεοπόρωση Οστεοπενία

Καρδιοπάθεια Αρτηριακή υπέρταση Κοιλιοκάκη

Καρκίνος Σακχαρώδης Διαβήτης Στεφανιαία νόσος

Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Άλλο Προσδιορίστε:

2. Εάν είστε γυναίκα, είστε στην εμμηνόπαυση ; Ναι Όχι

2α. Αν στην ερώτηση 2 απαντήσατε ‘ναι’, τότε εισήλθατε, προσδιορίστε την ηλικία

3.Φυσική δραστηριότητα-Γυμνάζεστε; Πάρα Πολύ (>5 φορές/εβδ)

Πολύ 3-5(φορές/εβδ) Μέτρια 1-2 (φορές/εβδ)

Σχεδόν καθόλου<4 (φορές/μήνα) Καθόλου

4. Πόσα συχνά καπνίζετε; Καθημερινά Εβδομαδιαία

Περιστασιακά Ποτέ

4α. Αναφέρετε τον αριθμό τσιγάρων/ημέρα:

5. Πόσα ποτήρια νερό καταναλώνετε καθημερινά; >10 7-9 4-6

1-3

6. Πόσο καφέ καταναλώνετε καθημερινά; >6 4-5 2-3 1
καθόλου

6α. Προσδιορίστε το είδος καφέ:

7. Πόσα γεύματα καταναλώνετε συνήθως σε καθημερινή βάση;

1 2 3 4 >5

8. Λαμβάνετε συμπληρώματα διατροφής; Ναι Όχι

Καθημερινά Εβδομαδιαία Περιστασιακά Πότε

8α. Αν στην ερώτηση 8 απαντήσατε ‘ναι’, αναφέρατε το είδος:

9. Λαμβάνετε φαρμακευτική αγωγή; Ναι Όχι

Καθημερινά Εβδομαδιαία Περιστασιακά Πότε

9α. Αν στην ερώτηση 9 απαντήσατε ‘ναι’, αναφέρατε το είδος και τις μονάδες:

10. Κριτήρια οστεοπόρωσης: Φυσιολογική οστική πυκνότητα (t-score \geq -1)

Χαμηλή οστική πυκνότητα ή οστεοπενία (t-score μεταξύ -1,0 και -2,5)

B. Ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων.

Σημειώσατε X ανάλογα με τη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων από τις παρακάτω κατηγορίες τα τελευταία δύο έτη.

Πίνακας 1

Τρόφιμα/ συχνότητα	>6 φορές/ ημέρα	4-5 φορές/ ημέρα	2-3 φορές/ ημέρα	1 φορά/ ημέρα	5-6 φορές/ εβδομάδα	3-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές/ εβδομάδα	2-3 φορές/ μήνα	1 φορά/ μήνα	Ποτέ
Κόκκινο κρέας (μοσχάρι, χοιρινό)										
Λευκό κρέας (κοτόπουλο, γαλοπούλα)										
Λαχανικά										
Ψάρια/θαλασσινά										
Όσπρια										
Ζυμαρικά										

Δημητριακά										
Αλλαντικά										
Φρούτα										
Γλυκά										
Ψωμί										
Γάλα										
Τυρί										
Γιαούρτι										
Ξηροί καρποί										
Ελαιόλαδο/ελιές										
Αναψυκτικά										

Γ. Ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων

Σημειώσατε “X” ανάλογα με τη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων από τις παρακάτω τα τελευταία δύο έτη. Κατηγορίες

Πίνακας 2										
Είδος λειτουργικού τροφίμου:	>6 φορές/ Μέρα	4-5 φορές / μέρα	2-3 φορές/ μέρα	1 φορ ά/ μέρ α	5-6 φορές/ εβδομ άδα	3-4 φορές/ εβδομ άδα	1-2 φορές / εβδο μάδα	2-3 φορέ ς/ μήνα	1 φορά/ Μήνα	Ποτέ
Τρόφιμα πλούσια/εμπλουτισμένα με φυτικές ίνες π.χ. β-γλυκάνη										
Εμπλουτισμένα/Ενισχυμένα Τρόφιμα (με βιταμίνες, μέταλλα)										
Τρόφιμα εμπλουτισμένα με ω-3, ω-6										
Ιπποφαές										
Σπιρουλίνα										

Βασιλικός πολτός										
Προβιοτικά/Πρεβιοτικά τρόφιμα										
Τρόφιμα με Χαμηλά λιπαρά (light)										
Τρόφιμα χωρίς γλουτένη										
Gojiberry, cranberry, μούρα										
Τσάι (μαύρο, πράσινο κτλ.)										
Τσάι του βουνού										
Μπρόκολο, σταυρανθή λαχανικά										
Φασόλια										
Σπανάκι										
Αβοκάντο										
Κακάο										
Μαύρη σοκολάτα										
Βρώμη										
Μανιτάρια										
Ρόδι										
Σκόρδο										
Θυμάρι										
Χαμομήλι										
Φασκόμηλο										
Μοσχοκάρυδο										
Κουρκουμάς										
Λιναρόσπορος										
Ξηροί καρποί										
Αποξηραμένα Δαμάσκηνα										
Σόγια										
Κινόα										

Μύδια										
Σαρδέλες										
Σκουμπρί										
Ρέγγα										
Τόνος										

Δ. Ερωτηματολόγιο Μεσογειακής Διατροφής (MedDietScore)

Σε κάθε ομάδα τροφίμων κυκλώστε τον κατάλληλο αριθμό (από 0 έως 5) που αντιστοιχεί στον αριθμό μερίδων που καταναλώνετε ανά μήνα (π.χ. ποτέ=0, 1-4=1 κοκ)τα τελευταία δύο έτη.

Συχνότητα κατανάλωσης (μερίδες ανά μήνα)	Ποτέ	1-4	5-8	9-12	13-18	>18
Δημητριακά Ολικής αλέσεως και παράγωγα ζυμαρικά (ψωμί/ζυμαρικά ολικής άλεσης, καστανό ρύζι)	0	1	2	3	4	5
Πατάτες	0	1	2	3	4	5
Φρούτα	0	1	2	3	4	5
Λαχανικά	0	1	2	3	4	5
Όσπρια	0	1	2	3	4	5
Ψάρι	0	1	2	3	4	5
Κόκκινο κρέας και προϊόντα	5	4	3	2	1	0
Πουλερικά	5	4	3	2	1	0
Πλήρη λιπαρά γαλακτοκομικά προϊόντα(τυρί, γιαούρτι, γάλα)	5	4	3	2	1	0
Χρήση ελαιόλαδου στην μαγειρική(φορές/εβδομάδα)	Ποτέ	Σπάνια	<1	1-3	3-5	Καθημερινά
	0	1	2	3	4	5
Αλκοολούχα ποτά (ml/ημέρα, 100 ml = 12 g αιθανόλης)	<300	300	400	500	600	>700 ή 0
	5	4	3	2	1	0

Ε. Ανθρωπομετρήσεις και Βιοχημικοί δείκτες (συμπληρώνετε από τον ερευνητή)

Πίνακας 3.	
Δείκτες Ανθρωπομέτρησης/Βιοχημικοί δείκτες	Τιμές
Βάρος	
Ύψος	
ΔΜΣ	
Λίπος Σώματος	
Μυϊκός Ιστός	
Νερό Σώματος	
Οστική Μάζα	
Βασικός Μεταβολισμός	
Περιφέρεια Μέσης	
Περιφέρεια Ισχίων	
Λόγος Περιφ μέσης/ισχίων	
Βιταμίνη D στον ορό	
Βιταμίνη C στον ορό	
Βιταμίνη K στον ορό	
Ca στον ορό	
Λοιποί βιοδείκτες	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: Ανάκληση 24ώρου
1η ημέρα

Ωρα	Τόπος	Γεύμα	Είδος τροφίμου	Συστατικά - Τρόπος παρασκευής τροφίμου	Ποσότητα
		Πρωινό			
		Δεκατιανό			
		Μεσημεριανό			
		Απογευματινό			
		Βραδινό			
		Προ ύπνου			

Ήταν μια τυπική ημέρα ; Ναι Όχι

2^η ημέρα

Ωρα	Τόπος	Γεύμα	Είδος τροφίμου	Συστατικά – Τρόπος παρασκευής τροφίμου	Ποσότητα
		Πρωινό			
		Δεκατιανό			
		Μεσημεριανό			
		Απογευματινό			
		Βραδινό			
		Προ ύπνου			

Ήταν μια τυπική ημέρα ; Ναι

Όχι

3^η ημέρα

Ωρα	Τόπος	Γεύμα	Είδος τροφίμου	Συστατικά – Τρόπος παρασκευής τροφίμου	Ποσότητα
		Πρωινό			
		Δεκατιανό			
		Μεσημεριανό			
		Απογευματινό			
		Βραδινό			
		Προ ύπνου			

Ήταν μια τυπική ημέρα ; Ναι Όχι

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας πάστας ελιάς

Προδιαγραφές Κρίσιμων σημείων ελέγχου CCP	Στάδιο παραγωγής	Κίνδυνοι	Διορθωτικές ενέργειες
CCP1	Παραλαβή ελιών	<p><u>Φυσικός</u> : παρουσία ξένων σωμάτων (μαλλιά, διακοσμητικά, υλικά συσκευασίας κ.λ.π.)</p> <p><u>Χημικός</u> :</p> <p>A. η συγκέντρωση φυτοφαρμάκων υπερβαίνει τα νόμιμα όρια</p> <p>B. παρουσία υπολειμμάτων φαρμάκων</p> <p>Γ. η συγκέντρωση μυκοτοξίνης υπερβαίνει τα νόμιμα όρια (αφλατοξίνη, ωχρατοξίνη, ζεαραλενόνη, πατουλίνη, δεοξυनिβαλενόλη, τριχοθεκένιο, φουμοσίνη)</p>	Απόρριψη παρτίδας. Αλλαγή προμηθευτή
CCP*	Κοσκίνισμα μπαχαρικών και προϊόντων σε σκόνη – οπτικός ποιοτικός έλεγχος αρωματικών φυτών	<u>Φυσικός</u> : παρουσία ξένων σωμάτων	Έλεγχος προϊόντων για να επιτευχθούν τα τελικά προϊόντα και να καλυφθούν οι απαιτήσεις της διαδικασίας
CCP2	Ζεστό γέμισμα	<u>Φυσικός</u> : παρουσία ξένων σωμάτων (μαλλιά, διακοσμητικά, μεταλλικά/πλαστικά κομμάτια κ.λ.π.)	Απόρριψη παρτίδας. Συντήρηση της μηχανής πλήρωσης
CCP3	Μεταλλικός ανιχνευτής	<u>Φυσικός</u> : παρουσία ξένων σωμάτων	Βαθμονόμηση του ανιχνευτή με τυπικά δείγματα μετάλλων – έλεγχος προβλημάτων πακέτων

CCP4	Παστερίωση/Ψύξη	<u>Φυσικός</u> : παρουσία ξένων σωμάτων	Έλεγχος προϊόντων για να επιτευχθούν τα τελικά προϊόντα και να καλυφθούν οι απαιτήσεις της διαδικασίας
CCP5	Ανιχνευτής κενού	<u>Φυσικός</u> : παρουσία ξένων σωμάτων	Έλεγχος προβλημάτων πακέτων
