



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: «Συσχέτιση μεταξύ όγκου φυσικής δραστηριότητας και οστικής πυκνότητας οσφυϊκής μοίρας σε μέτριου επιπέδου αθλητριών καλαθοσφαίρισης »

Μάγγα Κωνσταντίνα του Κυριάκου

(Α.Μ.: 4025)

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Παπαδοπούλου Σουζάνα, Επ. Καθηγήτρια

Επιστημονικός συνεργάτης: Δρ. Μεθενίτης Σπυρίδων

Οκτώβριος 2018, Θεσσαλονίκη

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα εκπονήθηκε στο εργαστήριο Αθλητισμού του Τμήματος Διατροφής και Διαιτολογίας του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Σουζάνας Παπαδοπούλου.

Αρχικά, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια, κ. Σουζάνα Παπαδοπούλου, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα που ανταποκρίνεται απόλυτα στα επιστημονικά μου ενδιαφέροντα, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον καθηγητή μου και επιστημονικό συνεργάτη του Τμήματος Διατροφής και Διαιτολογίας, Δρ. Σπυρίδων Μεθενίτη, για την εμπιστοσύνη και την στήριξη που μου έδειξε, και προπαντός για την καθοριστική συμβολή του στον σχεδιασμό και την υλοποίηση της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

Επιπλέον, τις ευχαριστίες μου απευθύνω στον βιοπαθολόγο, κ. Πέτρο Σκεπαστιανό, και στον παθολόγο, κ. Μιχαήλ Παύλο, για την εξαιρετική συνεργασία και την συμβολή τους στην πραγματοποίηση των βιοχημικών εξετάσεων.

Θα ήθελα να εκφράσω την εκτίμηση μου στον σύλλογο ΣΑΠΚ Νεάπολης και ιδιαίτερα τις αθλήτριες καλαθοσφαίρισης, για τον χρόνο που αφιέρωσαν, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις. Χωρίς την συμμετοχή τους δεν θα ήταν πραγματοποιήσιμη η παρούσα έρευνα.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον συμφοιτητή μου, συνεργάτη και εξαιρετικό φίλο, Βασίλη Αλμπάνη, πρώτον για την αποτελεσματική συνεργασία μας, και δεύτερον για την υπομονή του και την συμπαράσταση του στις δυσκολίες που από κοινού αντιμετωπίσαμε για να ολοκληρωθεί η εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συμφοιτητές μου Κλεοπάτρα Κετσελίδη, Νικολέτα Γκόγκου, Σοφία Τζάνου, Σοφία Σαχούλη και Αζαρία Μουρατίδη για τις ανταλλαγές απόψεων, το ειλικρινές ενδιαφέρον και την πολύτιμη βοήθεια τους σε όλα τα στάδια της εργασίας μου, αλλά κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσαν να τους γνωρίσω και συνεργαστώ μαζί τους.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Περίληψη	5
Abstract.....	7
Συνοπμογραφίες	9
ΜΕΡΟΣ Α: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	12
1. Οστά	12
1.1 Εισαγωγή.....	12
1.2 Σχηματισμός Οστών	16
1.3 Δείκτες Οστικού Μεταβολισμού.....	20
1.4 Διαταραχές Οστικής Ανακατασκευής	22
2. Διατροφή και Οστική Υγεία	23
2.1 Μακροθρεπτικά Συστατικά.....	24
2.2 Μικροθρεπτικά Συστατικά.....	25
2.3 Έρευνες για την επίδραση της διατροφής στην υγεία των οστών	28
3. Άσκηση και Οστική Υγεία.....	35
3.1 Έρευνες για την επίδραση της άσκησης στην υγεία των οστών	38
ΜΕΡΟΣ Β: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ	42
1. Σκοπός	42
2. Μεθοδολογία.....	42
2.1 Πειραματικός Σχεδιασμός.....	42
2.2 Δοκιμαζόμενοι.....	42
2.3 Αξιολόγηση	43
3. Στατιστική Ανάλυση.....	49
4. Αποτελέσματα.....	50
4.1 Σύσταση Σώματος	50
4.2 Διατροφική Πρόσληψη.....	52
4.3 Φυσική Δραστηριότητα	57
4.4 Οστική Πυκνότητα	61
4.5 Βιοχημικοί και Οστικοί Δείκτες.....	63
4.6 Συσχέτιση Διατροφής και Οστικής Πυκνότητας	64
4.7 Συσχέτιση Όγκου Φυσικής Δραστηριότητας και Οστικής Πυκνότητας	67
4.8 Συσχέτιση Βιοχημικών και Οστικών Δεικτών και Οστικής Πυκνότητας	67

5. Συζήτηση	70
Βιβλιογραφία	75
Παράρτημα: Έντυπα και Ερωτηματολόγια	85

Περίληψη

Εισαγωγή: Η οστεοπόρωση και τα οστεοπορωτικά κατάγματα είναι κύριες αιτίες νοσηρότητας στις βιομηχανικές χώρες. Πολλοί παράγοντες παίζουν ρόλο στην υγεία των οστών. Αυτοί μπορεί να είναι κληρονομικοί, αλλά καίριο ρόλο στο χτίσιμο γερών οστών παίζει ο τρόπος ζωής, ιδιαίτερα η σωστή διατροφή και η τακτική άσκηση, που από νεαρή ηλικία συμβάλλουν στην επιβράδυνση της οστικής απώλειας. Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον από πολλούς μελετητές για τον προσδιορισμό του ακριβή μηχανισμού με τον οποίο η διατροφή και η άσκηση επηρεάζουν τα οστά, και προπάντων, για τον καθορισμό του παράγοντα εκείνου που παίζει σημαντικότερο ρόλο στην υγεία των οστών και μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη των νοσημάτων που σχετίζονται με αυτή.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ του όγκου φυσικής δραστηριότητας, της διατροφής αθλητριών καλαθοσφαίρισης και της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης.

Μεθοδολογία: Στη έρευνα έλαβαν μέρος αθλήτριες καλαθοσφαίρισης μέτριου επιπέδου ($n=14$, $23\pm 4,8$ ετών). Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, ανάλυση σύστασης σώματος, διατροφική ανάλυση με την χρήση του προγράμματος Food Processor, όπως προέκυψε από το ημερολόγιο τριήμερης καταγραφής, εκτίμηση του όγκου φυσικής δραστηριότητας με την συμπλήρωση ερωτηματολογίων, βιοχημικές εξετάσεις και μέτρηση οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης με την μέθοδο διπλής ενεργειακής απορρόφησης (DEXA). Έπειτα, έγινε ανάλυση των δεδομένων με την χρήση του στατιστικού πακέτου IBM SPSS v20.

Αποτελέσματα: Συμμετείχαν 14 αθλήτριες καλαθοσφαίρισης με βάρος $67,7\pm 12,5$ κιλά, ύψος $1,68\pm 0,1$ μέτρα, $\Delta\text{M}\Sigma$ $23,8\pm 3,6$ kg/m^2 και σωματικό λίπος $25,6\pm 5,8\%$. Από την διατροφική ανάλυση προέκυψε ότι καταναλώνουν $3,2\pm 1,6$ gr/kg ΣB υδατάνθρακες ($46,5\pm 6,7$ % της διατροφής), $1,1\pm 0,4$ gr/kg ΣB πρωτεΐνες ($17,7\pm 8,9$ % της διατροφής) και $1,1\pm 0,5$ gr/kg ΣB λιπίδια ($37,7\pm 7$ % της διατροφής). Η ενεργειακή πρόσληψη εκτιμήθηκε στις 1715 ± 611 Kcal ημερησίως, ενώ η ενεργειακή δαπάνη στις 3462 ± 735 Kcal ημερησίως. Οι αθλήτριες καλαθοσφαίρισης υπερείχαν κατά $0,86\pm 1,13$ τυπικές αποκλίσεις τα διεθνή πρότυπα με βάση την ηλικία και το φύλο (BMD από τον σπόνδυλο L1 έως L4: $1,31\pm 0,131$ gr/cm^2). Στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε με τους παράγοντες ενεργειακή πρόσληψη, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, κορεσμένα, μονοακόρεστα, πολυακόρεστα και trans λιπαρά οξέα, φυτικές ίνες, A-B καροτένιο, B1, B5, B6, φυλλικό οξύ και βιταμίνες D, E, K ($p>0,05$). Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τους παράγοντες ασβέστιο, άνθρακας, βόριο, ιώδιο, κάλιο, μαγγάνιο, μαγνήσιο, μόλυβδος, νάτριο, σελήνιο, φώσφορος, χλώριο, χρώμιο, ψευδάργυρος. Από τους διατροφικούς παράγοντες θετική συσχέτιση στατιστικά σημαντική με την οστική πυκνότητα, παρουσίασε μόνο ο παράγοντας Ημερήσιες Ενεργειακές Απαιτήσεις

(HEA) ($p < 0,05$). Η Βιταμίνη Α, η Α-ρετινόλη, η βιοτίνη, η ριβοφλαβίνη, η Β12 και η τρυπτοφάνη συσχετίστηκαν αρνητικά με το BMD οσφυϊκής μοίρας. Στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε με τους παράγοντες κρεατινίνη, αλκαλική φωσφατάση (ALH), φωσφοκρεατινική κινάση (CPK), γαλακτική αφυδρογονάση (LDH), οστεοκαλσίνη (OC), κάλιο, βιταμίνη 1,25(OH)₂ D ($p > 0,05$). Θετική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ της οστικής πυκνότητας και της ουρίας ($p < 0,05$). Το νάτριο συσχετίστηκε αρνητικά με το T-score L1 ($p < 0,05$). Βρέθηκε ισχυρή στατιστικά θετική συσχέτιση της συνολικής επιβάρυνσης από βάρη ανά εβδομάδα ($p < 0,05$), ενώ συσχέτιση δεν παρατηρήθηκε με την επιβάρυνση από αερόβια άσκηση.

Συμπέρασμα: Σε γυναίκες αθλήτριες καλαθοσφαίρισης φαίνεται, ότι η συμμετοχή σε άσκηση με αντιστάσεις είναι ο κύριος παράγοντας αύξησης της οστικής πυκνότητας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Η ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ διατροφής και οστικής πυκνότητας, ενώ φάνηκε ότι η αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης Α και βιταμινών του συμπλέγματος Β, μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία των οστών.

Λέξεις-Κλειδιά: διατροφή, φυσική δραστηριότητα, καλαθοσφαίριση, οστική πυκνότητα

Abstract

Introduction: Osteoporosis and osteoporotic fractures are the main cause of morbidity in industrial countries. There are a lot of factors affecting bone health. These may be hereditary, but lifestyle, and especially a proper diet and regular exercise, are of great significance in building a healthy bone structure, since they contribute to the delay of bone loss from a very young age. During the past years researchers have shown great interest in figuring out the exact mechanism through which diet and exercise affect bones, and mostly, in discovering the factor that plays the most crucial role in bone health and can help prevent any illnesses related.

Aim: The aim of the current research was the investigation of the relationship between the volume of physical activity, important nutrients of female basketball athletes and the bone density of the lumbar spine.

Methodology: The research participants were female basketball players of moderate level ($n=14$, $23\pm 4,8$ years old). The following measurements were carried out: anthropometric characteristics measurements, body composition analysis, dietary analysis -based on a 3-day recall assessment- using Food Processor, volume of physical activity estimation using questionnaires, biochemistry tests, lumbar spine bone density measurements using the dual-energy x-ray absorptiometry method (DEXA). Afterwards, the data was analysed using the statistical package IBM SPSS v20.

Results: 14 female basketball players took part in the research. Their characteristics are the following: weight $67,7\pm 12,5$ kg, height $1,68\pm 0,1$ m, BMI $23,8\pm 3,6$ kg/m², body fat $25,6\pm 5,8\%$. The dietary analysis showed that they consume $3,2\pm 1,6$ gr/kg BW carbohydrates ($17,7\pm 8,9$ % of diet), $1,1\pm 0,4$ gr/kg BW proteins ($17,7\pm 8,9$ % of diet) and $1,1\pm 0,5$ gr/kg BW lipids ($37,7\pm 7$ % of diet). The energy intake was estimated at 1715 ± 611 Kcal daily, whereas the energy expenditure at 3462 ± 735 Kcal daily. The basketball athletes exceeded the international standards by $0,86\pm 1,13$ standard deviations based on age and sex (BMD from vertebrae L1 to L4: $1,31\pm 0,131$ gr/cm²). No statistically significant correlation was found to the factors of energy intake, carbohydrates, proteins, lipids, saturated fats, monounsaturated fats, polyunsaturated fats, trans fatty acids, dietary fibers, A-B carotene, B1, B5, B6, folic acid and vitamins D, E, K ($p>0,05$). As far as the trace elements are concerned, there was no statistically significant correlation to the factors of calcium, carbon, boron, iodine, potassium, manganese, magnesium, molybdenum, sodium, selenium, phosphorus, chlorine, chromium, zinc. The only dietary factor that presented a positive correlation statistically significant to bone density is the one of Daily Energy Requirements ($p<0,05$). Vitamin A, A-retinol, biotin, riboflavin, B12 and tryptophan were negatively correlated to lumbar spine BMD. There was no statistically significant correlation to the factors of creatinine, alkaline phosphatase (ALP), creatine phosphokinase (CPK), lactic acid dehydrogenase (LDH), osteocalcin (OC),

potassium, vitamin 1,25(OH)₂D (p>0,05). A positive correlation was found between bone density and urea (p<0,05). Sodium was negatively correlated to T-score L1 (p<0,05). There was a statistically strong positive correlation to the total load of weight lifting per week (p<0,05), whereas there was no correlation to the load of cardio training.

Conclusion: It seems that resistance training is the main factor of lumbar spine bone density increase in female basketball athletes. The analysis didn't show any statistically significant positive correlations between diet and bone density, however, it indicated that the increased intake of vitamin A and complex B vitamins may have a negative impact on bone health.

Keywords: diet, physical activity, basketball, bone density

Συντομογραφίες

aBMD: areal bone mineral density, τοπική οστική πυκνότητα

AI: adequate intake, επαρκής πρόσληψη

ALH: alkaline phosphatase, αλκαλική φωσφατάση

BCM: body cell mass, κυτταρική μάζα σώματος

BFMI: body fat mass index, λιπώδης μάζα σώματος

BGP: bone gla-protein, οστική gla-πρωτεΐνη

BIA: bioelectrical impedance analysis, ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης

BMC: bone mineral content, μεταλλικό περιεχόμενο οστών

BMD: bone mineral density, οστική πυκνότητα

BMI: body mass index, δείκτης μάζας σώματος (**ΔΜΣ**)

BMP: bone morphogenetic protein, μορφογενετική πρωτεΐνη οστών

BMR: basic metabolic rate, βασικός μεταβολικός ρυθμός

BMS: συλλογικός όρος για το BMC και BMD των οστών

BMU: basic multicellular unit, βασική πολυκυτταρική μονάδα

BRC: bone remodeling compartment, διαμέρισμα αναδιαμόρφωσης οστών

BW: body weight, σωματικό βάρος (**ΣΒ**)

CPK: creatine phosphokinase, φωσφοκρεατινική κινάση

D: density, πυκνότητα

DDS: diet diversity score, σκορ διατροφικής ποικιλίας

DEXA: dual-energy x-ray absorptiometry, μέθοδος διπλής ενεργειακής απορρόφησης

DHA: docosahexaenoic acid, δοκοσαεξανοϊκό οξύ

ECW: extracellular water, εξωκυττάριο υγρό

EPA: eicosapentaenoic acid, εικοσαπεντανοϊκό οξύ

FA: fatty acid, λιπαρό οξύ

FFMI: free fat mass index, ελεύθερη λίπους μάζα σώματος

FFQ: food frequency questionnaire, ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων

FN: femoral neck, αυχέννας μηριαίου οστού

Hcy: homocystein, ομοκυστεΐνη

ICW: intracellular water, ενδοκυττάριο υγρό

IGF-I: insulin-like growth factor I, ινσουλινόμορφος αυξητικός παράγοντας I

IGF-II: insulin-like growth factor II, ινσουλινόμορφος αυξητικός παράγοντας II

L1: lumbar vertebrae 1, οσφυϊκός σπόνδυλος 1

L2: lumbar vertebrae 2, οσφυϊκός σπόνδυλος 2

L3: lumbar vertebrae 3, οσφυϊκός σπόνδυλος 3

L4: lumbar vertebrae 4, οσφυϊκός σπόνδυλος 4

L1-L2: lumbar vertebrae 1 έως 2, οσφυϊκός σπόνδυλος 1 έως 2

L1-L3: lumbar vertebrae 1 έως 3, οσφυϊκός σπόνδυλος 1 έως 3

L1-L4: lumbar vertebrae 1 έως 4, οσφυϊκός σπόνδυλος 1 έως 4

L2-L3: lumbar vertebrae 2 έως 3, οσφυϊκός σπόνδυλος 2 έως 3

L2-L4: lumbar vertebrae 2 έως 4, οσφυϊκός σπόνδυλος 2 έως 4

L3-L4: lumbar vertebrae 3 έως 4, οσφυϊκός σπόνδυλος 3 έως 4

LDH: lactic acid dehydrogenase, γαλακτική αφυδρογονάση

LS: lumbar spine, οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης

MDS: Mediterranean diet score, ερωτηματολόγιο προσκόλλησης στην Μεσογειακή διατροφή

METs: metabolic equivalent, μεταβολικό ισοδύναμο

ND: not determinable, δεν έχει καθοριστεί

OC: osteocalcin, οστεοκαλσίνη

p: p-value sig.(2-tailed), τιμή σημαντικότητας

PBM: peak bone mass, κορυφαία οστική μάζα

PDGF: platelet-derived growth factor, αυξητικός παράγοντας αιμοπεταλίων μετασχηματισμού ομάδας

pQCT: peripheral quantitative computed tomography, περιφερική ποσοτική υπολογιστική τομογραφία

PTH: parathyroid hormone, παραθυροειδική ορμόνη

PUFA: polyunsaturated fatty acid, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

r: Pearson's r, συντελεστής r

RDA: recommended daily allowances, συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη

SD: standard deviation, τυπική απόκλιση

TBW: total body water, συνολικά υγρά σώματος

TGF-β: transforming growth factor beta, αυξητικός παράγοντας μετασχηματισμού βήτα

T-score: τυπική απόκλιση με βάση την ηλικία και το φύλο

WHR: waist to hip ratio, πηλίκιο περιφέρειας μέσης-ισχίων

HEA: ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις

Σ7: σύνολο δερματοπτυχών επτά σημείων

ΦΤ: φυσιολογικές τιμές

ΜΕΡΟΣ Α: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

1. Οστά

1.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι η σύγχρονη καθημερινότητα δεν μας επιτρέπει να αφιερώσουμε χρόνο στην διατροφή και την άσκηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη εμφάνιση πολλών προβλημάτων υγείας (Frank and Weissman, 2004).

Τα πιο κοινά από αυτά αφορούν μεταβολικά και καρδιαγγειακά νοσήματα. Αυτό στο οποίο δεν δίνεται ιδιαίτερη σημασία, ωστόσο, τουλάχιστον όχι πριν ξεπεράσει κανείς τα 40 έτη, είναι η υγεία των οστών. Συνήθως, ο έλεγχος των οστών ξεκινά στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και αυτό συμβαίνει λόγω ορμονών, που οδηγούν σε οστεοπενία αρχικά (ορίζεται ως η μη φυσιολογική οστική πυκνότητα, στάδιο πριν την οστεοπόρωση), και οστεοπόρωση στην συνέχεια (ορίζεται ως η νόσος με βασικά χαρακτηριστικά την χαμηλή οστική μάζα και μειωμένη αντοχή των οστών, με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης καταγμάτων) (Frank and Weissman, 2004).

Η οστεοπόρωση και τα οστεοπορωτικά κατάγματα είναι κύριες αιτίες νοσηρότητας στις βιομηχανικές χώρες. Περίπου το 20% των ανδρών και το 50% των γυναικών πάσχουν από οστεοπορωτικό κάταγμα μετά την ηλικία των 50 ετών (Lippuner et al., 2009). Τα πιο συνηθισμένα κατάγματα αφορούν την σπονδυλική στήλη, το ισχίο, το αντιβραχίονιο και το εγγύς βραχίονιο (WHO 2004, Looker et al., 2010)

Αν και πιστεύεται ότι η οστεοπόρωση είναι ασθένεια του γήρατος, υπάρχουν ωστόσο περιπτώσεις ατόμων που υποφέρουν από τη νόσο από την τρίτη κιόλας δεκαετία της ζωής τους, ιδιαίτερα οι γυναίκες (προεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση) (Cheng and Gupta, 2013). Η ανάπτυξη του προβλήματος είναι πραγματικά ανησυχητική, καθώς τα ποσοστά αυτά συνεχώς αυξάνονται (Rizzoli et al., 2010).

Πολλοί παράγοντες παίζουν ρόλο στην υγεία των οστών. Αυτοί μπορεί να είναι κληρονομικοί, αλλά καίριο ρόλο στο χτίσιμο γερών οστών παίζουν ο τρόπος ζωής, ιδιαίτερα η σωστή διατροφή και η τακτική άσκηση, που από νεαρή ηλικία συμβάλλουν στην επιβράδυνση της οστικής απώλειας (Rizzoli et al., 2010).

Έχοντας ως δεδομένο ότι ένα μεγάλο ποσοστό της μέγιστης οστικής μάζας (peak bone mass) συμβαίνει κατά τη διάρκεια της παιδικής και εφηβικής ηλικίας, η αύξηση της οστικής μάζας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου διαδραματίζει βασικό ρόλο επηρεάζοντας τον κίνδυνο οστεοπόρωσης σε μεταγενέστερη ζωή (Huncharek, Muscat and Kupelnick, 2008). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, καλό θα ήταν να στοχεύσουμε στην βελτίωση των τροποποιήσιμων παραγόντων, δηλαδή στην διατροφή και τη σωματική άσκηση ιδιαίτερα σε παιδιά και εφήβους (Rizzoli et al., 2010). Είναι σημαντικό να υπάρχει επαρκής διατροφή και επαρκής σωματική δραστηριότητα για την υγεία των οστών, ιδιαίτερα κατά την εφηβεία, επειδή τα οστά

ανταποκρίνονται περισσότερο στις θρεπτικές ουσίες και στα μηχανικά ερεθίσματα για την ανάπτυξη οστών κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου σε σύγκριση με την ενηλικίωση (Bonjour, 2011).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η οστεοπόρωση είναι η πιο κοινή ασθένεια των οστών. Παρόλο που η νόσος είναι ανώδυνη, παραμένει σημαντικό να γνωρίσουμε και να κατανοήσουμε πως μπορεί να επηρεάσει την προσωπική μας υγεία, την οικογένεια, τα οικονομικά μας και, γενικότερα, την καθημερινότητά μας. Το σημαντικότερο, ωστόσο, είναι η ενημέρωση και η πρόληψη από νεαρή κιόλας ηλικία.

Λειτουργίες Οστών

Τα οστά αποτελούν την εσωτερική δομή του σώματος και εξυπηρετούν πολλές λειτουργίες. Κάποιες από τις πιο κύριες είναι η στήριξη του σώματος, η κίνηση που επιτρέπουν και η προστασία των ζωτικών οργάνων. Εκτός από τα προαναφερθέντα, παρέχουν ένα περιβάλλον για τον μυελό (τόσο για το σχηματισμό αίματος όσο και για την αποθήκευση λίπους), ενεργούν ως μεταλλική δεξαμενή για την ομοίωση του ασβεστίου, παραγόντων ανάπτυξης και κυτοκινών, που τους προσδίδουν την χαρακτηριστική ακαμψία, σκληρότητα και ανθεκτικότητα (Clarke, 2008). Τα οστά υφίστανται μοντελοποίηση (bone remodeling) καθ' όλη την διάρκεια της ζωής. Με την ικανότητα αναγέννησης και επισκευής που διαθέτουν, προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες βιομηχανικές δυνάμεις, και συμβάλλουν στην αναδιαμόρφωση με σκοπό την απομάκρυνση των παλαιών, μικροκατεστραμμένων οστών αντικαθιστώντας τα με νέα, μηχανικά ισχυρότερα οστά (Kin and Nandeesh, 2012).

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε την επίδραση διάφορων παραγόντων στην οστική πυκνότητα, χρειάζεται να καταλάβουμε την φυσιολογία των οστών και τις ιδιαιτερότητες του οστίτη ιστού όσον αφορά την δομή, τον σχηματισμό και την ανάπλασή του.

Τύποι Οστών και Σύνθεση

Σε μακροσκοπικό επίπεδο, το οστό χαρακτηρίζεται είτε ως δικτυωτό/ανώριμο είτε ως πεταλιώδες/ώριμο οστό, ανάλογα με τη διάταξη του οστεοειδούς. Στον υγιή ενήλικα, το μεγαλύτερο μέρος του οστίτη ιστού είναι στην πεταλιώδη μορφή, δηλαδή το κολλαγόνο διατάσσεται σε πέταλα κάτι που προσδίδει στο οστό μεγαλύτερη ισχύ. Το δικτυωτό οστό αποτελείται από άτακτες ίνες κολλαγόνου και τυχαία κατανομή οστικών κυττάρων. Παρατηρείται σε περιπτώσεις έντονης οστεογένεσης (εμβρυική οστεογένεση), και στη συνέχεια αντικαθίσταται από το πεταλιώδες οστό με την διαδικασία της οστικής ανακατασκευής. Αν το κολλαγόνο του οστεοειδούς είναι ελαττωματικό, όπως συμβαίνει στην ατελή οστεογένεση, τα οστά είναι εύθραυστα (Kin and Nandeesh, 2012, Stevens and Lowe, 2008).

Το πεταλιώδες οστό αποτελείται κατά 80% από μια εξωτερική συμπαγή ζώνη, που ονομάζεται φλοιός, και κατά 20% από την δοκιδώδη ή σπογγώδη ζώνη (Clarke, 2008). Ο φλοιός είναι αυτός που δέχεται και ανθίσταται στις δυνάμεις παραμόρφωσης, ενώ το δοκιδώδες οστό δρα σαν ένα πολύπλοκο σύστημα στηριγμάτων. Ο χώρος ανάμεσα στις δοκίδες καταλαμβάνεται από λίπος ή ερυθρό μυελό, ο οποίος παράγει τα κύτταρα του αίματος (αιμοποίηση). Η δομική μονάδα του οστού είναι ο οστεώνας, ο οποίος αποτελείται από τους αβέρνιους σωλήνες, μέσα στους οποίους βρίσκονται αιμοφόρα αγγεία και νεύρα, και το οστεοειδές που σχηματίζει πέταλα γύρω του. Το οστό περιβάλλεται από έναν ινοκολλαγονώδη ιστό ο οποίος αποκαλείται περίοστεο (Stevens and Lowe, 2008).

Σε μικροσκοπικό επίπεδο, τα οστά αποτελούνται από τον οστίτη ιστό. Ο ιστός αυτός αποτελείται από ένα οργανικό (22%) και ένα ανόργανο μέρος (69%) (Kin and Nandeesh, 2012).

Το οργανικό μέρος του οστού ονομάζεται οστεοειδές. Το οστεοειδές αποτελείται από ίνες κολλαγόνου τύπου I κατά 90% και γλυκοζαμινογλυκάνες κατά 10%, οι οποίες περιέχουν γλυκοπρωτεΐνες, όπως η οστεοκαλσίνη, η οστεονεκτίνη και οι φωσφοπρωτεΐνες. Μέχρι 2% του οργανικού μέρους καλύπτεται από τα οστικά κύτταρα οστεοβλάστη, οστεοκλάστη και οστεοκύτταρο. Αν και το οστό είναι σχεδόν άκαμπτο, οι ίνες του κολλαγόνου του προσδίδουν μικρό βαθμό ελαστικότητας (Kin and Nandeesh, 2012).

Το ανόργανο μέρος του οστού αποτελείται κυρίως από κρυστάλλους υδροξυαπατίτη $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. Ο κρυσταλλικός υδροξυαπατίτης συνιστά περίπου το ένα τέταρτο του όγκου και το ήμισυ της μάζας του κανονικού οστού ενηλίκων. Το ασβέστιο και ο φώσφορος (ανόργανα φωσφορικά) είναι τα δυο βασικά συστατικά αυτών των κρυστάλλων και προέρχονται από το πλάσμα του αίματος, τα οποία με τη σειρά τους προέρχονται από θρεπτικές πηγές. Το άμορφο φωσφορικό ασβέστιο ωριμάζει μέχρι που φτάνει στον σχηματισμό υδροξυαπατίτη. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα εξαιρετικά οργανωμένο αμάλγαμα πρωτεΐνης, κολλαγόνου και μετάλλων, κυρίως υδροξυαπατίτης, που έχει επαρκή δομική ακεραιότητα για να εξυπηρετήσει τις μηχανικές λειτουργίες του σκελετού (Kin and Nandeesh, 2012).

Οστικά Κύτταρα

Σε κυτταρικό επίπεδο, το οστό σχηματίζεται από τέσσερις τύπους κυττάρων: οστεοβλάστες, οστεοκύτταρα, επενδυτικά οστικά κύτταρα και οστεοκλάστες (Kin and Nandeesh, 2012).

I. Οστεοβλάστες

Οι οστεοβλάστες προέρχονται από μεσεγχυματικά βλαστικά κύτταρα (κύτταρα οστεοπαραγωγής) του μυελού των οστών (Kin and Nandeesh, 2012). Είναι κυβοειδή κύτταρα που βρίσκονται κατά μήκος της οστικής επιφάνειας και καλύπτουν το 4-6% του συνολικού πληθυσμού των οστικών κυττάρων. Οι ενεργοί ώριμοι οστεοβλάστες, που συνθέτουν τη μήτρα των οστών, έχουν μεγάλους πυρήνες και παρουσιάζουν μορφολογικά χαρακτηριστικά πρωτεϊνικών συνθετικών κυττάρων συμπεριλαμβάνοντας άφθονο ακατέργαστο ενδοπλασμικό δίκτυο και δίκτυο Golgi, καθώς και διάφορα εκκριτικά κυστίδια. Οι οστεοβλάστες παίζουν καθοριστικό ρόλο στον σχηματισμό των οστών. Για τον ρόλο τους στον σχηματισμό των οστών γίνεται αναφορά παρακάτω (Florencio-Silva, et al. 2015, Clarke, 2008).

II. Οστεοκύτταρα

Ουσιαστικά πρόκειται για διαφοροποιημένους οστεοβλάστες τελευταίου σταδίου που λειτουργούν μέσα στα συγκυτιακά δίκτυα για την υποστήριξη της οστικής δομής και του μεταβολισμού (Kin and Nandeesh, 2012). Τα οστεοκύτταρα αποτελούν το 90-95% του συνολικού πληθυσμού των οστών και είναι τα πιο άφθονα και μακρόβια κύτταρα του οστίτη ιστού με διάρκεια ζωής έως 25 έτη. Σε αντίθεση με τους οστεοβλάστες και τους οστεοκλάστες, των οποίων η λειτουργία κατά τον σχηματισμό των οστών είναι σαφής, η λειτουργία των οστεοκυττάρων καθορίζεται από την μορφολογία τους και την θέση τους (Florencio-Silva et al., 2015).

Η τελευταία δεκαετία έχει προσφέρει έκρηξη δεδομένων σχετικά με τη μοριακή βιολογία και τη λειτουργία των οστεοκυττάρων. Εκτός από το ότι είναι ο «παθητικός χώρος στο οστό», έχει βρεθεί ότι τα οστεοκύτταρα έχουν πολλές λειτουργίες, όπως το να συντονίζουν την αναδιαμόρφωση των οστών μέσω της ρύθμισης της δραστηριότητας των οστεοκλαστών και των οστεοβλαστών, και να λειτουργούν ως ενδοκρινικά κύτταρα. Η παρουσία κενών στα οστά υποδηλώνει ότι τα οστεοκύτταρα μπορεί να έχουν υποβληθεί σε απόπτωση. Η απόπτωση των οστεοκυττάρων, ως αποτέλεσμα της έλλειψης οιστρογόνων ή της θεραπείας με γλυκοκορτικοειδή, είναι επιβλαβής για τη δομή των οστών. Επομένως, τα υγιή οστεοκύτταρα είναι απαραίτητα για την καλή λειτουργία του οστού (Kin and Nandeesh, 2012, Bonewald, 2011).

III. Επενδυτικά Οστικά Κύτταρα

Οι ενεργοί οστεοβλάστες, όταν δεν υφίστανται απόπτωση ή δεν ενσωματώνονται στην μεταλλοποιημένη μήτρα ως οστεοκύτταρα, παραμένουν αδρανείς στις οστικές επιφάνειες ως επενδυτικά οστικά κύτταρα. Αν και τα κύτταρα αυτά έχουν μελετηθεί ιστολογικά για αρκετό καιρό, η φυσιολογική τους λειτουργία στην ομοίωση των οστών δεν έχει εξακριβωθεί ακόμα (Wein, 2017). Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι εμποδίζουν την άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ των οστεοκλαστών και της μήτρα οστού, όταν δεν πρέπει να συμβεί απορρόφηση οστού, ενώ φαίνεται να συμμετέχουν στην διαφοροποίηση των οστεοκλαστών (Florencio-Silva et al., 2015).

IV. Οστεοκλάστες

Οι οστεοκλάστες είναι τα μόνα κύτταρα που είναι γνωστό ότι έχουν την ικανότητα να απορροφούν τα οστά. Είναι τυπικά πολυπύρηννα κύτταρα που έχουν υποστεί διαφοροποίηση τελικού σταδίου. Οι οστεοκλάστες προέρχονται από μονοπύρηννα πρόδρομα κύτταρα των αιματοποιητικών βλαστοκυττάρων, που δημιουργούν μονοκύτταρα και μακροφάγα (Kin and Nandeesh, 2012, Florencio-Silva et al., 2015). Η μοναδική ικανότητα των οστεοκλαστών να αποικοδομούν τον σκελετικό ιστό εξαρτάται από το σχηματισμό ενός απορροφητικού μικροπεριβάλλοντος μεταξύ των οστεοκλαστών και της οστικής επιφάνειας (Zou and Teitelbaum, 2010).

Επιπλέον, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι οστεοκλάστες έχουν και άλλες λειτουργίες. Έχει αποδειχθεί, ότι οι οστεοκλάστες παράγουν τις κλαστοκίνες που ελέγχουν τους οστεοβλάστες κατά τη διάρκεια του κύκλου αναδιαμόρφωσης των οστών. Υπάρχουν, επίσης, πρόσφατες ενδείξεις ότι οι οστεοκλάστες ρυθμίζουν την θέση του αιμοποιητικού βλαστικού κυττάρου. Συνεπώς, οι οστεοκλάστες δεν έχουν μόνο την ικανότητα να απορροφούν το οστό, αλλά εκκρίνουν και παράγοντες που επηρεάζουν τη δραστηριότητα άλλων κυττάρων (Florencio-Silva et al., 2015).

Η μη φυσιολογική αύξηση του σχηματισμού και της δραστηριότητας των οστεοκλαστών οδηγεί σε ασθένειες, όπως η οστεοπόρωση, όπου η απορρόφηση υπερβαίνει το σχηματισμό προκαλώντας μειωμένη οστική πυκνότητα, και αυξημένα κατάγματα των οστών (Florencio-Silva et al., 2015).

1.2 Σχηματισμός Οστών

Η οστεοποίηση (ή οστεογένεση) είναι η διαδικασία σχηματισμού του νέου οστού από τα οστικά κύτταρα, που ονομάζονται οστεοβλάστες (Kin and Nandeesh, 2012). Η μοντελοποίηση των οστών συνεχίζεται από τη γέννηση μέχρι την πρώιμη ενηλικίωση. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης, η μοντελοποίηση των οστών συμβαίνει στις πλάκες ανάπτυξης, προτού γίνει μεταλλοποίηση για να σχηματιστεί πρωτογενές νέο οστό, και έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή του μεγέθους, του σχήματος και της πυκνότητας του οστού από τους οστεοβλάστες, που δημιουργούν νέο οστικό ιστό (Seeman and Delmas, 2006, Clarke, 2008). Οι οστεοβλάστες και η μήτρα των οστών είναι τα δύο τα πιο σημαντικά στοιχεία που εμπλέκονται στο σχηματισμό του οστού. Η διαδικασία της οστεοποίησης πραγματοποιείται σε δύο σημαντικές διαδικασίες, την ενδομεμβρανική οστεοποίηση και την ενδοχονδρική οστεοποίηση, σε τρία στάδια (Kin and Nandeesh, 2012).

Τα βασικά στάδια που σχετίζονται με την οστεογένεση είναι:

- I. Σύνθεση εξωκυτταρικής οργανικής μήτρας (οστεοειδές),
- II. Μεταλλοποίηση της μήτρας, που οδηγεί στο σχηματισμό του οστού, και

- III. Αναδιαμόρφωση/ανακατασκευή του οστού με τη διαδικασία της απορρόφησης και αναμόρφωση (Bone Remodeling) (Kin and Nandeesh, 2012).

Σύνθεση Εξωκυτταρικής Οργανικής Μήτρας

Οι οστεοβλάστες εκκρίνουν πρωτεΐνες κολλαγόνου, κυρίως κολλαγόνο τύπου I, πρωτεΐνες μη κολλαγόνου (οστεοκαλσίνη, οστεονεκτίνη, οστική σιελοπρωτεΐνη και οστεοποντίνη), και πρωτεογλυκάνες, όπως η ντεκορίνη και η διγλυκάνη, σχηματίζοντας έτσι την οργανική μήτρα (Florencio-Silva et al., 2015)..

Μεταλλοποίηση της Μήτρας

Η ανοργανοποίηση/μεταλλοποίηση της οστικής μήτρας λαμβάνει χώρα σε δύο φάσεις, την φυσαλιδώδη και την ινιδιακή φάση (Florencio-Silva et al., 2015).

Η φυσαλιδώδης φάση εμφανίζεται όταν κυστίδια μήτρας συνδέονται με πρωτεογλυκάνες και άλλα οργανικά συστατικά. Λόγω της αρνητικής φόρτισης, οι θειωμένες πρωτεογλυκάνες ακινητοποιούν τα ιόντα ασβεστίου, τα οποία αποθηκεύονται μέσα στα κυστίδια μήτρας. Όταν οι οστεοβλάστες εκκρίνουν ένζυμα που αποικοδομούν τις πρωτεογλυκάνες, ιόντα ασβεστίου απελευθερώνονται και διασχίζουν ασβεστούχους αγωγούς που παρουσιάζονται στα κυστίδια της μεμβράνης της μήτρας (Florencio-Silva et al., 2015).

Από την άλλη πλευρά, οι ενώσεις που περιέχουν φωσφορικά άλατα είναι αποικοδομούνται από την αλκαλική φωσφατάση, που εκκρίνεται από τους οστεοβλάστες, απελευθερώνοντας φωσφορικά ιόντα μέσα στα κυστίδια της μήτρας. Στη συνέχεια, τα φωσφορικά ιόντα και τα ιόντα ασβεστίου μέσα στον πυρήνα των κυστιδίων σχηματίζουν κρυστάλλους υδροξυαπατίτη. Η ινιδιακή φάση εμφανίζεται όταν ο υπερκορεσμός των ιόντων ασβεστίου και φωσφόρου στο εσωτερικό των κυστιδίων της μήτρας, οδηγεί στη ρήξη αυτών των δομών και οι κρύσταλλοι υδροξυαπατίτη εξαπλώνονται στην περιβάλλουσα μήτρα (Florencio-Silva et al., 2015).

Οστεοβλάστες εκφράζουν υψηλές ποσότητες αλκαλικής φωσφατάσης, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην μεταλλοποίηση των οστών. Η διαδικασία μεταλλοποίησης έχει ως αποτέλεσμα το ελαφρύ, αλλά σκληρό σκελετικό ιστό. Η οστεοειδής μήτρα καθορίζει τον όγκο και το σχήμα του οστού, ενώ η μεταλλοποίηση της μήτρας μεταβάλλει την πυκνότητα των οστών (Kin and Nandeesh, 2012).

Αναδιαμόρφωση του Οστού

Η αναδημιουργία των οστών είναι η διαδικασία με την οποία ανανεώνεται το οστό ώστε να διατηρήσει την οστική δύναμη και την ομοιόσταση των μετάλλων. Η αναδιαμόρφωση περιλαμβάνει συνεχή αφαίρεση παλαιών οστών, αντικατάσταση αυτών με νέα πρωτεϊνούχα μήτρα και επακόλουθη μεταλλοποίηση της μήτρας για τον σχηματισμό νέου οστού (Clarke, 2008).

Ο κύκλος αναμόρφωσης των οστών λαμβάνει χώρα μέσα στις οστικές κοιλότητες που πρέπει να αναδιαμορφωθούν (Florencio-Silva et al., 2015) και εξαρτάται από τις αλληλεπιδράσεις δύο κυτταρικών γραμμών, την μεσεγχυματική οστεοβλαστική σειρά και την αιμοποιητική οστεοπλαστική σειρά. Η ισορροπία μεταξύ οστικής απορρόφησης και εναπόθεσης καθορίζεται από τις δραστηριότητες αυτών δύο κυτταρικών τύπων, (οστεοκλάστες, οστεοβλάστες). Οι οστεοβλάστες και οστεοκλάστες, συζευγμένοι σε αυτές τις κοιλότητες σχηματίζουν προσωρινές ανατομικές δομές, τις βασικές πολυκεντρικές μονάδες (BMU) (Kin and Nandeesh, 2012), που αποτελούνται από μια ομάδα οστεοκλαστών μπροστά σχηματίζοντας τον κώνο κοπής και μια ομάδα οστεοβλαστών πίσω σχηματίζοντας τον κώνο κλεισίματος, που συνδέεται με αιμοφόρα αγγεία και την περιφερική νεύρωση (Florencio-Silva et al., 2015).

Η αναδιαμόρφωση αρχίζει πριν από τη γέννηση και συνεχίζεται μέχρι το θάνατο. Η αναμόρφωση του οστού συμβαίνει καθ' όλη τη ζωή, αλλά μόνο μέχρι την τρίτη δεκαετία βρίσκεται σε ισορροπία. Η κορυφαία οστική μάζα μπορεί να διατηρηθεί με μικρές διακυμάνσεις μέχρι την ηλικία των 50 ετών. Από αυτήν την ηλικία και μετά, η απορρόφηση υπερिशύει και η οστική μάζα αρχίζει να μειώνεται. Η διαδικασία αυτή αυξάνεται πριν την εμμηνόπαυση και στην πρώιμη εμμηνόπαυση στις γυναίκες, και στη συνέχεια επιβραδύνεται με την γήρανση. Η οστική αναδιαμόρφωση θεωρείται ότι αυξάνεται ήπια στους ηλικιωμένους άντρες (Clarke, 2008, Kin and Nandeesh, 2012).

Αν και τα φλοιώδη οστά αποτελούν το 75% των οστών, ο συνολικός όγκος, ο ρυθμός μεταβολισμού είναι δέκα φορές υψηλότεροι στο δοκιδωτό οστό. Επομένως, περίπου το 5-10% του ολικού οστού ανανεώνεται ανά έτος (Kin and Nandeesh, 2012).

Η αναδημιουργία των οστών μπορεί να χωριστεί σε έξι φάσεις, δηλαδή, σε αυτές τις ηρεμίας, της ενεργοποίησης, της απορρόφησης, της αντιστροφής, του σχηματισμού και της μεταλλοποίησης. Η ενεργοποίηση προηγείται της απορρόφησης, η οποία προηγείται της αναστροφής, με την ανοργανοποίηση ως τελευταίο βήμα. Αυτά συμβαίνουν σε χώρους αναδιαμόρφωσης (BRC) που κατανέμονται τυχαία, αλλά στοχεύουν και περιοχές που απαιτούν επισκευή. Οι φάσεις έχουν ως εξής (Kin and Nandeesh, 2012):

I. Φάση Ηρεμίας (Quiescent Phase)

Είναι η κατάσταση/φάση που το οστό είναι σε κατάσταση ηρεμίας. Οι παράγοντες που ξεκινούν την διαδικασία αναδιαμόρφωσης παραμένουν άγνωστοι.

II. *Φάση Ενεργοποίησης (Activation Phase)*

Αρχικά, αυτό που συμβαίνει είναι η ενεργοποίηση της οστικής επιφάνειας πριν από την απορρόφηση, μέσω της ανάκλησης των επενδυτικών οστικών κυττάρων και της πέψης της ενδοστεϊκής μεμβράνης. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την πρόσληψη και την ενεργοποίηση του πρόδρομου μονοκύτταρου-μακροφάγου (οστεοκλάστη) από την κυκλοφορία με αποτέλεσμα την αλληλεπίδραση οστεοκλαστών και προδρόμων κυττάρων οστεοβλαστών. Αυτό οδηγεί σε διαφοροποίηση, μετανάστευση και συγχώνευση των μεγάλων πολυκύτταρων οστεοκλαστών. Αυτά τα κύτταρα προσκολλώνται στην μεταλλική επιφάνεια του οστού και ξεκινάει η απορρόφηση από την έκκριση ιόντων υδρογόνου και λυσοσωμικών ενζύμων (κυρίως καθεψίνη K).

III. *Φάση απορρόφησης (Resorption Phase)*

Οι οστεοκλάστες τότε αρχίζουν να διαλύουν την μεταλλική μήτρα και να αποσυνθέτουν την οστεοειδή μήτρα. Αυτή η διαδικασία ολοκληρώνεται από τα μακροφάγα και επιτρέπει την απελευθέρωση των αυξητικών παραγόντων που υπάρχουν μέσα στην μήτρα, τον αυξητικό παράγοντα μετασχηματισμού-β (TGF-β), τον αυξητικό παράγοντα αιμοπεταλίων μετασχηματισμού ομάδας (PDGF) και τους ινσουλινόμορφους αυξητικούς παράγοντες I και II (IGF-I και II). Η επαναρρόφηση των οστών από τους οστεοκλάστες διαρκεί περίπου 2-4 εβδομάδες σε κάθε κύκλο.

IV. *Φάση Αναστροφής (Reversal Phase)*

Κατά τη διάρκεια της φάσης αναστροφής, γίνεται η μετάβαση από την οστική απορρόφηση στο σχηματισμό οστού. Κατά την ολοκλήρωση της οστικής απορρόφησης, οι κοιλότητες περιέχουν διάφορα μονοκύτταρα, όπως είναι τα μονοκύτταρα και τα οστεοκύτταρα, που απελευθερώθηκαν από την οστική μήτρα, και οι προ-οστεοβλάστες, για να ξεκινήσει ο σχηματισμός νέου οστού. Τα σήματα σύζευξης, που συνδέουν το τέλος της οστικής επαναρρόφησης και την αρχή σχηματισμού νέου οστού, είναι ακόμη άγνωστα.

V. *Φάση Σχηματισμού (Formation Phase)*

Μόλις οι οστεοκλάστες έχουν απορροφήσει μια κοιλότητα του οστού, αποσυνδέονται από την επιφάνεια του οστού και αντικαθίστανται από κύτταρα της σειράς των οστεοβλαστών, που με τη σειρά τους ξεκινούν τον σχηματισμό οστού. Οι προ-οστεοβλάστες συνθέτουν μια ουσία πάνω στην οποία προσκολλάται νέος ιστός, με αποτέλεσμα την παραγωγή οστικών μορφογενετικών πρωτεϊνών (BMP), που είναι υπεύθυνες για την διαφοροποίηση. Λίγες μέρες αργότερα, οι ήδη διαφοροποιημένοι οστεοβλάστες συνθέτουν την οστεοειδή μήτρα η οποία συμπληρώνει τις διάτρητες περιοχές. Οι υπόλοιποι οστεοβλάστες συνεχίζουν να συνθέτουν νέο οστό μέχρι να σταματήσουν τελικά και να μετατραπούν σε κύτταρα οστικής επένδυσης που καλύπτουν πλήρως την καινούργια οστική επιφάνεια, και τελικά και συνδέονται με τα οστεοκύτταρα της οστικής μήτρας.

VI. *Φάση Μεταλλοποίησης/Ανοργανοποίησης (Mineralization Phase)*

Η διαδικασία ξεκινάει 30 ημέρες μετά την εναπόθεση του οστεοειδούς, τελειώνοντας σε 90 ημέρες στο δοκιδωτό και σε 130 ημέρες στο φλοιώδες οστό. Τότε ο κύκλος ξεκινά ξανά με την φάση ηρεμίας. Όταν ολοκληρωθεί ο κύκλος, το ποσό του σχηματισμένου οστού θα πρέπει να ισούται με την ποσότητα του οστού που έχει απορροφηθεί (Kin and Nandeesh, 2012).

1.3 Δείκτες Οστικού Μεταβολισμού

Δείκτες Οστικού Σχηματισμού

I. Αλκαλική Φωσφατάση

Η αλκαλική φωσφατάση στον ορό χρησιμοποιείται πάνω από 50 χρόνια για την παρακολούθηση του μεταβολισμού των οστών και εξακολουθεί να είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος δείκτης. Πρόκειται για ένα ένζυμο προσκολλημένο στις κυτταρικές επιφάνειες των οστεοβλαστών και άλλων κυττάρων. Η αλκαλική φωσφατάση δεν εξειδικεύεται στα οστά, και ιδανικά η επιλεκτική μέτρηση του ισοενζύμου των οστών πρέπει να χρησιμοποιείται ως δείκτης σχηματισμού οστού. Η κάθαρση από την κυκλοφορία είναι σχετικά αργή, με μια ημίσεια ζωή της τάξεως των 1-3 ημερών για ισοένζυμο του οστού. Οι τιμές του στο πλάσμα και στον ορό είναι αυξημένες σε ασθένειες, όπως η νόσος του Paget, η οστεομαλακία και μετά από κατάγματα ή έκτοπο σχηματισμό οστού (Kin and Nandeesh, 2012).

Στην κλινική πρακτική, το κύριο πρόβλημα στη διάγνωση είναι να γίνει διάκριση μεταξύ των ισοενζύμων που προέρχονται από το ήπαρ και από αυτά των οστών. Το ισοένζυμο των οστών μπορεί να διακριθεί από τα υπολείμματα σιαλικού οξέος. Σε φυσιολογικές καταστάσεις περίπου το ήμισυ της ολικής αλκαλικής φωσφατάσης προέρχεται από οστά και το υπόλοιπο από συκώτι (Kin and Nandeesh, 2012).

II. Οστεοκαλσίνη

Η οστεοκαλσίνη, γνωστή και ως οστική πρωτεΐνη gla (BGP), είναι μια εξειδικευμένη πρωτεΐνη οστών, η οποία έχει αποδειχθεί ευαίσθητος και ειδικός δείκτης της δραστηριότητας των οστεοβλαστών σε διάφορες μεταβολικές ασθένειες των οστών. Η σύνθεσή της εξαρτάται από την παρουσία ενεργών μεταβολιτών της βιταμίνης D, ιδιαίτερα της 1,25-διυδροξυβιταμίνης D, και απαιτεί βιταμίνη K για τη μετατροπή προς γ-καρβοξυγλουταμικό οξύ (gla). Μετά το στάδιο της μετάφρασης η οστεοκαλσίνη αποκτά ιδιότητες σύνδεσης με το ασβέστιο. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαφοροποιηθεί η πλήρως καρβοξυλιωμένη από την μερικώς καρβοξυλιωμένη οστεοκαλσίνη στην κυκλοφορία. Φαίνεται ότι ένα σημαντικό ποσοστό της οστεοκαλσίνης σε οστεοπορωτικούς ηλικιωμένους ασθενείς είναι ελλιπώς καρβοξυλιωμένη (Kin and Nandeesh, 2012).

Αυξημένες τιμές οστεοκαλσίνης στον ορό σχετίζονται με αυξημένο σχηματισμό οστού, κάτι που συναντάται σε καταστάσεις υπερπαραθυρεοειδισμού, υπερθυρεοειδισμού και οστικών μεταστάσεων. Μειωμένα επίπεδα οστεοκαλσίνης αντανακλά χαμηλότερους ρυθμούς σχηματισμού οστού, όπως συμβαίνει στο μύελωμα. Οι τιμές οστεοκαλσίνης στον ορό μπορεί αυξηθούν με την αύξηση της ηλικίας και μετά την εμμηνόπαυση, ενώ πέφτουν μετά από θεραπεία με οιστρογόνα. Η οστεοκαλσίνη εκτός από τις παθολογικές καταστάσεις, αυξάνεται και με την ανάπτυξη του σκελετού στην εφηβεία (Kin and Nandeesh, 2012).

III. Πεπτίδια προκολλαγόνου

Το κολλαγόνο είναι η κύρια δομική πρωτεΐνη του οστού και αποτελεί περίπου το 90% του οργανικού υλικού. Συμβάλλει σαφώς στην ακεραιότητα και την αντοχή της οστικής μήτρας. Η μέτρηση της σύνθεσης κολλαγόνου είναι, επομένως, μια πιο λογική προσέγγιση σε σχέση με άλλα συστατικά μήτρας για την αξιολόγηση του σχηματισμού οστών. Οι τιμές αυξάνονται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και σε παθολογικές καταστάσεις αυξημένου σχηματισμού οστού, όπως στη νόσο του Paget, και σε απάντηση της αυξητικής ορμόνης (Kin and Nandeesh, 2012).

Δείκτες Οστικής Απορρόφησης

I. Υδροξυπρολίνη και Διασταυρούμενοι Δεσμοί Πυριδινολίνης

Έρευνες σχετικά με την οστεοπόρωση δείχνουν ότι, όταν οι μετρήσεις γίνονται προσεκτικά, οι τιμές υδροξυπρολίνης στα ούρα αυξάνονται μετά την εμμηνόπαυση και πέφτουν και πάλι όταν δίνονται αντί-απορροφητικά φάρμακα όπως οιστρογόνα, καλσιτονίνες και διφωσφονικά (Kin and Nandeesh, 2012).

II. Γλυκοζίτες υδροξυλυσίνης

Προέρχονται από κολλαγόνο τύπου I. Μπορεί να αποτελούν χρήσιμους δείκτες απορρόφησης οστού, για παράδειγμα, στην οστεοπόρωση (Kin and Nandeesh, 2012).

III. Οξίνη φωσφατάση

Η οξίνη φωσφατάση είναι λυσοσωμικό ένζυμο που υπάρχει σε διάφορες μορφές σε διαφορετικούς ιστούς. Το ισοένζυμο τύπου 5 είναι εκείνο που βρίσκεται στους οστεοκλάστες και φαίνεται να απελευθερώνεται κατά την απορρόφηση των οστών (Kin and Nandeesh, 2012).

IV. Άλλοι προσδιορισμοί

Σε ορισμένες περιπτώσεις, το ασβέστιο των ούρων μετά από νηστεία μπορεί να δώσει έμμεση μέτρηση ρυθμού επαναρρόφησης οστού και μπορεί να είναι χρήσιμος δείκτης στην νόσο του Paget και σε ασθενείς με μεταστατική νόσο των οστών. Άλλες μετρήσεις αποτελούν ο προσδιορισμός της ανθεκτικής σε τρυγικό οξύ φωσφατάσης, του ελεύθερου γ-καρβοξυγλουταμικού οξέος, κυτοκινών και αυξητικών παραγόντων

που επηρεάζουν τον μεταβολισμό των οστών (π.χ., ιντερλευκίνες 1 και 6, ινσουλινόμορφοι αυξητικοί παράγοντες I και II και οι δεσμευτικές πρωτεΐνες αυτών). (Kin and Nandeesh, 2012, Eastell and Hannon, 2008).

1.4 Διαταραχές Οστικής Ανακατασκευής

I. Οστεοπόρωση

Η οστεοπόρωση είναι μια πολύ κοινή μεταβολική διαταραχή του σκελετού, όπου η μεταλλική πυκνότητα των οστών (BMD) μειώνεται (T-score μικρότερο -2,5), η δομή των οστών διαταράσσεται και η ποσότητα των πρωτεϊνών στα οστά μεταβάλλεται, οδηγώντας σε αυξημένο κίνδυνο θραύσης. Ένας συνδυασμός βιοχημικών δεικτών, συμπεριλαμβανομένης της ολικής αλκαλικής φωσφατάσης, της οστεοκαλσίνης στο πλάσμα και της υδροξυπρολίνης και του ασβεστίου σε ούρα νηστείας, έχουν ισχυρή προγνωστική δύναμη σε σχέση με τα ποσοστά οστικής απώλειας που μετρήθηκαν με τεχνικές οστικής πυκνομετρίας (Kin and Nandeesh, 2012).

II. Υπερπαραθυρεοειδισμός και Υπερθυρεοειδισμός

Σε αυτές τις διαταραχές, ο μεταβολισμός των οστών μπορεί να είναι αξιοσημείωτα αυξημένος με ή χωρίς μειωμένη οστική μάζα. Και οι δύο παραθυρεοειδείς ορμόνες και οι ορμόνες του θυρεοειδούς μπορούν να διεγείρουν τον σχηματισμό οστού αλλά και την οστική απορρόφηση, και εάν τα κύτταρα των οστεοβλαστών ανταποκρίνονται επαρκώς, δεν θα συμβεί απώλεια οστικής μάζας (Kin and Nandeesh, 2012).

III. Νόσος Paget

Σε αυτή τη διαταραχή, η ενεργοποίηση των οστεοκλαστών είναι ασυνήθιστη, πιθανώς από ιική μόλυνση, και έχουν ως αποτέλεσμα ένα παράξενο και ακανόνιστο μοτίβο οστικής απορρόφησης συνήθως με έντονη οστεοβλαστική απόκριση και ακανόνιστο σχηματισμό νέων οστών. Έτσι, στη νόσο του Paget μπορεί να υπάρχει αυξημένη οστική πυκνότητα, αλλά λόγω της ακανόνιστης δομής, η αντοχή των οστών μειώνεται και μπορεί να εμφανιστούν παθολογικά κατάγματα (Kin and Nandeesh, 2012).

IV. Οστεομαλακία/Ραχίτιδα

Στα παιδιά εμφανίζεται ως ραχίτιδα, ενώ στους ενήλικες ως οστεομαλακία. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει ανεπαρκής ανοργανοποίηση του οστεοειδούς (Kin and Nandeesh, 2012).

V. Οστεοπέτρωση

Υπάρχουν πολλά σύνδρομα οστεοπέτρωσης ή οστεοσκληρύρυνσης, στα οποία η οστική απορρόφηση είναι ελαττωματική λόγω του μειωμένου σχηματισμού οστεοκλαστών ή της απώλειας της οστεοκλαστικής λειτουργίας. Σε αυτές τις διαταραχές, η μοντελοποίηση, καθώς και η αναδιαμόρφωση, υποβαθμίζονται και η αρχιτεκτονική του σκελετού μπορεί να είναι αρκετά ανώμαλη (Kin and Nandeesh, 2012).

2. Διατροφή και Οστική Υγεία

Ενώ υπάρχει γενική ομοφωνία ότι το 60-80% της μεταβολής της μέγιστης οστικής μάζας εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες, οι τροποποιήσιμοι παράγοντες, όπως η διατροφή και η σωματική δραστηριότητα εξακολουθούν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των οστών (Rizzoli et al., 2010). Η επίδραση της διατροφής στα οστά αρχίζει στην παιδική ηλικία. Ακόμη και η μητρική διατροφή μπορεί να επηρεάσει την οστική μάζα των απογόνων. Μια καλή γενική διατροφική κατάσταση με επαρκή πρόσληψη πρωτεΐνης, ασβεστίου, βιταμίνης D, φρούτων και λαχανικών έχουν θετικό αποτέλεσμα στην υγεία των οστών, ενώ μια δίαιτα με υψηλή θερμιδική πρόσληψη και υπέρμετρη κατανάλωση αλκοόλ, έχει συσχετιστεί με χαμηλότερα επίπεδα οστικής μάζας και υψηλότερα ποσοστά κατάγματος. Κατά την παιδική ηλικία, η επαρκής διατροφή μπορεί να βοηθήσει το άτομο να αυξήσει την οστική μάζα και, συνεπώς, να φθάσει την μέγιστη οστική μάζα στην ενήλικη ζωή (Movassagh and Vatanparast, 2017).

Πάνω από δεκαετίες η έρευνα στον τομέα των οστών σχετικά με την διατροφή κατέδειξε την επίδραση διαφόρων θρεπτικών ουσιών στα οστά σε όλες τις ηλικίες. Αυτό οδηγεί στην αναγνώριση των ευεργετικών επιδράσεων στα οστά π.χ. γαλακτοκομικά προϊόντα, φρούτα και λαχανικά, επαρκή πρόσληψη πρωτεϊνών και πλούσια σε ασβέστιο μεταλλικά νερά. Ωστόσο, είναι δύσκολο να αντληθούν πρακτικές συστάσεις από αυτές τις γνώσεις. Τα τελευταία 15 χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες - συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων επιδημιολογικών μελετών - οι οποίες εξέτασαν την επίδραση ολόκληρων διατροφικών προτύπων ή προφίλ στην υγεία των οστών. Έδειξαν ότι μια διατροφή πλούσια σε φρούτα και λαχανικά, χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά γαλακτοκομικά προϊόντα και μέτρια πρόσληψη κρέατος συνδέεται με υψηλότερη οστική πυκνότητα, ακόμη και με χαμηλότερη συχνότητα καταγμάτων ισχίου. Μεταξύ αυτών των τρόπων διατροφής είναι η μεσογειακή διατροφή, ενώ η χορτοφαγική δίαιτα, και ειδικότερα η δίαιτα με βότανα, αυξάνουν τον κίνδυνο οστεοπόρωσης λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες και ασβέστιο (Burckhardt, 2018).

Τα οφέλη από την υγιεινή διατροφή σχετίζονται με τις ευεργετικές ιδιότητες των τροφών στα οστά στο πλαίσιο αυτού του μοτίβου. Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την υγεία των οστών, συμπεριλαμβανομένου του καλίου και του μαγνησίου, της βιταμίνης C, της βιταμίνης K, του φυλλικού οξέος και των καροτενοειδών (Movassagh and Vatanparast, 2017).

2.1 Μακροθρεπτικά Συστατικά

Τα ψάρια και τα θαλασσινά είναι πλούσια σε PUFAs, ειδικά n-3 FAs, τα οποία είναι γνωστό ότι έχουν την αντιφλεγμονώδη επίδραση που ωφελεί τα οστά (Movassagh and Vatanparast, 2017). Τα ευρήματα από τα πειράματα καλλιέργειας ανθρώπινων οστικών κυττάρων έχουν αποκαλύψει τόσο οφέλη, όσο και βλάβες στα οστά, ανάλογα με την ποσότητα και την πηγή των PUFAs. Τα ευρήματα από παρατηρητικές και τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες δείχνουν, ότι η πρόσληψη υψηλότερου λιπαρού ψαριού συνδέεται στενά με μειωμένο κίνδυνο καταγμάτων. Επιπλέον, οι μελέτες σε ανθρώπους υποστηρίζουν σε μεγάλο βαθμό ότι η μεγαλύτερη πρόσληψη συνολικών PUFAs, συνολικού λιπαρού οξέος n-6 (ω-6) και ολικού λιπαρού οξέος n-3 (ω-3) σχετίζεται με υψηλότερη οστική πυκνότητα και μειωμένο κίνδυνο καταγμάτων, ωστόσο κρίνεται απαραίτητη η πραγματοποίηση και άλλων ερευνών για την απόδειξη των παραπάνω (Longo and Ward, 2016).

Τα γαλακτοκομικά εκτός από πηγές ασβεστίου, βιταμίνης D, βιταμίνης B12, ψευδαργύρου και ριβοφλαβίνης, είναι εξίσου καλές πηγές πρωτεΐνης. Τα ψάρια, τα πουλερικά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι, επίσης, οι πηγές πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας σε μια υγιεινή διατροφή (Movassagh and Vatanparast, 2017). Η πρωτεΐνη αποτελεί περίπου το 50% του όγκου των οστών και περίπου το ένα τρίτο της μάζας της μήτρας, η οποία υφίσταται συνεχή κύκλο εργασιών και αναδιαμόρφωση. Επειδή η διασταυρούμενη σύνδεση των μορίων κολλαγόνου στα οστά περιλαμβάνει μετα-μεταφραστικές τροποποιήσεις των αμινοξέων, πολλά από τα θραύσματα κολλαγόνου, που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της πρωτεόλυσης ως μέρος της αναδιαμόρφωσης, δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία νέας οστικής μήτρας. Συνεπώς, απαιτείται καθημερινή παροχή διαιτητικής πρωτεΐνης για τη συντήρηση των οστών. Η πρωτεΐνη έχει προσδιοριστεί ως τόσο επιβλαβής όσο και ωφέλιμη για την υγεία των οστών, ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως το επίπεδο πρωτεΐνης στη διατροφή, η πηγή πρωτεΐνης, η πρόσληψη ασβεστίου, και την οξεοβασική ισορροπία της δίαιτας. Η πρόσληψη πρωτεϊνών επηρεάζει τα οστά με διάφορους τρόπους: 1) αποτελεί τη δομική μήτρα του οστού, 2) βελτιστοποιεί τα επίπεδα IGF-1, 3) αναφέρεται ότι αυξάνει το ασβέστιο και 4) αυξάνει την απορρόφηση του εντερικού ασβεστίου (Heaney and Layman, 2008).

Η επαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών είναι απαραίτητη για τον σχηματισμό και τη συντήρηση της μήτρας των οστών. Ωστόσο, πιστεύεται ότι η υπερβολικά υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης μπορεί να προκαλέσει αρνητική ισορροπία ασβεστίου. Έχει

αναφερθεί ότι η ποσότητα ασβεστίου που καταναλώνεται μπορεί να αλληλεπιδράσει με την επίδραση της πρωτεΐνης στην υγεία των οστών (Movassagh and Vatanparast, 2017).

Το δυτικό πρότυπο διατροφής χαρακτηρίζεται από την πρόσληψη αναψυκτικών, τηγανητών τροφών, κρέατος και επεξεργασμένων προϊόντων, γλυκών και επιδορπίων και ραφινρισμένων κόκκων. Η υψηλή προσκόλληση στη δυτική διατροφή συνδέεται με υψηλή πρόσληψη λιπαρών, πρωτεϊνών, εξευγενισμένων υδατανθράκων, νατρίου και φωσφόρου (Movassagh and Vatanparast, 2017).

Η υψηλή πρόσληψη λίπους μπορεί να επηρεάσει άμεσα την απορρόφηση του εντερικού ασβεστίου (Movassagh and Vatanparast, 2017). Τα πρόσφατα διατροφικά πρότυπα των δυτικών πληθυσμών περιλαμβάνουν υψηλότερες από τις συνιστώμενες προσλήψεις πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) n-6 (ω-6) σε σχέση με τα PUFA n-3 (ω-3) που μπορεί να οδηγήσουν σε χρόνια κατάσταση στείρας φλεγμονής ολόκληρου του σώματος (Longo and Ward, 2016). Η αυξημένη συσσώρευση λίπους και η παχυσαρκία, η οποία απορρέει από υψηλή πρόσληψη λιπαρών ή/και εξευγενισμένων υδατανθράκων, μπορεί να μειώσει τη διαφοροποίηση των οστεοβλαστών και τον σχηματισμό οστού (Movassagh and Vatanparast, 2017).

2.2 Μικροθρεπτικά Συστατικά

I. Βιταμίνες

Τα καροτενοειδή και άλλα αντιοξειδωτικά επηρεάζουν, επίσης, την υγεία των οστών μειώνοντας το οξειδωτικό στρες (Movassagh and Vatanparast, 2017). Η βιταμίνη Α είναι γενικός όρος που χρησιμοποιείται για μια ομάδα λιποδιαλυτών διαιτητικών ενώσεων, εκ των οποίων οι πιο σημαντικές είναι η ρετινόλη και η προβιταμίνη Α (β-καροτένιο). Από τις αρχές της δεκαετίας του 1940, έχει αναγνωριστεί ότι η έλλειψη βιταμίνης Α έχει περίπλοκη επίδραση στο οστό, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικούς τύπους οστικών ανωμαλιών. Μελέτες που αξιολογούν την ένωση μεταξύ του επιπέδου της ρετινόλης στον ορό ή της πρόσληψης ρετινόλης και της υγείας των οστών στον άνθρωπο έδειξαν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα (Ahmadieh and Arabi, 2011). Η υπερβολική πρόσληψη βιταμίνης Α έχει αποδειχθεί, επίσης, ότι έχει δυσμενείς επιπτώσεις στα οστά. Σε ανθρώπους μπορεί να προκαλέσει χρόνια τοξικότητα βιταμίνης Α με υπερασβεστιαμία, διαταραχή της οστικής αναμόρφωσης και οστικές ανωμαλίες (G. Caire-Juvera, C. Ritenbaugh et al. 2009). Περαιτέρω έρευνα απαιτείται για να προσδιοριστεί η ασφαλέστερη δόση βιταμίνης Α η οποία δεν έχει θα έχει επιβλαβή επίδραση στην υγεία των οστών. (Ahmadieh and Arabi, 2011).

Το φυλλικό οξύ και η βιταμίνη Β12 ενδέχεται να επηρεάσουν τα οστά μειώνοντας τις υψηλές συγκεντρώσεις ομοκυστεΐνης, οι οποίες συνδέονται με τον κίνδυνο καταγμάτων (Movassagh and Vatanparast, 2017). Ένας από τους τροποποιήσιμους

παράγοντες κινδύνου για το οστεοπορωτικό κάταγμα είναι τα αυξημένα επίπεδα ομοκυστεΐνης. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις ομοκυστεΐνης στο πλάσμα είναι αποτέλεσμα μειωμένης απομάκρυνσης ή μειωμένου ενδοκυτταρικού μεταβολισμού της ομοκυστεΐνης, που μπορεί να έχει γενετική ή διατροφική προέλευση. Η βιταμίνη Β, συμπεριλαμβανομένης της Β2 (ριβοφλαβίνη), Β6 (πυριδοξίνη), Β11 (φολικό) και Β12 (κοβαλαμίνη), χρησιμεύουν ως συμπαραγόντες ή υποστρώματα για τα εμπλεκόμενα ένζυμα στον μεταβολισμό της ομοκυστεΐνης και ως εκ τούτου είναι καθοριστικοί παράγοντες της ομοκυστεΐνης (Ahmadieh and Arabi, 2011).

Η βιταμίνη C μπορεί να επηρεάσει την υγεία των οστών μέσω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων της, οι οποίες καταστέλλουν τη δράση των οστεοκλαστών. Λειτουργεί, ακόμα, ως συμπαραγόντας στην διαφοροποίηση των οστεοβλαστών και στον σχηματισμό κολλαγόνου (Movassagh and Vatanparast, 2017). Η βιταμίνη C είναι γνωστό ότι διεγείρει το προκολλαγόνο, ενισχύει τη σύνθεση κολλαγόνου και διεγείρει τη δράση της αλκαλικής φωσφατάσης, δείκτης για τον σχηματισμό οστεοβλαστών. Οι μελέτες σχετικά με την διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης C και τη σχέση της με την οστική πυκνότητα (BMD) είναι αμφιλεγόμενες, πιθανώς λόγω των γνωστών περιορισμών των ερωτηματολογίων αξιολόγησης των θρεπτικών ουσιών (Morton, Barrett-Connor and Schneider, 2001, Sahni et al., 2008).

Η βιταμίνη D, η οποία μπορεί να παραχθεί από το φως του ήλιου και να ληφθεί σε μικρές ποσότητες από τη διατροφή. Τα λιπαρά ψάρια, το εμπλουτισμένο γάλα και άλλα εμπλουτισμένα τρόφιμα είναι οι κύριες διατροφικές πηγές βιταμίνης D. Η καλύτερη αναγνωρισμένη λειτουργία της βιταμίνης D είναι ότι προάγει την απορρόφηση του ασβεστίου και έτσι διατηρούνται τα επίπεδα ασβεστίου και φωσφόρου στο αίμα. Η βιταμίνη D βελτιώνει την απορρόφηση ασβεστίου με διέγερση της ενεργού μεταφοράς στο έντερο, και είναι απολύτως απαραίτητη για την επαρκή απορρόφηση ασβεστίου στο έντερο. Επιπλέον, η βιταμίνη D συνεργάζεται με την παραθορμόνη (PTH) βελτιώνοντας την νεφρική επαναρρόφηση ασβεστίου. Όταν τα επίπεδα ασβεστίου στον ορό πέφτουν, η PTH απελευθερώνεται και δρα στο νεφρό αυξάνοντας την 1-α-υδροξυλίωση της 25-υδροξυβιταμίνης D, μετατρέποντάς την σε ενεργό μορφή. Η βιταμίνη D έχει, επίσης, άμεση επίδραση στα οστά. Ο σχηματισμός οστεοκλαστών, η διαφοροποίηση και η επαναρρόφηση των οστών διεγείρονται από τη βιταμίνη D (R. P. Heaney, 2009). Η σοβαρή ανεπάρκεια της βιταμίνης D οδηγεί τους ενήλικες σε οστεομαλακία και τα παιδιά σε ραχίτιδα (Kin and Nandeesh, 2012, R. P. Heaney, 2009). Οι ινσουλινοειδείς αυξητικοί παράγοντες (IGF) I και II δρουν με τη βιταμίνη D για την αύξηση της παραγωγής οστεοκαλσίνης (R. P. Heaney, 2009).

Μία άλλη βιταμίνη με σημαντικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες είναι η βιταμίνη E. Υπάρχουν δύο τύποι βιταμίνης E, τοκοφερόλη και τοκοτριενόλη. Το οξειδωτικό στρες είναι μια κατάσταση στην οποία αυξάνεται ο σχηματισμός ελεύθερων ριζών. Οι ελεύθερες ρίζες παίζουν ρόλο στην απόπτωση των οστεοβλαστών και των οστεοκυττάρων και στην οστεοκλαστογένεση και, συνεπώς, στην οστική απορρόφηση, όπως φαίνεται σε διάφορες μελέτες in vitro και σε ζώα. Επιπλέον, το

οξειδωτικό στρες αυξάνει την οστική απορρόφηση και, συνεπώς, την επαναρρόφηση του οστού και αναδιαμόρφωση του (Ahmadieh and Arabi, 2011).

Η βιταμίνη Κ φαίνεται να παίζει, επίσης, τον δικό της ρόλο στην υγεία των οστών. Η κυρίαρχη διατροφική μορφή της βιταμίνης Κ, η φυλλοκινόνη ή η βιταμίνη Κ1, βρίσκεται στα φυτά και τα πράσινα λαχανικά, ενώ η μενακινόνη, ή η βιταμίνη Κ2, συντίθεται από εντερικά βακτήρια. Εκτός από τον καθορισμένο ρόλο στην πήξη του αίματος, αρκετές μελέτες υποστηρίζουν τώρα την κρίσιμη λειτουργία της στη βελτίωση της υγείας των οστών (Palermo et al., 2017). Η βιταμίνη Κ απαιτείται στην πραγματικότητα για την καρβοξυλίωση της οστεοκαλσίνης που με τη σειρά της ρυθμίζει τη μεταλλοποίηση των οστών (R. P. Heaney, 2009, Palermo et al., 2017, Movassagh and Vatanparast, 2017). Φαίνεται να προωθεί τη μετάβαση των οστεοβλαστών σε οστεοκύτταρα και να περιορίζει τη διαδικασία της οστεοκλαστογένεσης. Αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης Κ και του οστικού μεταβολισμού, αλλά τα ευρήματα είναι αντικρουόμενα και ασαφή (Palermo et al., 2017).

II. Ιχνοστοιχεία και Μέταλλα

Το κάλιο και το μαγνήσιο μπορούν να συμβάλλουν στην ισορροπία όξινης βάσης στο σώμα και να αποτρέψουν την απώλεια οστικής μάζας. Το κάλιο θα μπορούσε, επίσης, να αυξήσει την απορρόφηση ασβεστίου στα νεφρά, ανεξάρτητα από το ρόλο του στην αλκαλική κατάσταση του σώματος (Movassagh and Vatanparast, 2017). Το κάλιο επηρεάζει την ομοιοστάση του ασβεστίου μέσω της απομάκρυνσης του ασβεστίου από το ουροποιητικό σύστημα. Μια δίαιτα χαμηλού καλίου προκαλεί αυξημένο ασβέστιο ούρων, ενώ ισχύει και το αντίστροφο. Είναι πιθανό ότι η αυξημένη πρόσληψη καλίου μπορεί να αντισταθμίσει την οστική απορρόφηση, που παρατηρείται, με διατροφή υψηλή σε αλάτι (R. P. Heaney, 2009).

Το μαγνήσιο είναι, επίσης, απαραίτητο για τον μεταβολισμό του ασβεστίου. Βρίσκεται στον σκελετό, και η έλλειψή του θεωρείται παράγοντας κινδύνου για οστεοπόρωση. Θεωρείται, επίσης, απαραίτητο για την απορρόφηση του ασβεστίου, αλλά τα στοιχεία για την απόδειξη αυτής της ιδιότητας είναι ακόμα ασαφή. Σε κάθε περίπτωση, η περαιτέρω έρευνα για τη σχέση μεταξύ του μαγνησίου και της υγείας των οστών είναι απαραίτητη (R. P. Heaney, 2009).

Τα κύρια συστατικά των γαλακτοκομικών προϊόντων είναι το ασβέστιο και το μαγνήσιο (στις ευεργετικές ιδιότητες του οποίου έγινε αναφορά παραπάνω), τα οποία έχουν δομικό ρόλο στην υγεία των οστών. Στα οστά, το ασβέστιο εξυπηρετεί δύο κύριους σκοπούς: παρέχει σκελετική αντοχή και ταυτόχρονα, παρέχει μια δυναμική αποθήκη για τη διατήρηση του ενδοκυτταρικού και εξωκυτταρικού αποθέματος ασβεστίου. Η πρόσληψη ασβεστίου από την διατροφή είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας για την ισορροπία του ασβεστίου, ιδιαίτερα κατά την εφηβεία, την περίοδο κορύφωσης της οστικής μάζας. Η απορρόφηση ασβεστίου είναι

μια ενεργός μεταφορά που ελέγχεται από την βιταμίνη 1,25(OH)₂D, που είναι ιδιαίτερα σημαντική στις χαμηλές προσλήψεις ασβεστίου, και στην παθητική διάχυση, η οποία κυριαρχεί στις υψηλές προσλήψεις ασβεστίου (Peacock, 2010).

Το νάτριο σχετίζεται με την ασβεστιουρία, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη αναμόρφωση του οστού και απώλεια οστικής μάζας (Movassagh and Vatanparast, 2017, R. P. Heaney, 2009). Η δίαιτα DASH που δίνει έμφαση στα φρούτα, τα λαχανικά και τα χαμηλών λιπαρών γαλακτοκομικά προϊόντα, βρέθηκε να μειώνει σημαντικά τους δείκτες οστικής απορρόφησης μετά από 30 ημέρες και στα τρία επίπεδα πρόσληψης νατρίου (1500 mg/d, 2300 mg/d και 3450 mg/d), με το μεγαλύτερο όφελος να παρατηρείται στην ομάδα του μειωμένου νατρίου. Επιπλέον, η απέκκριση ασβεστίου μειώθηκε. Απαιτείται περισσότερη έρευνα για να προσδιοριστούν τα αποτελέσματα της τυπικής αμερικανικής δίαιτας, υψηλής σε νάτριο, στην υγεία των οστών με την πάροδο του χρόνου (R. P. Heaney, 2009).

Επιπλέον, ενώ η επαρκής κατανάλωση φωσφόρου είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των οστών και την ανοργανοποίηση, η υψηλή πρόσληψη φωσφόρου, εάν συνοδεύεται από χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου, μπορεί να είναι επιβλαβής για οστών λόγω αυξημένης παραθυροειδικής δραστηριότητας, πιθανώς με αποτέλεσμα την απώλεια οστικής μάζας (R. P. Heaney, 2009, Movassagh and Vatanparast, 2017). Εντούτοις, είναι πιθανόν η αύξηση της PTH να οφείλεται κυρίως στη χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου, όπως το ίδιο παρατηρείται και στις φυσιολογικές προσλήψεις φωσφόρου, εάν η πρόσληψη ασβεστίου είναι χαμηλή. Η διαμάχη γύρω από την κατανάλωση αναψυκτικών τύπου cola πιθανότατα δεν είναι εξαιτίας της περιεκτικότητάς τους σε φωσφόρο. Μάλλον η συσχέτισή τους με εμφάνιση καταγμάτων και BMD είναι πιθανώς λόγω της απομάκρυνσης του γάλακτος από τη διατροφή (R. P. Heaney, 2009).

Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ του δυτικού προτύπου διατροφής και της υγείας των οστών οφείλεται εν μέρει στην υψηλή παραγωγή ενδογενούς οξέος. Κατά τη διάρκεια της κατάστασης αυτής, τα οστά παρέχουν αλκάλια για να διατηρήσουν την ισορροπία όξινου-αλκαλικού περιβάλλοντος, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα βαθμιαία απώλεια οστικής μάζας (Movassagh and Vatanparast, 2017).

2.3 Έρευνες για την επίδραση της διατροφής στην υγεία των οστών

Το 2011 δημοσιεύτηκαν τα αποτελέσματα μιας έρευνας που διεξήχθη στην Αυστραλία με σκοπό τη συσχέτιση μεταξύ μοτίβων διατροφής και της υγείας των οστών σε δείγμα αυστραλιανών γυναικών ηλικίας 18-65 ετών (n=527). Η BMD στην οσφυϊκή χώρα της σπονδυλικής στήλης, του ολικού ισχίου και της ολικής περιεκτικότητας μετάλλων των οστών (BMC), μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας DEXA. Τα μοτίβα διατροφής αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα τετραήμερο ημερολόγιο

καταγραφής τροφίμων και ανάλυση αυτών. Η ανάλυση αποκάλυψε 5 τρόπους διατροφής εκ των οποίων το μοτίβο 1 και 4 συσχετίστηκαν με την υγεία των οστών. Πιο συγκεκριμένα, το μοτίβο 1 (υψηλή κατανάλωση εξευγενισμένων δημητριακών, αναψυκτικών, τηγανητών πατατών, λουκάνικων και μεταποιημένου κρέατος, φυτικών ελαίων, μπυρών και χαμηλή κατανάλωση λαχανικών, πιάτων με λαχανικά, τσαγιού, καφέ, φρούτων, προϊόντων ολικής αλέσεως και δημητριακών πρωινού), συνδέεται σε σημαντικό βαθμό αντιστρόφως με το συνολικό BMC του σώματος. Το μοτίβο αυτό έχει τα χαρακτηριστικά του δυτικού τρόπου διατροφής. Στο μοτίβο 2, τα τρόφιμα με υψηλές θετικές επιβαρύνσεις περιλάμβαναν λαχανικά (πατάτες, καρότα, μπιζέλια, και φασόλια, κράμβες, κολοκυθάκια και σκουός), κόκκινο κρέας, βούτυρο και κρέμα γάλακτος, και με αρνητικές επιβαρύνσεις τα ζυμαρικά και τα πιάτα με ζυμαρικά. Το μοτίβο 3 είχε υψηλή κατανάλωση φυλλωδών λαχανικών, ντομάτας και προϊόντων ντομάτας, γάλακτος και γιαουρτιών (1% λιπαρά), φρούτων, τυριών, αυγών και ψαριών και χαμηλή κατανάλωση σε κέικ, μπισκότα και άλλα ψημένα γλυκά προϊόντα, βούτυρο και κρέμα γάλακτος. Το μοτίβο 4 (υψηλή κατανάλωση οσπρίων, θαλασσιών, σπόρων, καρυδιών, κρασιού, ρυζιού, άλλα και λαχανικών με ταυτόχρονη χαμηλή κατανάλωση μπίκου και ζαμπόν), το οποίο είναι κοντά στα χαρακτηριστικά της μεσογειακής διατροφής, συνδέεται άμεσα με την BMD σε αμφότερες θέσεις και το BMC του συνολικού σώματος. Το μοτίβο 5 χαρακτηρίζεται από υψηλή κατανάλωση σοκολάτας, προϊόντων ζαχαροπλαστικής και προϊόντων με επιπρόσθετη ζάχαρη, φρουτοποτών και ζαχαρωτών, γαλακτοκομικών, γάλακτος και γιαουρτιών (>1% λίπος), και χαμηλή κατανάλωση χυμών φρούτων και λαχανικών, πουλερικών, κρασιού, οινοπνευματωδών ποτών και άλλων αλκοολούχων ποτών. Τα διατροφικά πρότυπα 2, 3 και 5 δεν συσχετίστηκαν σταθερά με το BMD ή το BMC. Αυτή η μελέτη αναγνώρισε συγκεκριμένα διατροφικά πρότυπα που σχετίζονται με το BMD και το συνολικό BMC μεταξύ των γυναικών και παρέχει αποδείξεις που θα συμβάλουν σε πιθανές στρατηγικές για τη βελτίωση των οστών (McNaughton et al., 2011).

Σε μια άλλη έρευνα που διεξήχθη στις ΗΠΑ με σκοπό να προσδιοριστούν τα θρεπτικά συστατικά, τα τρόφιμα και οι διατροφικές συνήθειες που σχετίζονται με τον κίνδυνο εμφάνισης κατάγματος, καθώς και να μελετηθούν οι μεταβολές στην οστική πυκνότητα σε δείγμα νεαρών γυναικών ορεινών δρομέων, συμμετείχαν 125 γυναίκες δρομείς ηλικίας 18-26 ετών αγωνιστικού επιπέδου. Οι διατροφικές μεταβλητές αξιολογήθηκαν με ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων, ενώ η BMD και BMC αξιολογήθηκαν με DEXA στη σπονδυλική στήλη, το ισχίο και συνολικά στο σώμα. Δεκαεπτά συμμετέχοντες είχαν τουλάχιστον ένα κάταγμα κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης (2 χρόνια). Πιο υψηλή πρόσληψη ασβεστίου, αποβουτυρωμένου γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων σχετίστηκαν με χαμηλότερα ποσοστά εμφάνισης κατάγματος. Κάθε επιπλέον φλιτζάνι αποβουτυρωμένου γάλακτος που καταναλωνόταν ανά ημέρα συνδέθηκε με 62% μείωση της συχνότητας εμφάνισης καταγμάτων καταπόνησης και ένα διατροφικό πρότυπο υψηλό σε γαλακτοκομικά και μειωμένη πρόσληψη λίπους συνδυάστηκε με μείωση κατά 68%. Υψηλότερη πρόσληψη αποβουτυρωμένου γάλακτος,

γαλακτοκομικών προϊόντων, ασβεστίου, ζωικής πρωτεΐνης και καλίου συσχετίστηκαν με σημαντικά κέρδη στη BMD ολόκληρου του σώματος και τη BMC. Υψηλότερες προσλήψεις ασβεστίου, βιταμίνης D, αποβουτυρωμένου γάλακτος, γαλακτοκομικών προϊόντων, καλίου και ένα διατροφικό πρότυπο υψηλό σε γαλακτοκομικά και χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά συσχετίστηκε με σημαντικά οφέλη στη BMD του ισχίου. Συμπερασματικά, οι ερευνητές κατέληξαν ότι σε νεαρές γυναίκες δρομείς, τα γαλακτοκομικά προϊόντα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και τα κύρια θρεπτικά συστατικά του γάλακτος (ασβέστιο, βιταμίνη D και πρωτεΐνη) συσχετίστηκαν με μεγαλύτερα οφέλη στα οστά και χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης κατάγματος κοπώσεως (Nieves et al., 2010).

Η Κοντογιάννη και οι συνεργάτες της διεξήγαγαν μια έρευνα εξετάζοντας την επίδραση των διατροφικών προτύπων στην πρόληψη και θεραπεία χρόνιων νοσημάτων, η οποία κερδίζει συνεχώς περισσότερη προσοχή και μπορεί να διασαφηνίσει τη σχέση μεταξύ της διατροφής και της υγείας των οστών. Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε αν η προσκόλληση στην μεσογειακή διατροφή ή άλλα διαιτητικά πρότυπα έχουν σημαντική επίδραση στους δείκτες οστικής μάζας. Σε αυτήν την έρευνα συμμετείχαν 220 ενήλικες Ελληνίδες. Η BMD και BMC στο σώμα προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας DXA. Η πρόσληψη τροφής αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας ημερολόγια καταγραφής τροφίμων τριών ημερών και η προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή ήταν αξιολογήθηκε μέσω του ερωτηματολογίου προσκόλλησης στην μεσογειακή διατροφή (Mediterranean Diet Score). Εν τέλη, δεν διαπιστώθηκε ότι η προσήλωση στη μεσογειακή διατροφή είχε σημαντικές επιπτώσεις στους δείκτες της οστικής μάζας. Η βασική ανάλυση των συστατικών εντόπισε 10 τρόπους διατροφής που εξηγούσαν το 80% της ποικιλίας στην πρόσληψη τροφής. Το πρότυπο διατροφής που χαρακτηρίστηκε από υψηλή κατανάλωση ψαριών, ελαιολάδου και χαμηλή πρόσληψη κόκκινου κρέατος, συνδέθηκε θετικά με την οστική πυκνότητα οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης και την συνολική περιεκτικότητα των οστών σε μέταλλα, μετά τον έλεγχο για διάφορους συγχυτικούς παράγοντες. Συμπερασματικά, η προσκόλληση στην μεσογειακή διατροφή δεν συσχετίστηκε με τους δείκτες οστικής μάζας στο δείγμα ενήλικων γυναικών, ενώ η προσκόλληση σε μία δίαιτα κοντά στη μεσογειακή διατροφή, δηλ. υψηλή κατανάλωση ψαριών και ελαιολάδου και χαμηλή πρόσληψη κόκκινου κρέατος, ήταν θετικά σχετιζόμενη με την οστική μάζα, υποδηλώνοντας πιθανές ιδιότητες συντήρησης του οστού σε όλη την ενήλικη ζωή (Kontogianni et al., 2009).

Στο Young Hearts Project της Βόρειας Ιρλανδίας, εξετάστηκε η σχέση μεταξύ διατροφικών μοτίβων, που λαμβάνονται με εκ των υστέρων και με μεθόδους εκ των προτέρων, και την οστική κατάσταση ορυκτών (BMS: συλλογικός όρος για το BMC και BMD των οστών) σε νεαρούς ενήλικες (20-25 ετών, n=489). Η διατροφή αξιολογήθηκε με επτάήμερο ημερολόγιο καταγραφής της διατροφής, ενώ η BMD και BMC προσδιορίστηκαν στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (LS) και στον αυχένα του μηριαίου οστού (FN). Οι εκ των υστέρων διατροφικές συνήθειες

προέκυψαν από την ανάλυση και εφαρμόστηκαν a priori τρία ερωτηματολόγια διατροφικής ποιότητας (σκορ διατροφικής ποικιλίας DDS, σκορ διατροφικού κινδύνου και ερωτηματολόγιο βαθμού προσκόλλησης στην μεσογειακή διατροφή MDS). Τέσσερα πρότυπα προσδιορίστηκαν για τους άνδρες («Υγιές», «Παραδοσιακό», «Εξευγενισμένο» και «Κοινωνικό») και τέσσερα για τις γυναίκες ("Υγιές", "Παραδοσιακό", "Καρποί και κρέας"). Για τα προερχόμενα από την ανάλυση διατροφικά πρότυπα, οι γυναίκες στην κορυφή σε σύγκριση με τις τελευταίες πέντε του προτύπου των «Καρποί και κρέας», είχαν μεγαλύτερη BMD FN κατά 0,074 g / cm² και FN BMC κατά 0,40 g, μετά την προσαρμογή για συγχυτικούς παράγοντες (πρότυπο υψηλό σε πρωτεΐνη, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης μπορεί να είναι ευεργετική για το BMS στις γυναίκες). Ομοίως, οι άντρες στην κορυφή σε σύγκριση με τους τελευταίους πέντε του μοτίβου «Εξευγενισμένο» (διατροφή πλούσια σε εκλεπτυσμένα τρόφιμα και ελλείψεις σε θρεπτικά-πυκνά τρόφιμα) την υγεία των οστών στους άνδρες, είχαν χαμηλότερο FN BMC κατά 0,41 g. Για το a priori DDS, οι γυναίκες στην κορυφή σε σύγκριση με τις τρεις τελευταίες είχαν χαμηλότερη BMD FN κατά 0,05 g/cm² μετά τις προσαρμογές, αλλά δεν εντοπίστηκαν άλλες συσχετίσεις με BMS. Συμπερασματικά, η συμμόρφωση σε ένα διαιτητικό μοτίβο κοντά στο μοτίβο «Καρποί και κρέας» μπορεί να συσχετιστεί με μεγαλύτερο BMS σε νεαρές γυναίκες, και ένα «Εξευγενισμένο» διαιτολόγιο σε νεαρούς άνδρες μπορεί να είναι επιζήμιο για την υγεία των οστών τους. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτοί οι συγγραφείς εφάρμοσαν, επίσης, ανάλυση και διαπίστωσαν ένα διατροφικό πρότυπο που είχε χαρακτηριστικά της μεσογειακής διατροφής (πλούσια σε ψάρια και ελαιόλαδο και χαμηλά σε κρέας και προϊόντα με βάση το κρέας), το οποίο συνδέθηκε θετικά με LS BMD και BMC ολικού σώματος. Όπως συζητήθηκε και από τους συγγραφείς, η έλλειψη σύνδεσης a priori με το MDS ίσως δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς δεν είναι θετικό σε μερικά διαιτητικά στοιχεία που θεωρούνται ως οστικά τρόφιμα, όπως τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Από την άλλη πλευρά, η μεγαλύτερη πρόσληψη σιτηρών και λαχανικών χαρακτηρίζεται ευεργετική στα πλαίσια του MDS. Ωστόσο, αυτές οι ομάδες τροφίμων μπορεί να αποτελούν παράγοντες παραγωγής οξέος και, επομένως, να διαταράσσουν την όξινη-βασική ισορροπία του οστού (Whittle et al., 2012).

Μία άλλη μελέτη εξέτασε 3236 σκωτσέζες γυναίκες ηλικίας 50-59 ετών, οι οποίες συμμετείχαν στη μελέτη προγνωστικής οστεοπόρωσης Aberdeen. Έγιναν μετρήσεις BMD ισχίου και σπονδυλικής στήλης (DEXA) και εξετάστηκαν οστικοί δείκτες ορού. Η διαίτα αξιολογήθηκε με ένα επικυρωμένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφής που περιλάμβανε 98 τρόφιμα, από τα οποία δημιουργήθηκαν 35 ομάδες τροφίμων. Προσδιορίστηκαν μοτίβα διατροφής με ανάλυση βασικών στοιχείων. Εντοπίστηκαν πέντε τρόποι διατροφής, τρεις από τους οποίους σχετίζονταν με την υγεία των οστών. Το «υγιές» πρότυπο συσχετίστηκε με μειωμένη επαναρρόφηση οστού. Δύο άλλα πρότυπα (επεξεργασμένα τρόφιμα και σνακ) συσχετίστηκαν με χαμηλότερη BMD μηριαίου αυχένα. Συμπερασματικά, το διαιτολόγιο μπορεί να επηρεάσει την οστική πορεία και τη BMD. Ένα υγιεινό σχήμα διατροφής υψηλό σε φρούτα και λαχανικά μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερη

απορρόφηση οστού, ενώ ένας φτωχός τρόπος διατροφής πλούσιος σε επεξεργασμένα τρόφιμα συνδέεται με μείωση της BMD. Η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει ότι απαιτείται υγιεινή διατροφή για ισχυρά οστά και υπογραμμίζει ότι μια δίαιτα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την οστεοπόρωση (Hardcastle et al., 2010).

Στην Ιαπωνία διεξήχθη πρόσφατα μία μελέτη η οποία διερεύνησε τη σχέση μεταξύ πρόσληψης πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, λιπαρών οξέων ωμέγα-3, και λιπαρών οξέων ωμέγα-6 και οστικής πυκνότητας σε γυναίκες ηλικίας 19 έως 25 ετών. Η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων (n-3) συσχετίστηκαν θετικά με την PBM. Πρόσφατα, η πρόσληψη PUFAs έχει αναφερθεί ότι συμβάλλει στον μεταβολισμό των οστών. Σε αυτή τη μελέτη, οι σχέσεις πρόσληψης των n-3 και n-6 λιπαρών οξέων με το PBM αξιολογήθηκαν συνολικά σε 275 υγιείς γυναίκες (19-25 ετών) οι οποίες βρισκόταν στο PBM, και έγιναν μετρήσεις της BMD στην οσφυϊκή μοίρα και το ισχίο, ενώ έγινε και προσδιορισμός μεταβολικών οστικών παραμέτρων. Η ενεργειακή πρόσληψη, τα ολικά ω-3, το εικοσαπενταενοϊκό οξύ (EPA), το εικοσιεξανοϊκό οξύ (DHA) και τα ολικά ω-6 αξιολογήθηκαν με αυτό-χορηγούμενα ερωτηματολόγια. Επίσης, αξιολογήθηκε η σωματική δραστηριότητα. Η μέση \pm SD ηλικία ήταν $20,6 \pm 1,4$ έτη και ο ΔΜΣ ήταν $21,2 \pm 2,7$ kg/m². Ο ΔΜΣ και η αλκαλική φωσφατάση ορού συνέβαλαν σημαντικά στην οσφυϊκή BMD, όπως έδειξε η ανάλυση. Η πρόσληψη ω-3 λιπαρών οξέων και η σωματική δραστηριότητα, επίσης, συσχετίστηκε σημαντικά με τη συνολική BMD του ισχίου. Η χρήση EPA ή DHA αντί ω-3 λιπαρών οξέων στο μοντέλο δεν οδήγησε σε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Συμπερασματικά, η επαρκής συνολική πρόσληψη λιπαρών οξέων ω-3 μπορεί να βοηθήσει στην μεγιστοποίηση της PBM στο ισχίο (Kuroda et al., 2017).

Μία άλλη μελέτη υπέθεσε ότι η προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή έχει ευεργετική επίδραση στην BMD. Για τους σκοπούς αυτής της μελέτης, επιλέχθηκε ένα δείγμα υγείων γυναικών από τη νότια Ισπανία. Τα υποκείμενα ομαδοποιήθηκαν σε δύο κύριες ομάδες: η πρώτη ομάδα αποτελούταν από γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας (προεμμηνοπαυσιακές, προ-M) και η δεύτερη ομάδα αποτελούνταν από μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (μετα-M). Τα στοιχεία για τις διατροφικές συνήθειες του κάθε συμμετέχοντα συλλέχθηκαν από εκπαιδευμένους ερευνητές μέσω συνεντεύξεων βασισμένων σε ένα δομημένο και προηγουμένως επικυρωμένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και η προσκόλληση στην μεσογειακή διατροφή αξιολογήθηκε με το ερωτηματολόγιο MDS. Ο αριθμός των ωρών που αφιερώθηκαν σε δραστηριότητες στο νερό (2-5 ώρες/εβδομάδα) καθώς και η συχνότητα και η διάρκεια τους καταγράφηκαν στο ερωτηματολόγιο. Η BMD (g/cm²) μετρήθηκε με DEXA. Η κατανάλωση λαχανικών και φρούτων βρέθηκε να σχετίζεται σημαντικά με τη BMD και στις δύο ομάδες που μελετήθηκαν. Στην προ-M ομάδα, η αναλογία λιπιδίων ήταν θετικά συνδεδεμένη με τη BMD και η κατανάλωση ξηρών καρπών στις προ-M γυναίκες συνδέθηκε, επίσης, με τη BMD. Μετά την εφαρμογή ανάλυσης συνδιακύμανσης, παρατηρήθηκαν σημαντικές γραμμικές τάσεις μεταξύ του MDS και της BMD σε όλα τα εξεταζόμενα υποκείμενα. Τα αποτελέσματά

μας δείχνουν ότι μια ποικιλία διατροφής με βάση τα μεσογειακά διατροφικά πρότυπα μπορεί να είναι επωφελής για την πρόληψη της οστεοπόρωσης (Rivas et al., 2013).

Ο Van den Hooven και οι συνεργάτες του μελέτησαν την σχέση μεταξύ διατροφικών μοτίβων και της υγείας των οστών στην εφηβεία, η οποία είναι μια περίοδος σημαντικής συσσώρευσης οστικής μάζας. Προέκυψαν διατροφικά πρότυπα που υποτίθεται ότι σχετίζονται με την υγεία των οστών με βάση την περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες, ασβέστιο και κάλιο, και διερεύνησαν την συσχέτισή τους με την BMD, την οστική περιοχή και την BMC σε ένα δείγμα νεαρών ενηλίκων. Η μελέτη περιελάμβανε 1024 νεαρούς ενήλικες που γεννήθηκαν από μητέρες που συμμετείχαν στη μελέτη της Δυτικής Αυστραλιανής Κοόρτης (Raine). Διατροφικές πληροφορίες ελήφθησαν με ερωτηματολόγια κατανάλωσης τροφίμων (FFQ) στις ηλικίες 14-17 ετών. Τα διαιτολογικά μοντέλα χαρακτηρίστηκαν σύμφωνα με τις προσλήψεις πρωτεϊνών, ασβεστίου και καλίου. Η BMD, η περιοχή των οστών και η BMC εκτιμήθηκαν με τη χρήση DEXA σε ηλικία 20 ετών. Εντοπίστηκαν 2 μείζονα διαιτητικά σχέδια. Το πρώτο μοτίβο συσχετίστηκε θετικά με τις προσλήψεις πρωτεϊνών, ασβεστίου και καλίου και είχε φορτία υψηλού συντελεστή για γαλακτοκομικά προϊόντα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, δημητριακά ολικής αλέσεως και λαχανικά. Το δεύτερο μοτίβο συσχετίστηκε θετικά με την πρόσληψη πρωτεϊνών, αλλά συσχετίστηκε αρνητικά με την πρόσληψη ασβεστίου και καλίου και είχε φορτίο υψηλού συντελεστή για το κρέας, τα πουλερικά, τα φρούτα και τα αυγά. Βρέθηκε ότι το διατροφικό πρότυπο που χαρακτηρίζεται από υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών, ασβεστίου και καλίου στο αίμα συνδέθηκε με υψηλότερη BMD και BMC σε ηλικία 20 ετών. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι η υψηλή κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, δημητριακών ολικής αλέσεως και λαχανικών κατά την εφηβεία σχετίζεται με οφέλη για την ανάπτυξη των οστών (Van den Hooven et al., 2015).

Στόχος μιας άλλης μελέτης, που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά, ήταν να καθοριστεί εάν τα διαιτητικά πρότυπα σε άνδρες (ηλικίες 25-49, 50+) και γυναίκες (στην προ-εμμηνόπαυση και μετά-εμμηνόπαυση) σχετίζονται με την πυκνότητα οστικής μάζας του μηριαίου οστού ανεξάρτητα από άλλες μεταβλητές του τρόπου ζωής, και αν αυτή η σχέση επηρεάζεται από δείκτη μάζας σώματος. Διεξήχθη ανάλυση 1928 ανδρών και 4611 γυναικών που συμμετείχαν στην Καναδική Πολυκεντρική Μελέτη Οστεοπόρωσης. Έγινε προσδιορισμός μοτίβων διατροφής με βάση αυτοχορηγούμενα FFQ κατά το έτος 2 της μελέτης (1997-99), ενώ η BMD μετρήθηκε με DEXA στο έτος 5 της μελέτης (2000-02). Εντόπισαν δύο βασικά διατροφικά μοτίβα χρησιμοποιώντας παραγοντική ανάλυση και στη συνέχεια προέκυψε ένα σκορ. Το πρώτο μοτίβο (πυκνό σε θρεπτικά συστατικά) συσχετίστηκε περισσότερο με την πρόσληψη φρούτων, λαχανικών και δημητριακών ολικής αλέσεως. Το δεύτερο (ενεργειακά πυκνό) συσχετίστηκε περισσότερο με την πρόσληψη αναψυκτικών, πατατών, ορισμένα κρέατα (χάμπουργκερ, hot dog, κρέας, μπέικον και λουκάνικο) και ορισμένα επιδόρπια (ντόνατς, σοκολάτα, παγωτό). Ο ενεργειακά πυκνός παράγοντας συσχετίστηκε με υψηλότερο δείκτη μάζας σώματος

ανεξάρτητα από άλλους δημογραφικούς δείκτες και τον τρόπο ζωής, κάτι που αποτέλεσε ισχυρό ανεξάρτητο προγνωστικό δείκτη της BMD. Παραδόξως, δεν βρέθηκε παρόμοια θετική σχέση μεταξύ διατροφής και BMD. Στην πραγματικότητα, όταν έγινε προσαρμογή για τον δείκτη μάζας σώματος, η κάθε αύξηση της τυπικής απόκλισης στην ενεργειακή πυκνότητα συσχετίστηκε με μείωση BMD για τους άνδρες 50+ ετών και για τις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Σε αντίθεση με τους άνδρες ηλικίας 25-49 ετών, κάθε αύξηση της τυπικής απόκλισης του σκορ ενεργειακής πυκνότητας που προσαρμόστηκε για τον δείκτη μάζας σώματος, συσχετίστηκε με αύξηση της BMD. Συνοπτικά, δεν διαπιστώθηκε καμία σχέση μεταξύ διαίτας και BMD παρά το γεγονός ότι βρέθηκε μια θετική συσχέτιση μεταξύ της διατροφής υψηλής ενεργειακής πυκνότητας και υψηλότερου δείκτη μάζας σώματος και μιας ισχυρής συσχέτισης μεταξύ του δείκτη μάζας σώματος και του BMD. Τα δεδομένα έδειξαν ότι κάποιος παράγοντας που σχετίζεται με την ενεργειακά πυκνή διατροφή μπορεί να αντισταθμίσει εν μέρει τα πλεονεκτήματα του υψηλότερου σώματος δείκτη μάζας όσον αφορά την υγεία των οστών (Langsetmo et al., 2010).

Τέλος, σε μία άλλη μελέτη εξέτασαν το ρόλο των διαιτητικών μοτίβων στα οστά εφήβων και νεαρών ενήλικων ατόμων. Το δείγμα προήλθε τη μελέτη Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study στον Καναδά (1991-2011). Τα δεδομένα προήλθαν από 125 συμμετέχοντες (53 γυναίκες) ηλικίας $12,7 \pm 2$ ετών και 115 συμμετέχοντες (51 γυναίκες) ηλικίας $28,2 \pm 3$ ετών. Η BMC και aBMD του συνολικού σώματος, του μηριαίου αυχένα και της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας DEXA. Τα δεδομένα διατροφικής πρόσληψης στους εφήβους έγινε με πολλαπλές ανακλήσεις 24 ωρών από τις οποίες προέκυψαν 25 ομάδων τροφίμων και χρησιμοποιήθηκαν ως κύρια συνιστώσα στην ανάλυση για την εξαγωγή κατά την εφηβεία. Προέκυψαν πέντε βασικά διατροφικά πρότυπα: "Χορτοφαγικό", "Δυτικό", "Υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, υψηλής πρωτεΐνης", "Μικτή" και "Σνακ". Η έρευνα αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ένα χορτοφαγικό μοτίβο διατροφής πλούσιο σε σκούρα πράσινα λαχανικά, αυγά, μη ραφινάρισμένους κόκκους, 100% χυμό φρούτων, όσπρια/ξηρούς καρπούς/σπόρους, προστιθέμενα λίπη, φρούτα και γάλα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά κατά την εφηβεία σχετίζεται θετικά με την υγεία των οστών στην εφηβεία και στην ενηλικίωση (Movassag et al., 2018).

3. Άσκηση και Οστική Υγεία

Ενώ οι βέλτιστες θρεπτικές και ενεργειακές προσλήψεις είναι απαραίτητες για την υγεία των οστών, η άσκηση είναι, επίσης, κρίσιμη για την οικοδόμηση υγιούς και ισχυρού οστού. Αν και ορισμένοι παράγοντες κινδύνου για την οστεοπόρωση, όπως η γενετική (φύλο, ηλικία, μέγεθος σώματος και εθνικότητα), δεν μπορούν να τροποποιηθούν, είναι δυνατή η αλλαγή άλλων μεταβλητών, όπως ο τρόπος ζωής και η σωματική δραστηριότητα για μεγαλύτερη συσσώρευση οστικής μάζας (Guadalupe-Grau et al., 2009, Boreham and McKay, 2011).

Η συμμετοχή στον αθλητισμό κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία προωθεί τη συσσώρευση οστικής μάζας, δηλαδή αύξηση του μεταλλικού περιεχομένου των οστών, και προκαλεί αλλαγές στο μέγεθος και το σχήμα των οστών οδηγώντας σε υψηλότερη οστική μάζα και ισχυρότερα οστά την ενήλικη ζωή. Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός στοιχείων που δείχνουν ότι η άσκηση πριν από την εφηβική ηλικία αυξάνει την οστική ανάπτυξη και την υπερτροφία των σκελετικών μυών σε μεγαλύτερο βαθμό από ό, τι παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης σε παιδιά που δεν ασκούνται (Guadalupe-Grau et al., 2009). Έχει φανεί, ότι η άσκηση αποτελεί περίπου το 17% της διακύμανσης της BMD. Η σωματική δραστηριότητα αυξάνει την ανάπτυξη των οστών κατά την ανάπτυξη μειώνοντας τον κίνδυνο οστεοπόρωσης (Boreham and McKay, 2011).

Παρά τους φόβους ότι θα ήταν επιβλαβής για τον ανώριμο σκελετό της νεολαίας, πρόσφατες παρατηρήσεις δείχνουν, ότι η παιδική ηλικία και η εφηβεία μπορεί να είναι η πιο κατάλληλη στιγμή για την μοντελοποίηση και την αναδιαμόρφωση των οστών, ώστε να ανταποκριθούν στην ένταση και στην πίεση που χαρακτηρίζουν με τις ασκήσεις με αντιστάσεις. Πράγματι, η σωματική άσκηση με αντιστάσεις είναι απαραίτητη για τον ομαλό σχηματισμό και την φυσιολογική ανάπτυξη του οστού. Αν ακολουθηθούν οι κατευθυντήριες γραμμές για την άσκηση με αντιστάσεις όπως αρμόζει σε κάθε ηλικία και οι διατροφικές συστάσεις (π.χ. επαρκές ασβέστιο), η τακτική συμμετοχή σε ένα πρόγραμμα αντιστάσεων μπορεί να μεγιστοποιήσει την οστική πυκνότητα κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας. Δεν υπάρχει καμία επιβλαβής επίδραση της σωματικής άσκησης με αντιστάσεις στην γραμμική ανάπτυξη των παιδιών και των εφήβων (Faigenbaum et al., 2009).

Η μάζα των οστών μπορεί να αυξηθεί με ορισμένα προγράμματα άσκησης τόσο στους ενήλικες όσο και στους ηλικιωμένους μειώνοντας τις απώλειες της οστικής μάζας που σχετίζονται με το γήρας (Barry and Kohrt, 2008, Guadalupe-Grau et al., 2009). Αν και ο κίνδυνος καταγμάτων μπορεί να μειωθεί μέσω ενός αριθμού φαρμακολογικών παρεμβάσεων (π.χ. διφωσφονικά, οιστρογόνα, περιπερίτη, στρόντιο), η σωματική δραστηριότητα είναι η μόνη παρέμβαση που μπορεί να αυξήσει τόσο την οστική μάζα όσο και δύναμη και να μειώσει τον κίνδυνο πτώσης σε μεγαλύτερους ενήλικες (Barry and Kohrt, 2008). Ενήλικες που δεν συμμετέχουν σε

άσκηση με αντιστάσεις μπορεί να παρουσιάσουν μείωση 1% έως 3% στην BMD κάθε χρόνο ζωής (Westcott, 2012).

Παρόλο που υπάρχουν καλά τεκμηριωμένες κριτικές σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, λιγότερο είναι γνωστές είναι οι επιπτώσεις που έχουν τα προγράμματα άσκησης και η αθλητική συμμετοχή στην οστική μάζα σε νεαρές ενήλικες γυναίκες πριν από την εμμηνόπαυση (Guadalupe-Grau et al., 2009).

Η πιο σημαντική λειτουργία του οστικού ιστού είναι να αντέχει και να μεταδίδει δυνάμεις χωρίς να σπάσει. Η αντοχή του οστού εξαρτάται από την ποσότητα του ιστού, της υλικής του σύνθεσης και του τρόπου οργάνωσης μικροαρχιτεκτονικά και γεωμετρικά (σχήμα και μέγεθος). Όπως συνοψίζεται από τους Seeman και Delmas, τα χαρακτηριστικά του βέλτιστου οστικού ιστού καθορίζονται από τα βέλτιστα επίπεδα της ακαμψίας, της ευκαμψίας και της ελαφρότητας. Τα οστά πρέπει να είναι σκληρά και είναι σε θέση να αντισταθούν στην παραμόρφωση. Ωστόσο, δεν μπορεί να είναι πάρα πολύ άκαμπτο, αλλιώς η επιβαλλόμενη ενέργεια κατά τη διάρκεια της φόρτωσης είναι αποτυχημένη. Τα οστά πρέπει να έχουν, επίσης, τη δυνατότητα να προσαρμόζονται συνεχώς σε αλλαγές στο φυσιολογικό και μηχανικό περιβάλλον (Guadalupe-Grau et al., 2009).

Οι μηχανικές ιδιότητες των οστών τροποποιούνται ανάλογα κατά τη φόρτωση, έτσι ώστε η δύναμη των οστών να είναι βελτιωμένη ή μειωμένη ως απάντηση, είτε σε αυξημένη, είτε σε μειωμένη μηχανική φόρτιση. Η προσαρμοστική απόκριση είναι πολύ σύνθετη, και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του ιστορικού φόρτωσης, αλλά και από άλλους συστημικούς και τοπικούς παράγοντες, στους οποίους περιλαμβάνονται νευροενδοκρινικές, ενδοκρινικές και παρακρινικές μεταβολές, κυτοκίνες, αυξητικοί παράγοντες, ορμόνες, βιταμίνες και μέταλλα (Guadalupe-Grau et al., 2009).

Τα οστεογονικά δυναμικά φορτία, που δέχεται ο σκελετός κατά τη διάρκεια άσκησης, εμποδίζει την ευθραυστότητα των οστών που σχετίζεται με τη γήρανση. Εξάλλου, λόγω των θετικών επιδράσεων στην υγεία, η άσκηση βελτιώνει την ποιότητα ζωής, και συγκεκριμένοι τύποι άσκησης ενισχύουν τη μυϊκή δύναμη, κάτι που αποτελεί γνωστό προγνωστικό παράγοντα της αντοχής των οστών, του συντονισμού και της ισορροπίας, με αποτέλεσμα την μείωση του κινδύνου καταγμάτων (Russo, 2009).

Στο κυτταρικό επίπεδο του οστικού ιστού, το 95% των οστικών κυττάρων αποτελείται από οστεοκύτταρα. Ενώ οι άλλοι τρεις τύποι οστικών κυττάρων (οστεοβλάστες, οστεοκλάστες και κύτταρα οστικής επένδυσης) βρίσκονται στην επιφάνεια του οστού, τα οστεοκύτταρα βρίσκονται στο εσωτερικό της μήτρας του σκελετού. Ο χρόνος ημίσειας ζωής των οστεοκυττάρων είναι κατά μέσο όρο 25 χρόνια (Rochefort, Pallu and Benhamou, 2010), και το μήκος μπορεί να τροποποιηθεί από μηχανικά ερεθίσματα. Ο αριθμός των αποπτωτικών οστεοκυττάρων μειώνεται σε απόκριση μηχανικού στο οστό μέσω της σωματικής δραστηριότητας (Plotkin et al., 2005). Θεωρείται ότι το οστό προσαρμόζεται καλύτερα σε εξωτερικά μηχανικά

ερεθίσματα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης από ό, τι κατά τη διάρκεια άλλων σταδίων (Boreham and McKay, 2011), κάτι που βασίζεται στην υπόθεση ότι η μηχανική δύναμη έχει το μέγιστο αποτέλεσμα στις οστικές επιφάνειες κατά τη χρονική περίοδο που καλύπτεται με μεγαλύτερη αναλογία οστεοβλαστών (Robling et al., 2002).

Η αντοχή των οστών ή η αντοχή στη θραύση, δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα στους ανθρώπους. Ωστόσο, η BMD, το οποίο μετράται εύκολα με την μέθοδο της DEXA, είναι καλό μέσο εκτίμησης (Barry and Kohrt 2008, Russo 2009). Η οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, το κεντρικό μηριαίο οστό, και η περιφερική ακτίνα είναι οι πιο συχνά μετρημένες θέσεις, επειδή είναι τα πιο επιρρεπή σημεία σε οστεοπορωτικά κατάγματα (Barry and Kohrt, 2008).

Ο στόχος της σωματικής δραστηριότητας για τη διατήρηση υγιούς οστού, δεν είναι απαραίτητα η αύξηση της BMD. Είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε, ότι η σωματική δραστηριότητα έχει τη δυνατότητα να μειώσει τον κίνδυνο για την οστεοπορωτικό κατάγματα με (1) αύξηση της συσσώρευσης οστικής μάζας κατά τη διάρκεια ωρίμανσης, (2) διατήρηση της οστικής μάζας στις αρχές της ενηλικίωσης, (3) επιβράδυνση της οστικής απώλειας κατά τη διάρκεια της γήρανσης, και (4) τη μείωση των πτώσεων στους ηλικιωμένους (Barry and Kohrt, 2008).

Ο κυτταρικός μηχανισμός με τον οποίο η άσκηση ρυθμίζει τον σχηματισμό των οστών και τη απορρόφηση, περιλαμβάνει τη διέγερση των οστεοκλαστών και οστεοβλαστών, και τη συμμετοχή του μεσεγγυματικών βλαστοκυττάρων του μυελού των οστών. Η συντονισμένη δράση πολλαπλών κυττάρων συμβαίνει στην βασική πολυκυτταρική μονάδα (BMU). Τα οστεοκύτταρα, τα οποία προέρχονται από οστεοβλάστες, οστεοκλάστες και επενδυτικά κύτταρα, παρουσιάζουν μηχανική ευαισθησία. Όταν οι οστεοβλάστες διαφοροποιούνται σε οστεοκύτταρα, γίνονται περισσότερο ευαίσθητα στη μηχανική φόρτιση (Willems et al., 2017).

Η σωματική δραστηριότητα και η άσκηση έχουν ωφέλιμες επιδράσεις στην οστική μοντελοποίηση, αναδιαμόρφωση και γενικά την υγεία. Μηχανικά, η άσκηση διεγείρει την διαφοροποίηση τόσο των οστεοκλαστών όσο και των οστεοβλαστών μέσω των αντίστοιχων οδών σηματοδότησης (Qi, Liu and Lu, 2016).

Αρκετοί μέθοδοι εκγύμνασης έχουν χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της BMD και του περιεχομένου σε προοπτικές μελέτες. Δεν έχουν δείξει όλοι οι τρόποι άσκησης θετικές επιδράσεις στην οστική μάζα. Για παράδειγμα, η άσκηση χωρίς επιβάρυνση, όπως η κολύμβηση, δεν έχει αντίκτυπο στην οστική μάζα, ενώ το περπάτημα ή το τρέξιμο έχει θετικά αποτελέσματα, αλλά ως έναν βαθμό. Δεν είναι σαφές ποια μέθοδος προπόνησης είναι ιδανικότερη για τη διέγερση των οστών στους ενήλικες, αν και τα επιστημονικά στοιχεία καταδεικνύουν έναν συνδυασμό άσκησης μεγάλου αντίκτυπου (π.χ. άλματα) και ασκήσεις άρσης βαρών (Barry and Kohrt, 2008).

Ένα σημαντικό ζήτημα είναι εάν τα οφέλη στη BMD, που έχουν συμβεί σε απάντηση φόρτωσης του οστού με σωματικές δραστηριότητες και αθλήματα στην παιδική

ηλικία και στην αρχή της ενηλικίωσης, εξακολουθούν να υφίστανται όταν η συμμετοχή σε αυτές τις δραστηριότητες αρχίζει να μειώνεται (Barry and Kohrt, 2008).

Προοπτικές μελέτες νέων αθλητών παρέχουν πληροφορίες σχετικά με αυτό το ζήτημα. Το BMD σε γυναίκες γυμνάστριες διαπιστώθηκε ότι αυξάνεται κατά 2% έως 4% κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής σεζόν, και μείωση κατά 1% κατά τη διάρκεια της ξεκούρασης (Snow et al., 2001).

Κλινικές μελέτες σχετικά με τα οφέλη της άσκησης στα οστά κάνουν συνήθως συσχετίσεις μεταξύ του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας και του BMD ή, λιγότερο συχνά, αξιολογούν την συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων ή τις μεταβολές του BMD ως απάντηση σε μια αλλαγή στη φυσική δραστηριότητα. Σε γενικές γραμμές, μελέτες δείχνουν ότι οι άντρες και οι γυναίκες αθλητές διάφορων αθλημάτων, έχουν υψηλότερες τιμές BMD σε συγκεκριμένες θέσεις σε σχέση με τους μη αθλούμενους (Barry and Kohrt, 2008).

Η έλλειψη της φυσικής δραστηριότητας, π.χ., όπως φαίνεται στους κληνήρεις ασθενείς έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη μηχανικών ερεθισμάτων και την ταχεία και σημαντική απώλεια οστικής μάζας. Η σωματική δραστηριότητα υψηλού φορτίου, από την άλλη πλευρά, έχει μια αναβολική επίδραση στα οστά στο BMC και BMD. Το BMC και το BMD έχουν αποδειχθεί ότι αυξάνονται μέχρι 20% στα οστά που δέχονται το φορτίο σε αθλητές. Γενικά, μηχανικά φορτία μεγάλου μεγέθους, καθώς και φορτία που εφαρμόζονται σε υψηλή συχνότητα, είναι γνωστό ότι αυξάνουν την οστική μάζα, ενώ οι δραστηριότητες χαμηλής επίδρασης έχουν μικρότερη επίδραση στα οστά, ακόμη και όταν εφαρμόζονται για μεγαλύτερη διάρκεια (Willems et al., 2017).

3.1 Έρευνες για την επίδραση της άσκησης στην υγεία των οστών

Ο Hinrichs και οι συνεργάτες του στην έρευνά τους έκαναν εκτίμηση της BMD της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και του κεντρικού μηριαίου οστού σε άνδρες και γυναίκες αθλητές που εκτελούν διαφορετικά αθλήματα υψηλού επιπέδου, σε μη εξειδικευμένα εκπαιδευμένους αθλητές και σε μη εκπαιδευμένα άτομα. Η BMD της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και του εγγύς μηριαίου οστού μετρήθηκε με DEXA σε 209 γυναίκες και 173 άντρες ηλικίας 17-30 ετών. Αναλυτικότερα, συμμετείχαν 37 δρομείς, 16 ποδηλάτες, 22 τριαθλητές, 62 αθλητές ομαδικών αθλημάτων, 45 αθλητές πάλης/δύναμης, 13 χορευτές μπαλέτου, 126 αθλούμενοι, 61 μη αθλούμενοι. Οι υψηλότερες τιμές BMD βρέθηκαν στους αθλητές πάλης/δύναμης και στους αθλητές ομαδικών αθλημάτων. Οι χαμηλότερες τιμές βρέθηκαν στους μη αθλούμενους, στους χορευτές μπαλέτου και στους αθλητές

αντοχής. Συμπερασματικά, η BMD πιθανότατα εξαρτάται από τα μηχανικά φορτία ανάλογα με το άθλημα (Hinrichs et al., 2010).

Ο κύριος στόχος της έρευνας της Bagur-Calafat και των συνεργατών της ήταν η εδραίωση της θετικής επίδρασης της υψηλής φυσικής άσκησης, ιδιαίτερα της καλαθοσφαίρισης υψηλού επιπέδου, στην απόκτηση οστού σε εφήβους και η εξακρίβωση, εάν η μακροχρόνια έκθεση σε τέτοια προγράμματα είναι ο κύριος τροποποιήσιμος παράγοντας που εξηγεί την απόκτηση οστού κατά την εφηβεία. Έγινε σύγκριση της ανάπτυξης της οστικής μάζας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, στο εγγύτερο μηριαίο οστό και στην ακραία ακτίνα εντός μιας τριετίας σε δύο ομάδες εφήβων, σε ελίτ παίκτες καλαθοσφαίρισης και σε ομάδα ελέγχου που ταιριάζουν στην ηλικία. Αξιολογήθηκαν τα αρχικά επίπεδα ορμονών και η αναμόρφωση του οστού. Η μάζα των οστών, οι ώρες σωματικής άσκησης, η διατροφή, οι ανθυγιεινές συνήθειες, η ανθρωπομετρία και ο κύκλος της εμμήνου ρύσεως εκτιμήθηκαν κατά την έναρξη και ετησίως. Η ελίτ προπόνηση καλαθοσφαίρισης και ο ανταγωνισμός φαίνεται να αυξάνουν την οστική μάζα σε κορίτσια ηλικίας 14-18 ετών. Τα περισσότερα έντονα οφέλη παρατηρήθηκαν στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και στο εγγύτερο μηριαίο οστό, τοποθεσίες που συμμετείχαν άμεσα στην άσκηση και δέχτηκαν μεγαλύτερη επιβάρυνση. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της οστικής μάζας στην ομάδα ελέγχου (Bagur-Calafat et al., 2015).

Μία άλλη μελέτη έκανε διερεύνηση της γεωμετρίας του ισχίου σε εφήβους ποδοσφαιριστές και κολυμβητές σε σύγκριση με τις τιμές που προέκυψαν από την ομάδα ελέγχου. Η μελέτη αυτή περιελάμβανε 26 κολυμβητές (15.9±2 ετών) και 32 ποδοσφαιριστές (16,2±0,7 ετών), που ταίριαζαν στο ύψος και στο βάρος του σώματος. Η σύνθεση σώματος και η BMD αξιολογήθηκαν με DEXA. Η μελέτη έδειξε επιρροή της άσκησης όχι μόνο στη BMD αλλά και στην γεωμετρία οστών. Το συμπέρασμα που εξήχθη είναι, ότι ο αθλητισμός με υψηλή επιβάρυνση είναι πιθανό να βελτιώσει την αντοχή των οστών και την γεωμετρία τους. Επιπλέον, η μελέτη αυτή δεν υποστηρίζει την άποψη ότι οι γυναίκες κολυμβήτριες μπορούν να ταυτιστούν με γυναίκες που κάνουν καθιστική ζωή στο θέμα των οστών (Ferry et al., 2011).

Μια νέα περιγραφική μελέτη πραγματοποίησε μετρήσεις οστικής πυκνότητας και σύνθεσης σώματος σε γυναίκες αθλήτριες σε περίοδο off-season, pre-season και post-season. Η έρευνα αυτή διήρκεσε από το 2006 έως το 2008 και συμμετείχαν σε αυτή 67 ακαδημαϊκές αθλήτριες 5 διαφορετικών αθλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, ήταν αθλήτριες ελαφροσφαίρισης (softball) (n=17), καλαθοσφαίρισης (n=10), πετοσφαίρισης (n=7), κολύμβησης (n=16), αθλήτριες άλματος εις μήκος και σπρίντερ (n=17). Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε DEXA και για τις τρεις περιόδους που αναφέρθηκαν. Έγινε προσδιορισμός της συνολικής μάζας σώματος, της άπαχης μάζας, της λιπώδους μάζας, του ποσοστού σωματικού λίπους, της οστικής μεταλλικής περιεκτικότητας, της BMD στον βραχίονα, στα πόδια, στο ισχίο και την σπονδυλική στήλη. Σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές ενδιαφέροντος παρατηρήθηκαν κατά τη

διάρκεια της σεζόν για τις γυναίκες σε όλα τα αθλήματα αντανακλώντας την επιρροή της προπόνησης και του αθλητικού ανταγωνισμού. Γενικά, σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές σε όλες τις αθλήτριες μεταξύ της off-season και του pre-season ή post-season. Μόνο η BMD σπονδυλικής στήλης παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των περιόδων σε όλα τα αθλήματα. Αυτό που έχει ενδιαφέρον είναι, ότι δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις που αφορούσαν τα οστά με εξαίρεση την post-season περίοδο. Σε γενικές γραμμές, διαπιστώθηκε ότι οι αθλήτριες σε όλες τις αθλητικές περιόδους, είχαν υψηλότερη BMD (εκτός από τις κολυμβήτριες), και τιμές σωματικού λίπους κοντά ή χαμηλότερες από τον μέσο όρο (%) σε σύγκριση με τις τιμές του αντίστοιχου ηλικιακά πληθυσμού (Carbuhn et al., 2010).

Η μελέτη των Valente-dos-Santos και των συνεργατών αποσκοπούσε στη σύγκριση της σύνθεσης των οστών μεταξύ έφηβων κολυμβητριών (n= 20, 15,71±0,93 ετών) και έφηβων αθλητριών πετοσφαίρισης (n=26, 16,20±0,77 ετών). Η εκτίμηση διατροφικής πρόσληψης έγινε με τη χρήση FFQ. Μετρήθηκαν έξι δερματικές πτυχές. Η BMC και BMD, ο άλιπος ιστός και ο λιπώδης ιστός αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας DEXA. Βρέθηκε ότι οι κολυμβήτριες και οι αθλήτριες πετοσφαίρισης υπερέβησαν αντίστοιχα κατά 2,1 και 2,8 τυπικές αποκλίσεις συγκριτικά με τον μέσο όρο των διεθνών προτύπων όσον αφορά το BMC υγιών εφήβων. Τα έτη προπόνησης των κολυμβητριών συσχετίστηκαν θετικά με τη BMC στα άνω άκρα BMC. Στις αθλήτριες πετοσφαίρισης, τα έτη προπόνησης συσχετίστηκαν σημαντικά με τη BMD στα κάτω άκρα. Παρατηρήθηκαν μέτριες διαφορές στη BMD των κάτω άκρων μεταξύ κολυμβητριών και αθλητριών πετοσφαίρισης. Συμπερασματικά, φάνηκε ότι οι νέοι αθλητές που συμμετέχουν σε δραστηριότητες υψηλής έντασης με φόρτωση βάρους, όπως η πετοσφαίριση, παρουσιάζουν μέτρια υψηλότερα επίπεδα BMD στα κάτω άκρα σε σύγκριση με αθλήματα μη φόρτωσης, όπως είναι η κολύμβηση (Valente-dos-Santos et al., 2018).

Σκοπός μιας άλλης μελέτης ήταν να διερευνηθεί η μυοσκελετική υγεία στο άνω και το κάτω μέρος του σώματος σε καλά προπονημένες έφηβες. Χρησιμοποιήθηκε περιφερική ποσοτική υπολογιστική τομογραφία (pQCT) και έγινε σύγκριση αυτών με λιγότερο δραστήρια άτομα ίδιου φύλου και ηλικίας. Οι μετρήσεις έγιναν στην περιφερική και εγγύς κνήμη και την ακτίνα σε τέσσερις ομάδες εφήβων (μέση ηλικία 14,9 έτη). Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχαν αθλήτριες υδατοσφαίρισης (n=30), αθλήτριες ενόργανης (n=25), αθλήτριες στίβου (n=34) και μη δραστήρια άτομα που ανήκαν στην ομάδα ελέγχου (n=28). Οι αθλήτριες υδατοσφαίρισης δεν παρουσίασαν κανένα όφελος στα οστά στα κάτω άκρα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Αντίθετα, οι αθλήτριες ενόργανης υπερεπερέβησαν κατά 60,1% και 53,4% στην περιφερική και εγγύς κνήμη αντίστοιχα, σε σχέση με τα μη δραστήρια άτομα. Ομοίως, οι αθλήτριες στίβου εμφάνισαν 33,9% και 14,7% μεγαλύτερες τιμές στις αντίστοιχες περιοχές συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Στο πάνω μέρος του σώματος, οι αθλήτριες υδατοσφαίρισης είχαν 31,9% μεγαλύτερες τιμές στην ακτίνα. Τα μέγιστα μυοσκελετικά οφέλη στο άνω μέρος του σώματος βρέθηκαν σε αθλήτριες

ενόργανης. Συμπερασματικά, παρά την προπόνηση σε επίπεδο ελίτ, οι γυναίκες υδατοσφαίρισης δεν παρουσίασαν οφέλη στην μυοσκελετική υγεία στα κάτω άκρα και περιορισμένα οφέλη στο άνω μέρος του σώματος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (Greene et al., 2012).

Σκοπός της μελέτης των Whitfield και των συνεργατών ήταν η αποσαφήνιση της συσχέτισης μεταξύ της BMD και της αερόβιας δραστηριότητας σε ένα ευρύ φάσμα όγκου δραστηριότητας, και συγκεκριμένα μεταξύ αυτών που συνιστώνται με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές για τη σωματική δραστηριότητα του 2008 για τους Αμερικανούς, και εκείνων των προπονημένων αθλητών αντοχής. Από την έρευνα National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010 χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για τον προσδιορισμό της συσχέτισης μεταξύ της αναφερόμενης φυσικής δραστηριότητας και της BMD στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και στο εγγύς μηριαίο οστό σε ολόκληρο το φάσμα του όγκου φυσικής δραστηριότητας, που αναφέρθηκε από ενήλικες των ΗΠΑ. Η BMD της οσφυϊκής μοίρας και του μηριαίου οστού αξιολογήθηκαν με DEXA. Κατέληξαν ότι η σχέση μεταξύ όγκου φυσικής δραστηριότητας και BMD είναι πολύπλοκη. Μεταξύ των γυναικών, η υπέρβαση των κατευθυντήριων γραμμών κατά 2-4 φορές φάνηκε να είναι σημαντική για τη μεγιστοποίηση της BMD στο εγγύς μηριαίο οστό, ενώ μεταξύ των ανδρών, η υπέρβαση των κατευθυντήριων γραμμών κατά 4+ φορές μπορεί να είναι ευεργετική για τη BMD οσφυϊκής μοίρας και μηριαίου οστού (Whitfield et al., 2015).

ΜΕΡΟΣ Β: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ

1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ του όγκου φυσικής δραστηριότητας αθλητριών καλαθοσφαίρισης και της διατροφής και της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης σε αθλήτριες καλαθοσφαίρισης μέτριου επιπέδου.

2. Μεθοδολογία

2.1 Πειραματικός Σχεδιασμός

Η παρούσα μελέτη διεξήχθη στο εργαστήριο του Αθλητισμού του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙΘ). Το δείγμα συλλέχθηκε μετά από προσωπική προσέγγιση. Οι αθλήτριες χρειάστηκε να επισκεφθούν το εργαστήριο μία φορά. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο του έτους 2017. Όλες οι αθλήτριες υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης στην έρευνα, στο οποίο γνωστοποιούνταν οι επιστημονικοί υπεύθυνοι, οι υπεύθυνοι ερευνητές και γινόταν μια σύντομη αναφορά στην μεθοδολογία της έρευνας. Κατά την επίσκεψή τους στο εργαστήριο, αρχικά, έγινε λήψη ιατρικού ιστορικού και στην συνέχεια μετρήθηκαν βάρος, ύψος και περιφέρειες σώματος. Επίσης, έγινε ανάλυση σύσταση σώματος με δύο μεθόδους, την βιοηλεκτρική αγωγιμότητα και την δερματοπτυχομέτρηση. Για την εκτίμηση του όγκου φυσικής δραστηριότητας δόθηκαν τρία ερωτηματολόγια, για τα οποία έλαβαν ακριβείς οδηγίες για την σωστή συμπλήρωσή τους. Για την διατροφική αξιολόγηση, δόθηκε Ζυγισμένο Ημερολόγιο Τριήμερης Καταγραφής, για το οποίο, επίσης, δόθηκαν αναλυτικές επεξηγήσεις για την πιο ακριβή καταγραφή της διατροφής τους. Ακολούθησε η μέτρηση οστικής πυκνομετρίας και, τέλος, έγινε αιμοληψία σε ειδικό μικροβιολογικό εργαστήριο από εξειδικευμένο προσωπικό.

2.2 Δοκιμαζόμενοι

Τα κριτήρια ένταξης, που έπρεπε να πληρούν οι συμμετέχοντες, ήταν να συμμετέχουν συστηματικά στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης, ενώ έπρεπε να έχουν συμπληρώσει το 18^ο έτος της ηλικίας. Το δείγμα αποτελούνταν από 14 υγιείς γυναίκες αθλήτριες καλαθοσφαίρισης ηλικίας $23 \pm 4,8$ ετών, οι οποίες αθλούνται συστηματικά $67,5 \pm 77$ μήνες.

2.3 Αξιολόγηση

Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά

Στο εργαστήριο Αθλητισμού πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων και έγινε ανάλυση σύστασης σώματος. Όλες οι μετρήσεις έγιναν σύμφωνα με τα πρότυπα πρωτόκολλα. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν μέτρηση του σωματικού βάρους με την χρήση του καλιμπραρισμένου ψηφιακού ζυγού Tanita UM-075 με ακρίβεια ± 100 g, ο οποίος ήταν τοποθετημένος σε σταθερή και επίπεδη επιφάνεια. Οι εξεταζόμενοι μετρήθηκαν με ελαφρύ ρουχισμό, χωρίς υποδήματα. Η μέτρηση του ύψους έγινε με την χρήση του αναστημόμετρου Tanita με ακρίβεια χιλιοστού. Το ύψος μετρήθηκε σε όρθια θέση, χωρίς υποδήματα. Το κεφάλι ήταν σε τέτοια θέση, ώστε το βλέμμα να είναι οριζόντιο και να κατευθύνεται μπροστά. Οι φτέρνες, η πλάτη και το κεφάλι ήταν σε επαφή με τον τοίχο και τα πόδια κλειστά. Μετρήθηκαν, επίσης, οι περιφέρειες της μέσης, των ισχίων και του καρπού με μεζούρα, ενώ το εύρος του αγκώνα μετρήθηκε με δερματοπτυχόμετρο Harpenden. Ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) υπολογίστηκε ως το σωματικό βάρος (kg) προς το τετράγωνο του ύψους (m). Τα όρια του BMI αντιστοιχούν στα ευρέως γνωστά για τους νορμοβαρείς ενήλικες $18,5-25\text{kg/m}^2$, για τους υπέρβαρους $25-30\text{ kg/m}^2$, τους παχύσαρκους $>30\text{ kg/m}^2$ και λιποβαρείς ενήλικες $<18,5\text{ kg/m}^2$ (T.James, 2004). Στον **Πίνακα 1** φαίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων.

Πίνακας 1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
Ηλικία (έτη)	14	23,0±4,8	18-33
Βάρος (Kg)	14	67,7±12,5	55-93
Ύψος (m)	14	1,68±0,1	1,53-1,88
ΔΜΣ^a (kg/m²)	14	23,8±3,6	20-32
Περίμετρος Μέσης (cm)	14	76,8±9,2	68-101
Περίμετρος Ισχίων (cm)	14	103,1±6,3	96-118
Περίμετρος Καρπού (cm)	14	15,6±0,85	14,5-17
Εύρος Αγκώνα (cm)	14	6,1±0,47	5,3-6,9
WHR^b	14	0,75±0,052	0,69-0,88

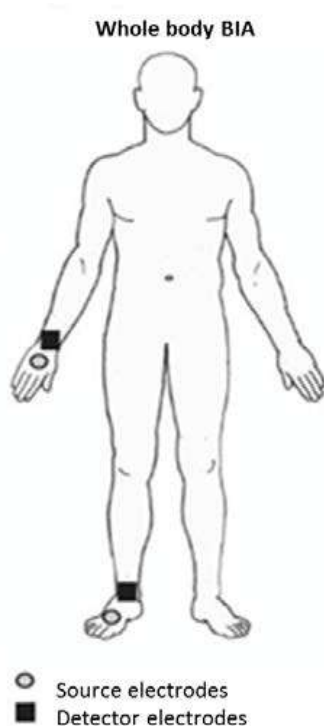
^aΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, ^bWHR: Waist to Hip Ratio (Πηλίκo μέσης-ισχίων)

Ανάλυση Σύστασης Σώματος

Στην συνέχεια, έγινε ανάλυση σύστασης σώματος με την φορητή συσκευή βιοηλεκτρικής εμπέδησης Bodystat Quadscan 4000 (BIA). Η συσκευή αυτή εκτιμά το ποσοστό σωματικού λίπους (fat %), τα κιλά σωματικού λίπους (Fat σε kg), τα κιλά άπαχης μάζας σώματος (Lean σε kg), τα κιλά της ξηρής άπαχης μάζας σώματος (Dry Lean σε kg), το ποσοστό των συνολικών υγρών του σώματος (TBW %), τον δείκτη μάζας σωματικού λίπους (BFMI), τον δείκτη ελεύθερης λίπους μάζας σώματος (FFMI), το ενδοκυττάριο υγρό (ICW %), το εξωκυττάριο υγρό (ECW %), τη κυτταρική μάζα σώματος (BCM). Σύμφωνα με το πρωτόκολλο, οι εξεταζόμενοι πρέπει:

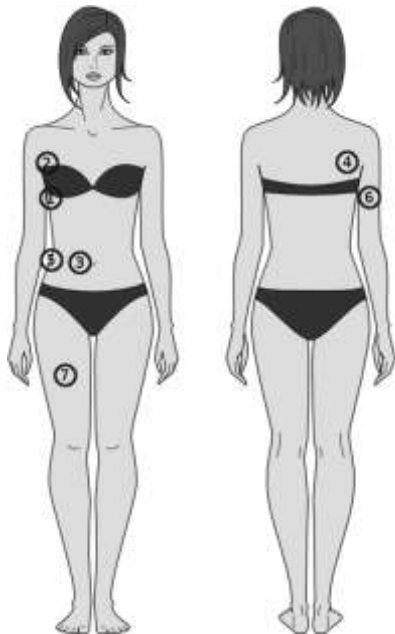
- να είναι νηστικοί τουλάχιστον 3-4 ώρες
- να μην έχουν καταναλώσει υγρά τουλάχιστον 3 ώρες πριν την μέτρηση
- οι γυναίκες να μην βρίσκονται σε κύκλο εμμηνόρροιας, εγκυμοσύνης ή θηλασμού
- να μην έχουν κάνει εξαντλητική άσκηση τουλάχιστον 12 ώρες πριν την μέτρηση
- να μην έχουν καταναλώσει αλκοόλ τις προηγούμενες 24 ώρες
- να μην έχουν καπνίσει 1 ώρα πριν την μέτρηση

Η μέτρηση έγινε 10 λεπτά αφού είχε ξαπλώσει ο κάθε εξεταζόμενος και τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στα προκαθορισμένα σημεία προσκόλλησης (**Εικόνα 1**).



Εικόνα 1: Θέση σώματος για BIA και σημεία τοποθέτησης ηλεκτροδίων

Επίσης, έγινε εκτίμηση της σύνθεσης σώματος με την μέθοδο των δερματοπτυχών με την χρήση δερματοπτυχόμετρου Harpenden Skinfold Caliper. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο ερευνητή πάντα από την δεξιά μεριά του σώματος και αφού είχαν εντοπιστεί τα ακριβή ανατομικά σημεία. Μετρήθηκαν οι δερματοπτυχές σε επτά σημεία του σώματος (τρικέφαλος, υποπλάτιος, υπερλαγώνιος, κοιλία, μηριαία, θωρακική, μεσομασχαλιαία) (Εικόνα 2). Από αυτή τη μέθοδο, εκτιμήθηκε με τις εξισώσεις Jackson-Pollock Protocol 7 σημείων και Siri η πυκνότητα σώματος, το ποσοστό σωματικού λίπους (fat %), τα κιλά σωματικού λίπους (fat σε kg), το ποσοστό της άλιπης μάζας σώματος (lean %) και τα κιλά άλιπης μάζας σώματος (lean σε kg) ($D=1,0970-0,00046971*\Sigma 7+0,00000056*\Sigma 7^2-0,00012828*H, \%FAT=(457/D)-414,2$).



Εικόνα 2: Σημεία δερματοπτυχών (1. μεσομασχαλιαία, 2. θωρακική, 3. κοιλία, 4. υποπλάτιος, 5. υπερλαγώνιος, 6. τρικέφαλος, 7. μηριαία)

Διατροφική Πρόσληψη

Για την διατροφική αξιολόγηση δόθηκε σε όλες τις εξεταζόμενες Ζυγισμένο Ημερολόγιο Τριήμερης Καταγραφής. Στο ερωτηματολόγιο αυτό, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν λεπτομερώς την διατροφή τους για τρεις μέρες, εκ των οποίων οι δύο έπρεπε να είναι καθημερινές μέρες, ενώ η μία έπρεπε να είναι Σάββατο ή Κυριακή. Καταγράφηκε η ώρα κάθε γεύματος, η αναλυτική περιγραφή του και τα γραμμάρια του τροφίμου που καταναλώθηκε. Έπειτα, έγινε ανάλυση των δεδομένων από τα ημερολόγια που συμπληρώθηκαν στο πρόγραμμα διατροφικής ανάλυσης Food Processor v. 7.30 της ESHA Research (Portland, Oregon). Για την διατροφική αξιολόγηση, έγινε εισαγωγή κάθε τροφίμου στο πρόγραμμα και αφού περάστηκε κάθε τρόφιμο που καταναλώθηκε τις τρεις αυτές ημέρες, προέκυψε ο μέσος όρος των διατροφικών στοιχείων. Πιο αναλυτικά, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα: ενεργειακή πρόσληψη (Kcal), υδατάνθρακες (g, Kcal, %), πρωτεΐνες (g, Kcal, %), λιπίδια (g, Kcal, %), κορεσμένα (g), μονοακόρεστα (g), πολυακόρεστα (g), trans λιπαρά (g), φυτικές Ίνες (g), βιταμίνη A (RE), A-ρετινόλη (RE), A-B καροτένιο (mcg), θειαμίνη B1 (mg), ριβοφλαβίνη B2 (mg), νιασίνη B3 (mg), παντοθενικό Οξύ B5 (mg), πυριδοξίνη B6 (mg), βιοτίνη B7 (mcg), φυλλικό Οξύ (mcg), βιταμίνη B12 (mcg), βιταμίνη D (mcg), βιταμίνη E (mg), βιταμίνη K (mcg), ασβέστιο (mg), ανθρακας (mg), βόριο (mg), ιώδιο (mcg), κάλιο (mg), μαγγάνιο (mg), μαγνήσιο (mg), μόλυβδος (mcg), νάτριο (mg), σελήνιο (mcg), σίδηρος (mg), φώσφορος (mg), χλώριο (g), χρώμιο (mcg), ψευδάργυρος (mg), βαλίνη (g), θρεονίνη (g), ιστιδίνη (g), ισολευκίνη (g), λευκίνη (g), λυσίνη (g), τρυπτοφάνη (g), μεθειονίνη + κυστεΐνη (g), φαινυλαλανίνη + τρυπτοφάνη (g), αλκοόλ (g), καφεΐνη (mg). Στην συνέχεια, έγινε σύγκριση όλων των διατροφικών στοιχείων με τις RDA τιμές ή τις τιμές AI, σύμφωνα με τους πίνακες του Institute of Medicine, Washington 2000.

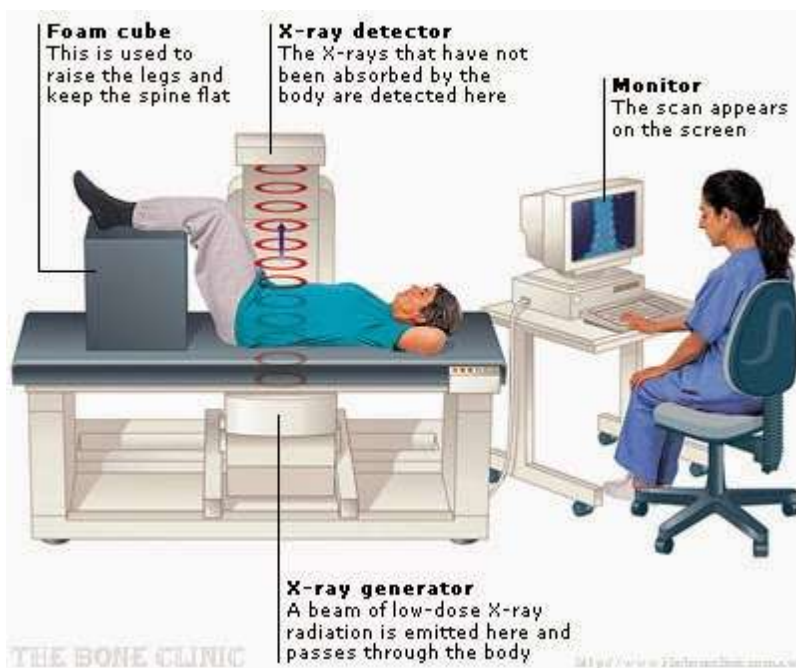
Φυσική Δραστηριότητα

Ο όγκος φυσικής δραστηριότητας αξιολογήθηκε με τρία ερωτηματολόγια. Το πρώτο ερωτηματολόγιο, το Ημερολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας (Daily Energy Expenditure Record), αφορούσε την πλήρη καταγραφή της δραστηριότητας που εκτελούσαν οι εξεταζόμενοι ανά 15 λεπτά της ώρας για 24 ώρες για μία καθημερινή μέρα και για μία μέρα Σάββατο ή Κυριακή. Μετά την ανάλυσή του προέκυψαν αποτελέσματα που αφορούσαν το ενεργειακό ισοζύγιο (Bouchard et al., 1983). Το δεύτερο ερωτηματολόγιο, το Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας 24ώρου, περιελάμβανε συγκεκριμένες κατηγορίες δραστηριοτήτων και οι εξεταζόμενοι έπρεπε να συμπληρώσουν τη συνολική διάρκεια της κάθε κατηγορίας δραστηριοτήτων για 24 ώρες. Αυτό το ερωτηματολόγιο δόθηκε δύο φορές, μία φορά δόθηκε να το συμπληρώσουν για μια ημέρα με άσκηση και μία χωρίς. Αυτό βασίζεται στην μέθοδο των METs με βάση την οποία εκτιμήθηκε το συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο και το ενεργειακό ισοζύγιο άσκησης (Ainsworth et al., 1993). Το τελευταίο ερωτηματολόγιο, το Ερωτηματολόγιο Άθλησης, έκανε διαχωρισμό του όγκου

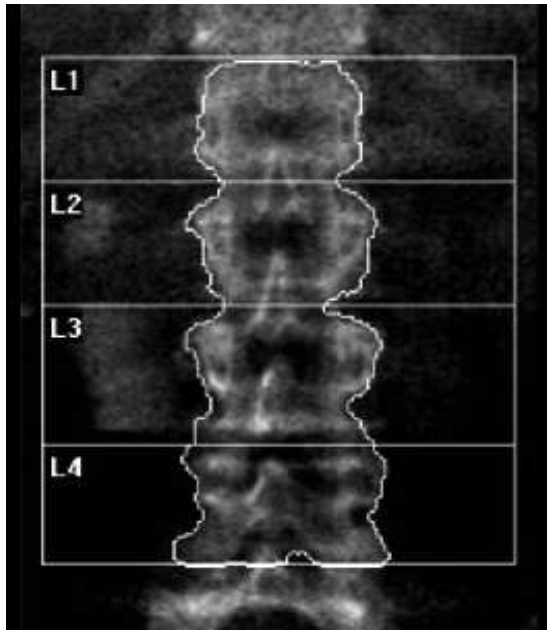
φυσικής δραστηριότητας με βάση το είδος της άσκησης (αερόβια ή αναερόβια-αντιστάσεις). Περιλάμβανε, επίσης, ερωτήσεις σχετικά με τον χρόνο συστηματικής άσκησης, το είδος, την διάρκεια και την συχνότητα της άσκησης. Με βάση εξισώσεων έγινε εκτίμηση της συνολικής επιβάρυνσης από αερόβια άσκηση σε μέτρα (m) και από αντιστάσεις σε κιλά (kg) ανά εβδομάδα.

Οστική Πυκνομετρία

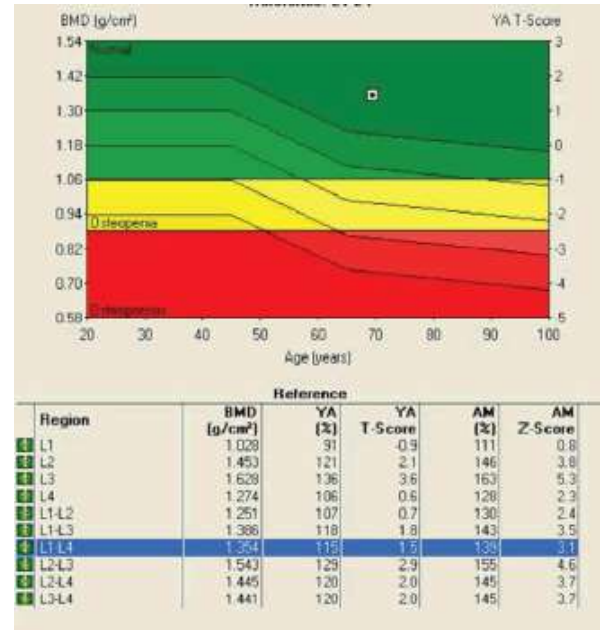
Η αξιολόγηση της οστικής πυκνότητας (BMD) στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης έγινε με τη μέθοδο διπλής ενεργειακής απορρόφησης (DEXA) με το μηχάνημα Lunar DPX Bravo, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η μέτρηση βασίζεται στην εξασθένιση των ακτίνων X, που εξαρτάται από το πάχος, την πυκνότητα και την χημική δομή. Για αξιόπιστα αποτελέσματα ο εξεταζόμενος πρέπει να απομακρύνει από πάνω του οποιοδήποτε μεταλλικό αντικείμενο και στην συνέχεια τοποθετείται από τον εξεταστή, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3**. Οι μετρήσεις αφορούσαν την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, δηλαδή τα εξής σημεία: οσφυϊκοί σπόνδυλοι L1, L2, L3, L4, L1-L2, L1-L3, L1-L4, L2-L3, L2-L4, L3-L4 (**Εικόνα 4**). Πριν από κάθε μέτρηση, πραγματοποιούνταν βαθμονόμηση στο μηχάνημα με βάση τις οδηγίες που δίνονται από τον κατασκευαστή για το συγκεκριμένο μοντέλο. Τα αποτελέσματα από την κάθε σάρωση εκφράστηκαν ως BMD σε g/cm^2 και T-score (τυπική απόκλιση με βάση την ηλικιακή ομάδα και το φύλο) (**Εικόνα 5**).



Εικόνα 3: Τοποθέτηση εξεταζομένου στο DEXA για μέτρηση στην οσφυϊκή μοίρα



Εικόνα 4: Οσφυϊκοί σπόνδυλοι



Εικόνα 5: Απεικόνιση αποτελεσμάτων οστικής πυκνότητας

Βιοχημικές Εξετάσεις

Εκτός από τις παραπάνω μετρήσεις, πραγματοποιήθηκαν και βιοχημικές εξετάσεις κατά τις οποίες ελέγχθηκαν οι εξής δείκτες: ουρία, κρεατινίνη, αλκαλική φωσφατάση (ALP), κρεατινική κινάση (CPK), γαλακτική αφυδρογονάση (LDH), κάλιο, νάτριο, ασβέστιο ολικό, οστεοκαλσίνη (OC), βιταμίνη 1,25 (OH)₂ D.

3. Στατιστική Ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS v20. Εφαρμόστηκε περιγραφική στατιστική για τον υπολογισμό των μέσων όρων (mean), των τυπικών αποκλίσεων (standard deviation) και των ευρών (range). Για την συσχέτιση μεταξύ του όγκου φυσικής δραστηριότητας και της οστικής πυκνότητας οσφυϊκής μοίρας χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson. Το ίδιο εφαρμόστηκε και για την συσχέτιση μεταξύ των θρεπτικών συστατικών και βιοχημικών δεικτών και της οστικής πυκνότητας οσφυϊκής μοίρας. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε $p < 0,05$.

4. Αποτελέσματα

4.1 Σύσταση Σώματος

Οι μέσες τιμές για την λιπώδη και άλιπη μάζα, σύμφωνα με την μέθοδο της βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας, ήταν $18,3 \pm 7,3$ kg και $49,3 \pm 6,2$ kg, αντίστοιχα, ενώ η μέση τιμή όσον αφορά το ποσοστό του λίπους, αυτή ανέρχεται στο $26,3 \pm 5,5$ %. Αναλυτικά τα αποτελέσματα ανάλυσης σύστασης σώματος με την μέθοδο της βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**. Με τη μέθοδο των δερματοπτυχών, φάνηκε ότι η λιπώδης μάζα κυμαίνεται στα $17,9 \pm 7,6$, τα οποία αντιστοιχούν κατά μέσο όρο σε $25,6 \pm 5,8\%$ λίπους στο σώμα, ενώ η άλιπη μάζα κυμαίνεται στα $49,7 \pm 5,8$ kg, τα οποία αντιστοιχούν στο $74,3 \pm 5,8\%$ του σώματος. Τα αποτελέσματα που αφορούν την σύσταση σώματος των αθλητριών με την μέθοδο των δερματοπτυχών, συνοψίζονται στον **Πίνακα 3**.

Πίνακας 2: Ανάλυση σύστασης σώματος με βιοηλεκτρική αγωγιμότητα (BIA)

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
Σωματικό Λίπος (%)	14	26,3±5,5	20-39
Σωματικό Λίπος (kg)	14	18,3±7,3	12-36
Άλιπη Μάζα (kg)	14	49,3±6,2	41-61
Dry Lean (kg)	14	18,9±13	11-63
TBW^a (%)	14	51,1±4,8	41-59
BFMI^b	14	6,4±2,4	4-12
FFMI^c	14	17,4±1,3	16-20
ICW^d (%)	14	27,1±1,3	24-29
ECW^e (%)	14	23,9±2,3	20-29
BCM^f	14	26,1±3,6	22-34

^aTBW: Total Body Water, ^bBFMI: Body Fat Mass Index, ^cFFMI: Free Fat Mass Index, ^dICW: Intracellular Water, ^eECW: Extracellular Water, ^fBCM: Body Cell Mass

Πίνακας 2: Ανάλυση σύστασης σώματος με δερματοπτυχές

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
Πυκνότητα Σώματος (Kg/m³)	14	1,04±0,01	1,01-1,06
Λιπώδης Μάζα (%)	14	25,6±5,8	18,7-38,6
Λιπώδης Μάζα (Kg)	14	17,9±7,6	11,7-35,9
Άλιπη Μάζα (%)	14	74,4±5,8	61,3-40,6
Άλιπη Μάζα (Kg)	14	49,7±5,8	40,6-60,4

4.2 Διατροφική Πρόσληψη

Οι μέσες ημερήσιες τιμές για την ενεργειακή πρόσληψη και τα μακροθρεπτικά συνοψίζονται στον **Πίνακα 4**, ενώ στον **Πίνακα 5**, **Πίνακα 6** και **Πίνακα 7** φαίνονται συγκεντρωτικά οι μέσες τιμές των βιταμινών, των ιχνοστοιχείων και των αμινοξέων, αντίστοιχα, όπως προέκυψαν από την διατροφική ανάλυση. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών που καλύπτουν τις συνιστώμενες τιμές πρόσληψης (RDA) είναι οι εξής: υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνη Α, θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3), βιταμίνη B12, βιταμίνη C, ασβέστιο, άνθρακας, μαγγάνιο, νάτριο, σελήνιο, φώσφορος, χλώριο και ψευδάργυρος. Σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα, η μέση πρόσληψη ενέργειας, φυτικών ινών, παντοθενικού οξέος (B5), πυριδοξίνης (B6), βιοτίνης (B7), φυλλικού οξέος, βιταμίνης D, βιταμίνης E, βιταμίνης K, βορίου, ιωδίου, καλίου, μαγνησίου, μολύβδου, σιδήρου και χρωμίου, δεν καλύπτουν τις τιμές RDA. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ωστόσο, παρουσιάζουν δύο από αυτά, η βιοτίνη (B7) και το κάλιο, τα οποία δεν καλύπτει κανένας από το δείγμα.

Για κάποια από τα στοιχεία που μελετήθηκαν δεν έχουν καθοριστεί συνιστώμενες τιμές πρόσληψης, λόγω έλλειψης στοιχείων για την συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα. Για αυτόν τον λόγο, στους πίνακες γίνεται αναφορά σε αυτά ως Not Determinable (ND).

Πίνακας 4: Μακροθρεπτικά συστατικά από την διατροφική ανάλυση των ημερολογίων 24ώρου

	Σύνολο	Mean \pm SD	Εύρος	Τιμές Αναφοράς
Ενεργειακή Πρόσληψη (Kcal)	14	1715 \pm 611	905-2900	ND
HEA ^a (Kcal)	14	2563 \pm 221	2293-2977	ND
Υδατάνθρακες (g)	14	201,8 \pm 88	102,4-411,3	130
Υδατάνθρακες (Kcal)	14	807 \pm 352	410-1645	ND
Υδατάνθρακες ανά κιλό ΣΒ ^b (g/Kg ΣΒ)	14	3,2 \pm 1,6	1,2-6,9	
Υδατάνθρακες (%)	14	46,5 \pm 6,7	40-59,7	50-55
Πρωτεΐνες (g)	14	72,4 \pm 20,6	43,5-120,4	46
Πρωτεΐνες ανά κιλό ΣΒ (g/Kg ΣΒ)	14	1,1 \pm 0,4	0,5-1,9	
Πρωτεΐνες (Kcal)	14	290 \pm 83	174-482	ND
Πρωτεΐνες (%)	14	17,7 \pm 3,9	10-25,2	ND
Λιπίδια (g)	14	71,5 \pm 28,8	24,3-124,9	ND
Λιπίδια ανά κιλό ΣΒ (g/Kg ΣΒ)	14	1,1 \pm 0,5	0,3-2,0	
Λιπίδια (Kcal)	14	643 \pm 260	219-1124	ND
Λιπίδια (%)	14	37 \pm 7	19,8-45,5	25-35
Κορεσμένα (g)	14	28,2 \pm 10,2	12,3-48,5	ND
Μονοακόρεστα (g)	14	20,8 \pm 11	4,76-42,5	ND
Πολυακόρεστα (g)	14	9 \pm 4,9	2,99-19,2	ND
Trans Λιπαρά (g)	14	1,5 \pm 7,3	0,05-7,35	ND
Φυτικές Ίνες (g)	14	21,8 \pm 12,4	7,1-57,1	25*

Σημείωση: Με έντονα γράμματα σημειώνονται οι τιμές RDA (Recommended Daily Allowances) και με αστερίσκο (*) οι τιμές Adequate Intake (AI). ^aHEA: Ημερήσιες Ενεργειακές Απαιτήσεις, ^bΣΒ: σωματικό βάρος, ND: Not determinable due to lack of data

Πίνακας 5: Βιταμίνες από την διατροφική ανάλυση των ημερολογίων 24ώρου

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος	Τιμές Αναφοράς
Βιταμίνη Α (RE)	14	1052,1±1489,3	180,1-5986,8	700
Α-Ρετινόλη (RE)	14	548,2±1437,6	44,7-5533,3	ND
Α-Β Καροτένιο (mcg)	14	1406,1±2005,5	52,4-7082,8	ND
Θειαμίνη Β1 (mg)	14	1,4±0,7	0,6-3,3	1,1
Ριβοφλαβίνη Β2 (mg)	14	1,5±1,1	0,4-4,9	1,1
Νιασίνη Β3 (mg)	14	16,9±7,1	10,1-33,3	14
Παντοθενικό Οξύ Β5 (mg)	14	3,4±1,5	1,2-7,5	5*
Πυριδοξίνη Β6 (mg)	14	1,2±0,6	0,5-2,5	1,3
Βιοτίνη Β7 (mcg)	14	12,9±8,5	0,4-28,9	30*
Φυλλικό Οξύ (mcg)	14	260,2±128,1	67,1-513,6	400
Βιταμίνη Β12 (mcg)	14	4,9±9,6	0,6-38,3	2,4
Βιταμίνη D (mcg)	14	2,7±1,2	0,5-4,7	15
Βιταμίνη Ε (mg)	14	5,4±3,1	0,7-10,7	15
Βιταμίνη Κ (mcg)	14	57,3±120	0,9-375,5	90*

Σημείωση: Με έντονα γράμματα σημειώνονται οι τιμές RDA (Recommended Daily Allowances) και με αστερίσκο (*) οι τιμές Adequate Intake (AI). **ND:** Not determinable due to lack of data

Πίνακας 6: Ιχνοστοιχεία από την διατροφική ανάλυση των ημερολογίων 24ώρου

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος	Τιμές Αναφοράς
Ασβέστιο (mg)	14	1448,9±889,2	188,1-1448,9	1000
Άνθρακας (mg)	14	1,3±1,1	0,5-4,9	0,9
Βόριο (mg)	14	2,3±1,6	0,0-4,9	0,2
Ιώδιο (mcg)	14	56±31,5	4,7-116,5	150
Κάλιο (mg)	14	2059,1±674	965-3260,7	4700
Μαγγάνιο (mg)	14	2,5±1,9	0,8-7,5	1,8
Μαγνήσιο (mg)	14	237,6±134,7	77,5-529,8	310
Μόλυβδος (mcg)	14	20,5±26,2	0,3-86,5	45
Νάτριο (mg)	14	2823,1±1267,8	1311,7-6413,3	1500
Σελήνιο (mcg)	14	69,4±41,7	31-190,7	55
Σίδηρος (mg)	14	13,5±6,2	4,4-27,9	18
Φώσφορος (mg)	14	1118,1±437,8	564,1-2130,3	700
Χλώριο (g)	14	374,9±278,5	13,3-861,7	2,3*
Χρώμιο (mcg)	14	5,4±3,1	0,7-10,7	25
Ψευδάργυρος (mg)	14	9,3±4,1	3,4-17,9	8

Σημείωση: Με έντονα γράμματα σημειώνονται οι τιμές RDA (Recommended Daily Allowances) και με αστερίσκο (*) οι τιμές Adequate Intake (AI).

Πίνακας 7: Αμινοξέα και άλλες ουσίες από την διατροφική ανάλυση των ημερολογίων 24ώρου

	Σύνολο	Mean \pm SD	Εύρος	Τιμές Αναφοράς
Βαλίνη (g)	14	2,4 \pm 0,9	1,2-5	1,6 \pm 0,3
Θρεονίνη (g)	14	1,7 \pm 0,6	0,9-3,5	1,4 \pm 0,2
Ιστιδίνη (g)	14	1,2 \pm 0,4	0,6-2,3	0,9 \pm 0,2
Ισολευκίνη (g)	14	2,1 \pm 0,7	1,1-4,2	1,3 \pm 0,2
Λευκίνη (g)	14	3,5 \pm 1,3	1,8-7,3	2,8 \pm 0,5
Λυσίνη (g)	14	2,8 \pm 0,9	1,6-4,8	2,6 \pm 0,5
Τρυπτοφάνη (g)	14	0,5 \pm 0,2	0,3-1,3	0,3 \pm 0,1
Μεθειονίνη +Κυστεΐνη (g)	14	3,4 \pm 1,5	1,2-7,5	1,3 \pm 0,2
Φαινυλαλανίνη +Τρυπτοφάνη (g)	14	1,2 \pm 0,6	0,5-2,5	2,2 \pm 0,4
Αλκοόλ (g)	14	12,9 \pm 8,5	0,4-28,9	-
Καφεΐνη (mg)	14	260,2 \pm 128,1	67,1-513,6	-

Σημείωση: Οι τιμές αναφοράς για τα αμινοξέα εξαρτώνται από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά κάθε ατόμου, γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση του δείγματος (Mean \pm SD).

4.3 Φυσική Δραστηριότητα

Από τις 14 αθλήτριες καλαθοσφαίρισης που συμμετείχαν στην έρευνα, το 78,5% κάνει άσκηση με αντιστάσεις, ενώ το 21,5% δεν κάνει βάρη. Κατά μέσο όρο οι αθλήτριες γυμνάζονται συστηματικά $67,5\pm 77$ μήνες και η μέση διάρκεια της κάθε προπόνησης φτάνει τα $126,5\pm 24$ λεπτά. Βρέθηκε ότι το σύνολο της επιβάρυνσης από βάρη και αερόβια άσκηση είναι κατά μέσο όρο $20830,7\pm 15808,8$ kg και $8250\pm 7015,7$, αντίστοιχα. Τα στοιχεία αυτά συνοψίζονται στον **Πίνακα 8**. Στον **Πίνακα 9** φαίνεται η ενεργειακή δαπάνη και το ενεργειακό ισοζύγιο, όπως προέκυψε από την ανάλυση του Ημερολογίου Φυσικής Δραστηριότητας. Αξιοπρόσεκτο είναι το γεγονός ότι υπάρχει σημαντικά αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο και την καθημερινή ($\text{mean}\pm\text{SD} = -2040\pm 1417$ Kcal) και το Σάββατο ($\text{mean}\pm\text{SD} = -2329\pm 1217$ Kcal) ή την Κυριακή, με μέση τιμή αυτών στις -2184 ± 1282 Kcal. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από την ανάλυση του Ερωτηματολογίου Φυσικής Δραστηριότητας 24ώρου, τα οποία φαίνονται αναλυτικά στον **Πίνακα 10**. Την ημέρα με προπόνηση το ενεργειακό ισοζύγιο ανέρχεται στις -2237 ± 1214 Kcal, ενώ την ημέρα χωρίς άσκηση το ενεργειακό ισοζύγιο είναι, επίσης, αρνητικό αφού ανέρχεται στις -1257 ± 1106 Kcal ημερησίως. Φάνηκε ότι μόνο το 14,3% είχε θετικό ενεργειακό ισοζύγιο το 24ώρο χωρίς προπόνηση. Ωστόσο, η μέση τιμή του 24ώρου χωρίς προπόνηση και του 24ώρου με προπόνηση είναι -1747 ± 1115 Kcal ημερησίως. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η διατροφική πρόσληψη των αθλητριών καλαθοσφαίρισης υστερεί σημαντικά της συνολικής ενεργειακής τους δαπάνης, με αποτέλεσμα να υπάρχει αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο τις μέρες με προπόνηση και τις μέρες χωρίς προπόνηση.

Πίνακας 8: Όγκος φυσικής δραστηριότητας των αθλητριών (Ερωτηματολόγιο Άθλησης)

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
Καιρός που γυμνάζεται συστηματικά (Μήνες)	14	67,5±77	4-264
Φορές/Εβδομάδα	14	4,3±1,2	3-7
Διάρκεια προπόνησης (Λεπτά)	14	126,4±24	90-180
Σύνολο επιβάρυνσης /Εβδομάδα από βάρη (Kg)	14	20830,7±15808,8	0-40540
Σύνολο επιβάρυνσης /Εβδομάδα από αερόβια (m)	14	8250±7015,7	0-20000

Πίνακας 9: Ενεργειακή δαπάνη και ενεργειακό ισοζύγιο με βάση το Ημερολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
<i>Δαπάνη καθημερινής (Kcal)</i>	14	3755±991	2433-6061
<i>Δαπάνη Σαββάτου ή Κυριακής (Kcal)</i>	14	4043±817	2744-5916
<i>Ενεργειακό Ισοζύγιο καθημερινής (Kcal)</i>	14	-2040±1417	-4955 - -162
<i>Ενεργειακό Ισοζύγιο Σαββάτου ή Κυριακής (Kcal)</i>	14	-2328±1217	-4810 - -319
Μέση τιμή Δαπάνης (Kcal)	14	3899±904	
Μέση τιμή Ενεργειακού Ισοζυγίου (Kcal)	14	-2184±1282	

Πίνακας 10: Ενεργειακή δαπάνη και ενεργειακό ισοζύγιο με βάση το Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας 24ώρου

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
<i>Δαπάνη 24ώρου με προπόνηση (Kcal)</i>	14	3952±803	3153-5647
<i>Δαπάνη 24ώρου χωρίς προπόνηση (Kcal)</i>	14	2972±668	2194-4135
<i>Ενεργειακό Ισοζύγιο 24ώρου με προπόνηση (Kcal)</i>	14	-2237±1214	-4564- -625
<i>Ενεργειακό Ισοζύγιο 24ώρου χωρίς προπόνηση (Kcal)</i>	14	-1257±1106	-3052-440
Μέση τιμή Δαπάνης (Kcal)	14	3462±735	
Μέση τιμή Ενεργειακού Ισοζυγίου (Kcal)	14	-1747±1115	

4.4 Οστική Πυκνότητα

Στον **Πίνακα 11** καταγράφονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της μέτρησης της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης στις αθλήτριες καλαθοσφαίρισης σύμφωνα με τη DEXA. Τα αποτελέσματα αφορούν τα εξής σημεία: οσφυϊκοί σπόνδυλοι L1, L2, L3, L4, L1-L2, L1-L3, L1-L4, L2-L3, L2-L4 και L3-L4. Στον Πίνακα 11 φαίνονται η μεταλλική περιεκτικότητα των οστών (BMD) και η τυπική απόκλιση (T-score) με βάση την ηλικία και το φύλο. Αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι το πλεονέκτημα που φαίνεται να έχουν όλοι οι συμμετέχοντες όσον αφορά τα οστά, συμπέρασμα που προκύπτει από το T-score, αφού οι μέσοι όροι σε όλα τα προαναφερθέντα σημεία είναι αυξημένοι σε σχέση με τον μέσο όρο με βάση την ηλικία τους και ο φύλο τους. Οι μέσες τιμές T-score είναι $0,88 \pm 1,160$, $1,09 \pm 1,172$, $0,96 \pm 1,206$, $0,39 \pm 1,117$, $1,00 \pm 1,144$, $1,05 \pm 1,144$, $0,86 \pm 1,128$, $1,04 \pm 1,176$, $0,82 \pm 1,128$, $0,67 \pm 1,148$, αντίστοιχα για το κάθε σημείο. Οι αρνητικές τιμές T-score αποτελούν μόνο το 14,3% του συνολικού δείγματος και αφορούν όλα τα παραπάνω σημεία.

Πίνακας 11: Οστική πυκνότητας οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης (DEXA)

Οσφυϊκοί Σπόνδυλοι		Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος
L1	BMD	14	1,27±0,139	0,053-1,498
	T-score		0,88±1,160	-0,6 - 3,1
L2	BMD	14	1,37±0,134	1,147-1,651
	T-score		1,09±1,172	-0,4 - 3,8
L3	BMD	14	1,35±0,138	1,081-1,596
	T-score		0,96±1,206	-1 - 3,3
L4	BMD	14	1,27±0,144	0,989-1,435
	T-score		0,39±1,117	-1,8 - 2
L1-L2	BMD	14	1,32±0,134	1,102-1,578
	T-score		1,00±1,44	-0,5-3,4
L1-L3	BMD	14	1,33±0,132	1,096-1,583
	T-score		1,05±1,144	-0,6 - 3,4
L1-L4	BMD	14	1,31±0,131	1,066-1,527
	T-score		0,86±1,128	-1 - 2,9
L2-L3	BMD	14	1,36±0,133	1,117-1,627
	T-score		1,04±1,176	-0,7 - 3,6
L2-L4	BMD	14	1,33±0,131	1,07-1,536
	T-score		0,82±1,128	-1,1 - 2,8
L3-L4	BMD	14	1,31±0,136	1,03-1,485
	T-score		0,67±1,148	-1,4 - 2,4

BMD: Bone Mineral Density, **T-score:** Τυπική Απόκλιση με βάση την ηλικία και το φύλο

4.5 Βιοχημικοί και Οστικοί Δείκτες

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των βιοχημικών εξετάσεων και των οστικών δεικτών που ελέγχθηκαν. Όλοι οι δείκτες κατά μέσο όρο κυμαίνονται μέσα στις φυσιολογικές τιμές που ορίζει το μικροβιολογικό εργαστήριο, εκτός από την κρεατινική κινάση (CPK), η οποία κυμαίνεται στις 189,7±148,1 U/L (εύρος= 53-464 U/L) με φυσιολογικό εύρος <145 U/L. Οι αυξημένες τιμές CPK αντιστοιχούν στο 28,6% του συνολικού δείγματος.

Πίνακας 12: Βιοχημικοί και οστικοί δείκτες

	Σύνολο	Mean ±SD	Εύρος	ΦΤ
Ουρία (mg/dl)	14	29,5±8,8	17-38	25-50
Κρεατινίνη (mg/dl)	14	0,8±0,1	0,6-1,1	0,58-1,1
Αλκαλική Φωσφατάση (U/L)	14	48,9±9,4	31-65	30-120
CPK ^a (U/L)	14	189,7±148,1	53-464	<145
LDH ^b (U/L)	14	234,2±142,9	149-724	<248
Κάλιο (mmol/L)	14	4,2±0,3	3,7-4,9	3,5-5,3
Νάτριο (mmol/L)	14	140,1±1,1	138,3-142,3	137-150
Οστεοκαλσίνη (ng/ml)	14	28,7±5,8	18,8-37,9	4-48
Βιταμίνη 1,25(OH) ² D (ng/l)	14	47,9±12,8	23,5-68,7	19,9-79,3

^aCPK: Φωσφοκρεατινική κινάση , ^bLDH: Γαλακτική αφυδρογονάση, ΦΤ: Φυσιολογικές Τιμές

4.6 Συσχέτιση Διατροφής και Οστικής Πυκνότητας

Καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε με τους παράγοντες ενεργειακή πρόσληψη, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, κορεσμένα, μονοακόρεστα, πολυακόρεστα και trans λιπαρά οξέα. Επίσης, δεν βρέθηκε συσχέτιση οστικής πυκνότητας και φυτικών ινών, A-B καροτένιου, θειαμίνης B1, παντοθενικού οξέος B5, πυριδοξίνης B6, φυλλικού οξέος και βιταμινών D, E, K ($p>0,05$). Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τους παράγοντες ασβέστιο, άνθρακας, βόριο, ιώδιο, κάλιο, μαγγάνιο, μαγνήσιο, μόλυβδος, νάτριο, σελήνιο, φώσφορος, χλώριο, χρώμιο, ψευδάργυρος.

Από τους διατροφικούς παράγοντες θετική συσχέτιση στατιστικά σημαντική ($p<0,05$) με την οστική πυκνότητα, παρουσίασε μόνο ο παράγοντας Ημερήσιες Ενεργειακές Απαιτήσεις (HEA). Ωστόσο, βρέθηκαν πολλές αρνητικές συσχετίσεις βιταμινών, μετάλλων, ιχνοστοιχείων και αμινοξέων. Οι παράγοντες βιταμίνη A, α -Ρετινόλη, ριβοφλαβίνη (B2), βιταμίνη B12, βιοτίνη και τρυπτοφάνη συσχετίστηκαν αρνητικά με τη BMD. Συνοπτικά, οι συσχετίσεις των θρεπτικών συστατικών και οστικής πυκνότητας παρουσιάζονται αναλυτικά στον **Πίνακα 13** (μόνο για τους παράγοντες που εμφάνισαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση θετική ή αρνητική).

Πίνακας 13: Συσχέτιση μεταξύ θρεπτικών συστατικών και οστικής πυκνότητας

		L1		L2		L3		L4	
		BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score
HEA^a (Kcal)	r	-	-	-	-	-	-	-	0,540
	p	-	-	-	-	-	-	-	0,046
Βιταμίνη A (RE)	r	-	-	-	-	-0,620	-0,546	-0,650	-0,637
	p	-	-	-	-	0,018	0,043	0,012	0,014
A-Ρετινόλη (RE)	r	-	-	-	-	-0,554	-	-0,567	-0,538
	p	-	-	-	-	0,040	-	0,034	0,047
Ριβοφλαβίνη B2(mg)	r	-	-	-	-	-	-	-	-0,533
	p	-	-	-	-	-	-	-	0,050
Βιταμίνη B12 (mg)	r	-	-	-	-	-0,542	-	-0,561	-0,540
	p	-	-	-	-	0,045	-	0,037	0,046
Βιοτίνη (mcg)	r	-	-	-	-	-0,584	-	-0,636	-0,599
	p	-	-	-	-	0,028	-	0,014	0,024
Σίδηρος (mg)	r	-	-	-	-	-0,550	-	-0,554	-0,557
	p	-	-	-	-	0,041	-	0,040	0,039
Τρυπτοφάνη (g)	r	-	-	-	-	-0,546	-0,540	-	-
	p	-	-	-	-	0,043	0,046	-	-

^a**HEA:** Ημερήσιες Ενεργειακές Απαιτήσεις, **L:** οσφυϊκός σπόνδυλος, **BMD:** Bone Mineral Density, **T-score:** Τυπική Απόκλιση με βάση την ηλικία και το φύλο

Πίνακας 13: Συσχέτιση μεταξύ θρεπτικών συστατικών και οστικής πυκνότητας (συνέχεια)

		L1-L3		L1-L4		L2-L3		L2-L4		L3-L4	
		BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score
HEA^a (Kcal)	r	-	-	-	-	-	-	-	0,549	-	0,542
	p	-	-	-	-	-	-	-	0,042	-	0,045
Βιταμίνη A (RE)	r	-0,540	-	-0,597	-0,542	-0,561	-	-0,628	-0,565	-0,671	-0,615
	p	0,046	-	0,024	0,045	0,037	-	0,016	0,035	0,009	0,019
A-Ρετινόλη (RE)	r	-	-	-0,546	-	-	-	-0,564	-	-0,590	-
	p	-	-	0,044	-	-	-	0,036	-	0,026	-
Ριβοφλαβίνη B2(mg)	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,549	-
	p	-	-	-	-	-	-	-	-	0,042	-
Βιταμίνη B12 (mg)	r	-	-	-	-	-	-	-0,546	-	-0,582	-
	p	-	-	-	-	-	-	0,043	-	0,029	-
Βιοτίνη (mcg)	r	-	-	-0,571	-	-	-	-0,581	-	-0,626	-0,552
	p	-	-	0,033	-	-	-	0,029	-	0,017	0,041
Σίδηρος (mg)	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,584	-0,552
	p	-	-	-	-	-	-	-	-	0,028	0,041
Τρυπτοφάνη (g)	r	-	-	-0,537	-0,551	-0,539	-0,538	-0,554	-0,560	-0,553	-0,553
	p	-	-	0,048	0,041	0,046	0,047	0,040	0,037	0,040	0,040

^aHEA: Ημερήσιες Ενεργειακές Απαιτήσεις, L: οσφυϊκός σπόνδυλος, BMD: Bone Mineral Density, T-score: Τυπική Απόκλιση με βάση την ηλικία και το φύλο

4.7 Συσχέτιση Όγκου Φυσικής Δραστηριότητας και Οστικής Πυκνότητας

Καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα δεν εμφάνισαν οι παράγοντες καιρός που γυμνάζεται συστηματικά, φορές/εβδομάδα, διάρκεια προπόνησης, σύνολο επιβάρυνσης/εβδομάδα από αερόβια, άθροισμα δαπάνης καθημερινής, άθροισμα δαπάνης Σαββάτου ή Κυριακής, ενεργειακό ισοζύγιο καθημερινής, ενεργειακό ισοζύγιο Σαββάτου ή Κυριακής, μέση τιμή ενεργειακού ισοζυγίου, συνολική ενεργειακή δαπάνη 24ώρου με προπόνηση, δαπάνη μόνο άσκησης 24ώρου με προπόνηση, ενεργειακό ισοζύγιο 24ώρου με προπόνηση, συνολική ενεργειακή δαπάνη 24ώρου χωρίς προπόνηση, δαπάνη μόνο άσκησης 24ώρου χωρίς προπόνηση, ενεργειακό ισοζύγιο 24ώρου χωρίς προπόνηση και, τέλος, μέση τιμή ενεργειακού ισοζυγίου ($p>0,05$).

Ωστόσο, βρέθηκε ισχυρή στατιστικά θετική συσχέτιση της συνολικής επιβάρυνσης από βάρη ανά εβδομάδα ($p<0,05$). Συνοπτικά, η θετική συσχέτιση της επιβάρυνσης από βάρη στην οστική πυκνότητα φαίνεται στον **Πίνακα 14**.

4.8 Συσχέτιση Βιοχημικών και Οστικών Δεικτών και Οστικής Πυκνότητας

Στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε με τους παράγοντες κρεατινίνη, ALH, CPK, LDH, κάλιο, OC, βιταμίνη 1,25(OH)₂ D, καθώς $p>0,05$. Θετική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ της οστικής πυκνότητας και της ουρίας ($p<0,05$). Τέλος, το νάτριο συσχετίστηκε αρνητικά με το T-score L1 ($r=-0,537$ και $p=0,048$). Οι συσχετίσεις των στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον **Πίνακα 15**.

Πίνακας 143: Συσχέτιση όγκου φυσικής δραστηριότητας και οστικής πυκνότητας

		L1		L2		L3		L4		L1-L2	
		BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score
Σύνολο Επιβάρυνσης/ Εβδομάδα από βάρη (Kg)	r	-	-	-	0,583	0,658	0,684	0,620	0,668	-	0,565
	p	-	-	-	0,029	0,011	0,007	0,018	0,009	-	0,035
		L1-L3		L1-L4		L2-L3		L2-L4		L3-L4	
		BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score
Σύνολο Επιβάρυνσης/ Εβδομάδα από βάρη (Kg)	r	0,566	0,622	0,596	0,654	0,610	0,658	0,637	0,685	0,656	0,697
	p	0,035	0,035	0,024	0,011	0,020	0,011	0,014	0,007	0,011	0,006

L: οσφυϊκός σπόνδυλος, **BMD:** Bone Mineral Density, **T-score:** Τυπική Απόκλιση με βάση την ηλικία και το φύλο

Πίνακας 15: Συσχέτιση βιοχημικών και οστικών δεικτών και οστικής πυκνότητας

		L1		L2		L3		L4		L1-L2	
		BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score
Ουρία (mg/dl)	r	-	-	0,541	-	0,626	-	0,581	-	0,544	-
	p	-	-	0,046	-	0,017	-	0,029	-	0,045	-
Νάτριο (mmol/L)	r	-	-0,537	-	-	-	-	-	-	-	-
	p	-	0,048	-	-	-	-	-	-	-	-
		L1-L3		L1-L4		L2-L3		L2-L4		L3-L4	
		BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score	BMD	T-score
Ουρία (mg/dl)	r	0,583	-	0,606	-	0,594	-	0,617	-	0,625	-
	p	0,029	-	0,022	-	0,025	-	0,019	-	0,017	-
Νάτριο (mmol/L)	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

L: οσφυϊκός σπόνδυλος, **BMD:** Bone Mineral Density, **T-score:** Τυπική Απόκλιση με βάση την ηλικία και το φύλο

5. Συζήτηση

Σύγκριση παρόμοιων ερευνών με τις συσχετίσεις οστικής πυκνότητας και διατροφής

Από την συσχέτιση της διατροφής και της οστικής πυκνότητας δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις, εκτός από τον παράγοντα Ημερήσιες Ενεργειακές Απαιτήσεις (HEA). Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται ο παράγοντας HEA, αυξάνεται και ο παράγοντας οστική πυκνότητα. Δεν βρέθηκαν έρευνες, οι οποίες έχουν ελέγξει την συσχέτιση HEA και οστικής πυκνότητας (Nieves et al., 2010).

Καμία συσχέτιση είτε θετική είτε αρνητική δεν παρατηρήθηκε με τα μακροθρεπτικά συστατικά (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια). Αντίθετα με τα αποτελέσματα της έρευνάς μας, μία πρόσφατη μελέτη έδειξε, ότι ένα διατροφικό πρότυπο υψηλό σε πρωτεΐνες μπορεί να είναι ευεργετικό για τη BMC και τη BMD σε νεαρές γυναίκες (Whittle et al., 2012). Ο Nieves και οι συνεργάτες του υποστηρίζουν αυτή τη συσχέτιση, αφού η δική τους έρευνα έδειξε ότι σε νεαρές γυναίκες δρομείς, η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών μεταξύ άλλων, είχε θετικά αποτελέσματα στη BMD και χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων (Nieves et al., 2010).

Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι δεν έχουν βρεθεί συσχετίσεις με στοιχεία που δεν καλύπτουν τις τιμές αναφοράς (ενεργειακή πρόσληψη, φυτικές ίνες, παντοθενικό οξύ (B5), πυριδοξίνη (B6), φυλλικό οξύ, βιταμίνες D, E και K), παρόλο που κάποια από αυτά τα συστατικά θεωρούνται ότι έχουν οστικά οφέλη. Ειδικότερα, δεν βρέθηκε καμία συσχέτιση με την βιταμίνη D από την διατροφική πρόσληψη, αλλά και με την βιταμίνη D ορού. Δεν βρέθηκαν έρευνες που να κάνουν συσχέτιση της οστικής πυκνότητας της βιταμίνης D από την διατροφική πρόσληψη, κάτι το οποίο οφείλεται στο γεγονός ότι η 1,25(OH)₂ βιταμίνη D αποτελεί πιο αξιόπιστη μέτρηση. Ο Nieves και οι συνεργάτες του εκτός από την επίδραση των πρωτεϊνών, μελέτησαν και την επίδραση της βιταμίνης D ορού, η οποία βρέθηκε ότι ήταν, επίσης, θετική (Nieves et al., 2010). Μία άλλη έρευνα που έγινε σε μεγάλο δείγμα προ-εμμηνοπαυσιακών γυναικών, έδειξε ότι η έλλειψη βιταμίνης D ορού συσχετίζεται με χαμηλή οστική πυκνότητα στην σπονδυλική στήλη (Adami et al., 2009).

Επιπλέον, η βιοτίνη παρόλο που δεν φτάνει τις τιμές RDA, παρουσίασε αρνητική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η βιοτίνη, μειώνεται η οστική πυκνότητα. Για την βιοτίνη, δεν βρέθηκαν μελέτες ούτε αναφορές στην βιβλιογραφία που να συσχετίζουν την πρόσληψή της με την οστική πυκνότητα σε ανθρώπους.

Από την άλλη μεριά, υπάρχουν και οι βιταμίνες, οι οποίες υπερκαλύπτουν τις τιμές RDA, και παρατηρήθηκε ότι είναι αυτές που εμφανίζουν στατιστικά σημαντική

αρνητική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα. Με άλλα λόγια, όσο αυξάνονται οι παράγοντες βιταμίνη A, B2, B3 και B12, μειώνεται η οστική πυκνότητα. Κάποιοι παράγοντες που έχουν παρουσιάσει στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν μπορούν να συγκριθούν με τιμές RDA, καθώς δεν έχουν καθοριστεί τιμές αναφοράς για την συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, λόγω έλλειψης στοιχείων (ND), όπως η Α-ρετινόλη, η οποία παρουσίασε, επίσης, αρνητική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα.

Σχετικά με την βιταμίνη Α, είναι γενικός όρος που χρησιμοποιείται για μια ομάδα λιποδιαλυτών διαιτητικών ενώσεων, εκ των οποίων οι πιο σημαντικές είναι η ρετινόλη και η προβιταμίνη Α (β-καροτένιο) (Ahmadiéh and Arabi, 2011). Πολλές κυτταρικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργιών οστικών κυττάρων, προκαλούνται από αυτή. Ωστόσο, κλινικές μελέτες, που διερευνούν τη συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης Α και της οστεοπόρωσης ή του κινδύνου κατάγματος, έχουν δείξει ότι η βιταμίνη Α μπορεί να είναι επιβλαβής και ωφέλιμη για τα οστά. Οι πρώτες μελέτες έδειξαν ότι η επίδραση της βιταμίνης Α στον σκελετό, ήταν η αύξηση της επαναρρόφησης των οστών, αλλά οι μετέπειτα μελέτες έδειξαν ότι η βιταμίνη Α δεν μπορεί μόνο να διεγείρει τον σχηματισμό οστεοκλαστών, που απορροφούν τα οστά, αλλά, επίσης, μπορεί να αναστέλλει το σχηματισμό τους. Ο μηχανισμός με τον οποίο επιδρά η βιταμίνη Α στον σχηματισμό των οστών δεν έχει μελετηθεί με μεγάλη λεπτομέρεια και δεν χαρακτηρίζεται τόσο καλά όσο οι επιδράσεις στην οστική απορρόφηση (Conaway, Henning and Lerner, 2013). Πολλές επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει μια συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης Α, της μειωμένης οστικής μάζας και των οστεοπορωτικών καταγμάτων (Feskanich et al., 2002, Michaelsson et al., 2003, Orotowsky and Bilezikian, 2004), αλλά τα δεδομένα δεν είναι συνεπή, διότι άλλες μελέτες δεν έχουν βρει συσχετίσεις (Rejnmark, Vestergaard and Charles et al., 2004, G. Caire-Juvera et al., 2009, Vestergaard, Rejnmark and Mosekilde, 2010), ενώ μερικές μελέτες έχουν δείξει ότι η βιταμίνη Α προάγει, κυρίως, την σκελετική υγεία (Maggio, Barabani et al., 2003, Barker et al., 2005, Maggio, Polidori et al., 2006, Conaway, Henning and Lerner, 2013). Αυτή η ασυνέπεια μπορεί να σχετίζεται με τη δυσκολία της ακριβούς εκτίμησης της βιταμίνης Α και τη χρήση από κάποιες έρευνες του δείκτη ρετινόλης ορού, ο οποίος θεωρείται ασταθής δείκτης (Ahmadiéh and Arabi, 2011).

Όσον αφορά τις αρνητικές συσχετίσεις των βιταμινών B2, B3 και B12, είναι γνωστό από την βιβλιογραφία, ότι το σύμπλεγμα Β, συμπεριλαμβανομένης της Β2 (ριβοφλαβίνη), Β6 (πυριδοξίνη), Β11 (φολικό) και Β12 (κοβαλαμίνη), χρησιμεύουν ως συμπαραγόντες ή υποστρώματα για τα εμπλεκόμενα ένζυμα στον μεταβολισμό της ομοκυστεΐνης, και ως εκ τούτου είναι καθοριστικοί παράγοντές της. Η ομοκυστεΐνη είναι ένας από τους δυνητικά τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου για το οστεοπορωτικό κάταγμα. Η σχέση της με τις σκελετικές ανωμαλίες άρχισαν να φαίνονται από μελέτες σχετικά με την υπερομοκυστεϊναιμία, μια κλασική μεταβολική διαταραχή που προκαλείται από την έλλειψη συνθετάσης β κυσταθειονίνης, το πρώτο ένζυμο που εμπλέκεται στην μεθυλίωσή της. (Ahmadiéh and Arabi, 2011, Clarke et al., 2014).

Με γνωστή την μεταβολική σχέση των βιταμινών Β με την ομοκυστεΐνη, την τελευταία δεκαετία, έχουν γίνει πολλές μελέτες που υποστηρίζουν τον ρόλο της ή/ και των χαμηλών επιπέδων βιταμινών Β στον κίνδυνο καταγμάτων (Yazdanpanah et al., 2007, MacLean et al., 2008). Πολλές, όμως, είναι και οι μελέτες οι οποίες δεν έχουν δείξει συσχετίσεις μεταξύ αυτών των παραγόντων, προτείνοντας ότι ο αυξημένος κίνδυνος οστεοπορωτικών καταγμάτων μπορεί να μπορεί να είναι ανεξάρτητος από μια επίδραση στη BMD (Rejnmark, Vestergaard and Hermann et al., 2008, Clarke et al., 2014). Πειραματικές μελέτες που έγιναν και συμπεριλάμβαναν συμπληρώματα βιταμινών Β, μειώνοντας έτσι την ομοκυστεΐνη, δεν έδειξαν θετική επίδραση στην οστική μεταβολισμό, ενισχύοντας τις υποθέσεις ότι, αν τα συμπληρώματα με τις επιπτώσεις τους στην ομοκυστεΐνη ισχύουν, είναι ανεξάρτητα από κάθε επίδραση στον μεταβολισμό των οστών (Green et al., 2007). Οι μελέτες που βρέθηκαν είναι αντίθετες στα δικά μας αποτελέσματα, αλλά είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μελέτες αυτές έλεγξαν την συσχέτιση της έλλειψης των βιταμινών του συμπλέγματος Β και της οστικής πυκνότητας ή/ και του κινδύνου εμφάνισης καταγμάτων, ενώ στην δική μας έρευνα η διαιτητική πρόσληψη ξεπερνά τις τιμές RDA. Η επίδραση την υπερβάλλουσας πρόσληψης ενδέχεται να έχει αρνητική επίδραση στα οστά, ωστόσο, δεν βρέθηκε καμία αναφορά στην βιβλιογραφία σχετικά με την αυξημένη πρόσληψη των βιταμινών αυτών και της υγείας των οστών.

Παρόλο που υπάρχουν ιχνοστοιχεία που υπερκαλύπτουν τις τιμές αναφοράς, δεν εμφάνισαν καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα. Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες ασβέστιο, άνθρακας, βόριο, ιώδιο, κάλιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο, μόλυβδος, νάτριο, σελήνιο, φώσφορος, χλώριο, χρώμιο και ψευδάργυρος δεν εμφάνισαν καμία συσχέτιση. Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι παράγοντες αυτοί δεν επηρεάζουν σημαντικά θετικά ή αρνητικά την οστική πυκνότητα, αν και πολλές μελέτες δείχνουν, ότι ιδιαίτερα το ασβέστιο (Kim et al., 2014, Lurati and Laria, 2015) και το μαγνήσιο σχετίζονται θετικά με την οστική πυκνότητα, καθώς αποτελούν συστατικά των οστών. Ωστόσο, υπάρχουν και μελέτες, οι οποίες συμφωνούν με τα δικά μας αποτελέσματα, αφού δεν έδειξαν κάποια συσχέτιση με τα οστά (Nakamura et al., 2007, Sonnevile et al., 2012). Μία μετα-ανάλυση έδειξε, ότι η αύξηση του ασβεστίου διατροφικά ή με την μορφή συμπληρώματος, μπορεί να έχει μη προοδευτικές αυξήσεις στη BMD, οι οποίες δεν είναι πιθανό να μειώσουν τον κίνδυνο οστεοπορωτικών καταγμάτων (Tai et al., 2015). Η Orchard και οι συνεργάτες στα πλαίσια του Woman's Health Initiative έδειξαν, ότι η μικρότερη πρόσληψη μαγνησίου συνδέεται με χαμηλότερη BMD του ισχίου και ολόκληρου του σώματος, αλλά αυτό το αποτέλεσμα δεν μεταφράζεται σε αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων (Orchard et al., 2014). Μία άλλη μετα-ανάλυση για την σχέση μαγνησίου και οστικής πυκνότητας, έδειξε οριακά σημαντικές θετικές συσχετίσεις της πρόσληψης μαγνησίου με τη BMD του αυχένα του μηριαίου οστού και του ισχίου, αλλά καμία συσχέτιση με τη BMD της οσφυϊκής μοίρας (Farsinejad-Marj, Saneei and Esmailzadeh, 2016).

Εξαιρεση αποτελεί ο σίδηρος, ο οποίος δεν καλύπτει την τιμή RDA και εμφανίζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση. Η συσχέτιση του διαιτητικού σιδήρου με

οστική πυκνότητα δεν έχει μελετηθεί ευρέως και ο ρόλος του στην ανοργανοποίηση των οστών παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστος. Αρκετές μελέτες ανέφεραν, ότι η υπερφόρτωση σιδήρου και η έλλειψη σιδήρου συνδέονται με χαμηλή οστική μάζα (Harris et al., 2003). Πολλά αποδεικτικά στοιχεία δείχνουν τώρα, ότι ο σίδηρος και η υπερφόρτωσή του έχουν άμεσες επιβλαβείς επιδράσεις στον μεταβολισμό των οστών. Μελέτες in vitro έδειξαν, ότι ο σίδηρος αναστέλλει τη διαφοροποίηση, τον πολλαπλασιασμό και τη δραστηριότητα των οστεοβλαστών, ενώ προάγει τη δράση των οστεοκλαστών ενισχύοντας τη μιτοχονδριακή βιογένεση (Kim et al., 2012). Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της δομής του κολλαγόνου, στην οποία συμβαίνει η μεταλλοποίηση των οστών. Εμπλέκεται, επίσης, στη μετατροπή της 25-υδροξυβιταμίνης D σε 1,25-διυδροξυβιταμίνη D, την ενεργό μορφή της βιταμίνης D. Περαιτέρω μελέτες απαιτούνται για να διερευνηθούν οι βιολογικοί μηχανισμοί και να προσδιοριστεί ο ρόλος που διαδραματίζει η διαιτητική πρόσληψη σιδήρου ή άλλοι δείκτες σιδήρου (π.χ. φερριτίνη ορού, τρανσφερίνη, αιμοσφαιρίνη) (Harris et al., 2003, Toxqui and Vaquero, 2015).

Αρνητική συσχέτιση σημειώθηκε, επίσης, μεταξύ BMD και τρυπτοφάνης, η οποία ξεπερνούσε τις τιμές RDA. Λίγες μελέτες έχουν ερευνήσει την σχέση μεταξύ αμινοξέων και οστικής πυκνότητας. Τα αμινοξέα φαίνεται ότι ρυθμίζουν τη λειτουργία των βλαστικών κυττάρων του μυελού των οστών, τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίησή του (Cabrerera et al., 2018). Μία πρόσφατη μελέτη είναι σύμφωνη με τα δικά μας αποτελέσματα αποδεικνύοντας ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση τρυπτοφάνης και BMD (Sabour et al., 2016).

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι οι έρευνες που αφορούν την συσχέτιση διατροφής και οστικής πυκνότητας έχουν γίνει, κυρίως, σε γυναίκες που βρίσκονται στην εμμηνόπαυση. Οι έρευνες που έγιναν σε αθλήτριες είναι περιορισμένες. Πρέπει, επίσης, να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες και οι απαιτήσεις του κάθε πληθυσμού στον οποίο έγιναν οι έρευνες, καθώς και η μειωμένη ή αυξημένη πρόσληψη των βιταμινών και των ιχνοστοιχείων που μπορεί να επιδρούν στις συσχετίσεις με τη BMD.

Σύγκριση παρόμοιων ερευνών με τις συσχετίσεις οστικής πυκνότητας και βιοχημικών δεικτών

Όσον αφορά τους βιοχημικούς δείκτες, θετικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ ουρίας και BMD σε όλου τους σπονδύλους εκτός από τον L1. Μετά από αναζήτηση στην βιβλιογραφία, δεν βρέθηκε καμία αναφορά συσχέτισης αυτών των παραγόντων.

Επιπλέον, βρέθηκε αρνητική συσχέτιση του νατρίου ορού και του T-score στον σπόνδυλο L1. Οι κινήσεις του ασβεστίου και του νατρίου μέσω των νεφρικών σωληναρίων είναι στενά συνδεδεμένες και υπάρχει μια άμεση σχέση μεταξύ ουρικής έκκρισης νατρίου και ασβεστίου σε πληθυσμούς ελεύθερης διαβίωσης. Η πρόσληψη νατρίου είναι ισχυρότερος καθοριστικός παράγοντας απέκκρισης ασβεστίου

συγκριτικά με την πρόσληψη ασβεστίου, και η υψηλή πρόσληψη νατρίου θεωρείται επιβλαβής για την υγεία των οστών. Τα δεδομένα περιορίζονται σε έναν μικρό αριθμό μελετών, οι οποίες δείχνουν την επίδραση της πρόσληψης νατρίου στην ομοιοστάση του ασβεστίου και τον κύκλο των οστών σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (Prentice 2004). Μία πρόσφατη μετα-ανάλυση δεν έδειξε καμία συσχέτιση της πρόσληψης νατρίου και της BMD, αλλά έδειξε θετική συσχέτιση του διαιτητικού νατρίου και της εμφάνισης οστεοπόρωσης, κάτι που δεν καταγράφηκε στην δική μας έρευνα (Fatahi et al., 2018).

Καμία συσχέτιση δεν βρέθηκε με τους οστικούς δείκτες οστεοκαλσίνη και αλκαλική φωσφατάση. Μία νέα έρευνα που έγινε σε δρομείς έδειξε θετική συσχέτιση μεταξύ οστεοκαλσίνης ορού και BMD (Shafshak et al., 2017), ενώ μία άλλη έρευνα που έγινε σε γυναίκες με οστεοπόρωση έδειξε, επίσης, θετική συσχέτιση της οστεοκαλσίνης με τη BMD, αλλά καμία συσχέτιση δεν φάνηκε να υπάρχει μεταξύ αλκαλικής φωσφατάσης και BMD (Kumar et al., 2008).

Σύγκριση παρόμοιων ερευνών με τις συσχετίσεις οστικής πυκνότητας και όγκου φυσικής δραστηριότητας

Η ανάλυση έδειξε σημαντικές θετικές συσχετίσεις του συνόλου επιβάρυνσης από βάρη εβδομαδιαία και της οστικής πυκνότητας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Οι συσχετίσεις αφορούν όλους τους σπονδύλους εκτός από τον L1. Καμία συσχέτιση δεν βρέθηκε με την επιβάρυνση από αερόβια άσκηση.

Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι ο όγκος φυσικής δραστηριότητας από βάρη επηρεάζει την οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας, ενώ φαίνεται ότι η άσκηση παίζει σημαντικά μεγαλύτερο ρόλο στην οστική πυκνότητα συγκριτικά με την διατροφή. Παρόμοια με την δική μας έρευνα, υπάρχουν πολλές μελέτες που υποστηρίζουν, επίσης, ότι η άσκηση με αντιστάσεις συμβάλλει στην αύξηση της οστικής πυκνότητας σε αντίθεση με την αερόβια άσκηση. Μελέτες έχουν αναφέρει ότι οι διάφοροι τύποι σωματικής δραστηριότητας έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στην οστική πυκνότητα. Η άσκηση με αντίσταση βάρους ή φόρτισης, όπως το τρέξιμο και η ενόργανη γυμναστική, ειδικότερα, οδηγεί σε σημαντικά μεγαλύτερα οφέλη στα οστά σε σχέση με την άσκηση χωρίς σημαντική επιβάρυνση όπως είναι η κολύμβηση.

Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της έρευνάς μας βρίσκονται σε συμφωνία με έρευνα που έγινε σε αθλήτριες καλαθοσφαίρισης ηλικίας 14-18 ετών, η οποία έδειξε ότι οι αθλήτριες είχαν αυξημένη οστική πυκνότητα στην οσφυϊκή μοίρα (σημείο το οποίο δέχεται την μεγαλύτερη επιβάρυνση), συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (Bagur-Calafat et al., 2015).

Ο Hinrichs και οι συνεργάτες τους, μετά από έρευνα που πραγματοποίησαν σε δρομείς, ποδηλάτες, τριαθλητές, αθλητές ομαδικών αθλημάτων, αθλητές

πάλης/δύναμης, χορευτές μπαλέτου, απλούς αθλούμενους και μη αθλούμενους, κατέληξαν ότι τα μεγαλύτερα οφέλη στην πυκνότητα των οστών της οσφυϊκής μοίρας και του μηριαίου οστού εμφάνισαν οι αθλητές πάλης/δύναμης και οι αθλητές ομαδικών αθλημάτων που δέχονται μεγαλύτερη επιβάρυνση (Hinrichs et al., 2010).

Μία ακόμα μελέτη που διήρκησε 2 χρόνια διαπίστωσε ότι οι αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων, όπως η ελαφροσφαίριση (softball), η καλαθοσφαίριση και η πετοσφαίριση, είχαν αυξημένη οστική πυκνότητα σε όλες τις περιόδους σε σχέση με αθλήτριες κολύμβησης, οι οποίες δέχονται την λιγότερη επιβάρυνση (Carbuhn et al., 2010).

Παρόμοιες μελέτες πραγματοποίησαν ο Ferry και οι συνεργάτες του, όπως και ο Valente-dos-Santos και οι συνεργάτες του, συμφωνώντας με τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας και όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, ότι δηλαδή, οι αθλητές ομαδικών αθλημάτων, που δέχονται μεγαλύτερη επιβάρυνση, εμφανίζουν αυξημένη οστική πυκνότητα σε σύγκριση με αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα μικρότερης επιβάρυνσης, όπως η κολύμβηση (Ferry et al., 2011, Valente-dos-Santos et al., 2018).

Συμπερασματικά, μετά την εφαρμογή στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων συμπεραίνουμε ότι, σε γυναίκες αθλήτριες καλαθοσφαίρισης φαίνεται, ότι η συμμετοχή σε άσκηση με αντιστάσεις είναι ο κύριος παράγοντας αύξησης της οστικής πυκνότητας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι ο όγκος φυσικής δραστηριότητας από βάρη επηρεάζει την οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας, ενώ φαίνεται ότι η άσκηση παίζει σημαντικά μεγαλύτερο ρόλο στην οστική πυκνότητα συγκριτικά με την διατροφή. Η ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ διατροφής και οστικής πυκνότητας, ενώ φάνηκε ότι η αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης A και βιταμινών του συμπλέγματος B, μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία των οστών. Η διεξαγωγή περισσότερων ερευνών με μεγαλύτερο δείγμα εξακολουθεί να είναι καίριας σημασίας, ώστε να επαληθευτούν τα παραπάνω στοιχεία.

Βιβλιογραφία

1. Adami S, Bertoldo F, Braga V, Fracassi E, Gatti D, Gandolini G, Minisola S and Battista Rini G. «25-hydroxy vitamin D levels in healthy premenopausal women: Association with bone turnover markers and bone mineral density.» *Bone*, September 2009: 423-426.
2. Ahmadiéh H and Arabi A. «Vitamins and bone health: beyond calcium and vitamin D.» *Nutrition Reviews*, October 03, 2011: 584-598.
3. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger R. Jr. «Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities.» *Medicine and Science in Sports and Exercise*, January 1 , 1993: 71-80.
4. Bagur-Calafat C, Farrerons-Minguella J, Girabent-Farrés M and Serra-Grima JR. «The impact of high level basketball competition, calcium intake, menses, and hormone levels in adolescent bone density: a three-year follow-up.» *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, January-February 2015: 58-67.
5. Bahtiri E, Hilmi I, Rexhep H and Hasime QB. «Serum Calcium, Magnesium and Iron Levels and Their Relation to Bone Serum Calcium, Magnesium and Iron Levels and Their Relation to Bone.» *Healthmed*, March 2015: 100-105.
6. Barker ME, McCloskey E, Saha S, Gossiel F, Charlesworth D, Powers HJ, Blumsohn A.«Serum Retinoids and β -Carotene as Predictors of Hip and Other Fractures in Elderly Women.» *Journal of Bone and Mineral Research*, June 2005: 913-920.
7. Barry WD and Kohrt MW. «Exercise and the Preservation of Bone Health.» *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, April 23, 2008: 153-162.
8. Bonewald FL. «The Amazing Osteocyte.» *Journal of Bone and Mineral Research*, February 2011: 229–238.
9. Bonjour JP. «Protein Intake and Bone Health.» *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 2011: 134-142.
10. Boreham AGC and McKay AH. «Physical activity in childhood and bone health.» *British Journal of Sports Medicine*, July 2011: 877-879.
11. Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R and Thériault G. «A method to assess energy expenditure in.» *The American Journal of Clinical Nutrition*, March 1, 1983: 461–467.
12. Burckhardt P. «The influence of nutritional patterns on bone health.» *Osteologie/Osteology*, May 2018: 83-87.

13. Cabrera D, Kruger M, Wolber FM, Roy NC, Totman JJ, Henry CJ, Cameron-Smith D and Fraser K. «Association of Plasma Lipids and Polar Metabolites with Low Bone Mineral Density in Singaporean-Chinese Menopausal Women: A Pilot Study.» *International Journal of Environmental Research and Public Health*, May 2018: 1045.
14. Caire-Juvera G, Ritenbaugh C, Wactawski-Wende J, Snetselaar GL and Chen Z. «Vitamin A and retinol intakes and the risk of fractures among participants of the Women's Health Initiative Observational Study.» *The American Journal of Clinical Nutrition*, January 2009: 323-30.
15. Carbuhn FA, Tara EF, Amy FB, John SG and Crouse FS. «Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes.» *Journal of Strength and Conditioning Research*, July 2010: 1710-1717.
16. Cheng ML and Gupta V. «Premenopausal osteoporosis.» *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, March-April 2013: 240-44.
17. Clarke B. «Normal Bone Anatomy and Physiology.» *Clinical Journal of the American Society of Nephrology (CJASN)*, November 2008: 131-139.
18. Clarke M, Ward M, Strain JJ, Hoey L, Dickey W, and McNulty H. «B-vitamins and bone in health and disease: the current evidence.» *Proceedings of the Nutrition Society*, February 2014: 330–339.
19. Conaway H, Henning P and Lerner HU. «Vitamin A Metabolism, Action, and Role in Skeletal Homeostasis.» *Endocrine Reviews*, December 1, 2013: 766–797.
20. Eastell R and Rosemary HA. «Biomarkers of bone health and osteoporosis risk.» *Proceedings of the Nutrition Society*, April 15, 2008: 157–162.
21. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M and Rowland TW. «Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association.» *Journal of Strength and Conditioning Research*, August 2009: S60–S79.
22. Farsinejad-Marj M, Saneei P and Esmailzadeh A. «Dietary magnesium intake, bone mineral density and risk of fracture: a systematic review and meta-analysis.» *Osteoporosis International*, April 2016: 1389-1399.
23. Fatahi S, Namazi N, Larijani B and Azadbakht L. «The Association of Dietary and Urinary Sodium With Bone Mineral Density and Risk e Mineral Density and Risk.» *Journal of the American College of Nutrition*, January 2018: 522-532.
24. Ferry B, Duclos M, Burt L, Therre P, Le Gall F, Jaffré C and Courteix D. «Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: comparison between elite female soccer players and swimmers.» *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, May 2011: 342-51.

25. Feskanich D, Singh V, Willett CW and Colditz GA. «Vitamin A Intake and Hip Fractures Among Postmenopausal Women.» *JAMA*, January 2, 2002: 47-54.
26. Florencio-Silva R, Rodrigues da Silva SG, Sasso-Cerri E, Simões MJ and Cerri PS. «Biology of Bone Tissue: Structure, Function and Factors That Influence Bone Cells.» *BioMed Research International*, 2015: Volume 2015.
27. Frank MJ and Weissman AM. «Osteoporosis and Osteopenia.» *Encyclopedia of Women's Health*. Springer, Boston, MA, 2004.
28. Green JT, McMahon AJ, Murray SC, Williams MS and Susan JW. «Lowering homocysteine with B vitamins has no effect on biomarkers of bone turnover in older persons: a 2-y randomized controlled trial.» *The American Journal of Clinical Nutrition*, February 2007: 460–464.
29. Greene AD, Naughton AG, Bradshaw E, Moresi M and Ducher G. «Mechanical loading with or without weight-bearing activity: influence on bone strength index in elite female adolescent athletes engaged in water polo, gymnastics, and track-and-field.» *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, May 2012: 580–587.
30. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B and Calbet ALJ. «Exercise and Bone Mass in Adults.» *Sports Medicine*, June 2009: 439–468.
31. Hardcastle AC, Aucott L, Fraser WD, Reid DM and Macdonald HM «Dietary patterns, bone resorption and bone mineral density in early post-menopausal Scottish women.» *European Journal of Clinical Nutrition*, December 2010: 378–385.
32. Harris MM, Houtkooper LB, Stanford VA, Parkhill C, Weber JL, Flint-Wagner H, Weiss L, Going SB and Lohman TG. «Dietary Iron Is Associated with Bone Mineral Density in Healthy Postmenopausal Women.» *The Journal of Nutrition*, November 2003: 3598–3602.
33. Heaney R and Layman D. «Amount and type of protein influences bone health.» *The American Journal of Clinical Nutrition*, May 2008: 567S–1570S.
34. Heaney R. «Dairy and Bone Health.» *Journal of the American*, February 2009: 82S–90S.
35. Hinrichs T, Chae EH, Reiner L, Allolio B and Platen P. «Bone Mineral Density in Athletes of Different Disciplines: a Cross-Sectional Study.» *The Open Sports Sciences Journal*, August 2010: 129-133.
36. Van den Hooven EH, Ambrosini GL, Huang RC, Mountain J, Straker L, Walsh JP, Zhu K and Oddy WH. «Identification of a dietary pattern prospectively associated with bone mass in Australian young adults.» *American Journal of Clinical Nutrition*, November 2015: 1035–1043.

37. Huncharek M, Muscat J and Kupelnick B. «Impact of dairy products and dietary calcium on bone-mineral content in children:results of a meta-analysis.» *Bone*, September 2008: 312-21.
38. James TP. «Obesity: The worldwide epidemic.» *Clinics in Dermatology*, July–August 2004: 276-280.
39. Kim BJ, Ahn SH, Bae SJ, Kim EH, Lee SH, Kim HK, Choe JW, Koh JM and Kim GS. «Iron overload accelerates bone loss in healthy postmenopausal women and middle-aged men: A 3-year retrospective longitudinal study.» *Journal of Bone and Mineral Research*, November 2012: 2279-2290.
40. Kim KM, Choi SH, Lim S, Moon JH, Kim JH, Kim SW, Jang HC and Shin CS. «Interactions Between Dietary Calcium Intake and Bone Mineral Density or Bone Geometry in a Low Calcium Intake Population (KNHANES IV 2008–2010).» *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, July 2014: 2409–2417.
41. Kin U and Nandeesh BN. «Physiology of Bone Formation, Remodeling, and Metabolism.» *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging*. Springer, 2012: 29-57.
42. Kontogianni DM, Melistas L, Yannakoulia M, Malagaris I, Panagiotakos B D and Yiannakouris N. «Association between dietary patterns and indices of bone mass in a sample of Mediterranean women.» *Nutrition*, February 2009: 165–171.
43. Kumar Kvs H, Muthukrishnan J, Abhyuday V and Kirtikumar DM. «Correlation between Bone Markers and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women with Osteoporosis.» *Endocrine Practice*, December 2008: 1102-7.
44. Kuroda T, Ohta H, Onoe Y, Tsugawa N and Shiraki M. «Intake of omega-3 fatty acids contributes to bone mineral density at the hip in a younger Japanese female population.» *Osteoporosis International*, October 2017: 2887–2891.
45. Langsetmo L, Poliquin S, Hanley AD, Prior CJ, Barr S, Anastassiades T, Towheed T, Goltzman D, Kreiger N. «Dietary patterns in Canadian men and women ages 25 and older: relationship to demographics, body mass index, and bone mineral density.» *BMC Musculoskeletal Disorders*, January 2010.
46. Levis S and Lagari SV. «The Role of Diet in Osteoporosis Prevention and Management.» *Current Osteoporosis Reports*, December 2012: 296–302.
47. Lippuner K, Johansson H, Kanis AJ and Rizzoli R. «Remaining lifetime and absolute 10-year probabilities of osteoporotic fracture in Swiss men and women.» *Osteoporosis International*, July 2009: 1131–1140.
48. Longo A and Ward W. «PUFAs, Bone Mineral Density, and Fragility Fracture: Findings from Human Studies.» *Advances in Nutrition*, March 2016: 299–312.

49. Looker CA, Melton LJ, Harris BT, Borrud GL and Shepherd AJ. «Prevalence and Trends in Low Femur Bone Density Among Older US Adults: NHANES 2005–2006 Compared With NHANES III.» *Journal of Bone and Mineral Research*, January 2010: 64–71.
50. Lurati A and Laria A. «Relationship between Lumbar Bone Mineral Density (BMD) and Body Mass Index (BMI) in Pre-Menopausal Population. A Large Cohort Study.» *Rheumatology (Sunnyvale)*, November 2015: 5:181.
51. MacLean C, Newsberry S, Maglione M, McMahon M, Ranganath V, Sutorp M, Mojica W, Timmer M, Alexander A, McNamara M, Desai SB, Zhou A, Chen S, Carter J, Tringale C, Valentine D, Johnsen B and Grossman J. «Systematic review: comparative effectiveness of treatments to prevent fractures in men and women with low bone density or osteoporosis.» *Annals of Internal Medicine*, February 2008: 197-213.
52. Maggio D, Barabani M, Pierandrei M, Polidori MC, Catani M, Mecocci P, Senin U, Pacifici R and Cherubini A. «Marked Decrease in Plasma Antioxidants in Aged Osteoporotic Women: Results of a Cross-Sectional Study.» *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, April 1, 2003: 1523–1527.
53. Maggio D, Polidori MC, Barabani M, Tufi A, Ruggiero C, Cecchetti R, Aisa MC, Stahl W and Cherubini A. «Low levels of carotenoids and retinol in involuntional osteoporosis.» *Bone*, February 2006: 244-248.
54. McNaughton AS, Wattanapenpaiboon N, Wark DJ and Nowson AC. «An Energy-Dense, Nutrient-Poor Dietary Pattern Is Inversely Associated with Bone Health in Women.» *The Journal of Nutrition*, August 2011: 1516-23.
55. Michaelsson K, Lithell H, Vessby B and Melhus H. «Serum retinol levels and the risk of fracture.» *The New England Journal of Medicine*, January 23, 2003: 287-294.
56. Morton JD, Barrett-Connor LE and Schneider LD. «Vitamin C supplement use and bone mineral density in postmenopausal women.» *Journal of Bone and Mineral Research*, January 2001: 135-40.
57. Movassag ZE, Baxter-Jones DGA, Kontulainen S, Whiting S, Szafron M and Vatanparast H. «Vegetarian-style dietary pattern during adolescence has long-term positive impact on bone from adolescence to young adulthood: a longitudinal study.» *Nutrition Journal*, February 2018.
58. Movassagh E and Vatanparast H. «Current Evidence on the Association of Dietary Patterns and Bone Health: A Scoping Review.» *Advances in Nutrition*, January 1, 2017: 1–16.

59. Nakamura K, Ueno K, Nishiwaki T, Saito T, Tsuchiya Y and Yamamoto M. «Magnesium intake and bone mineral density in young adult women.» *Magnesium Research*, December 2007: 250-253.
60. Nieves JW, Melsop K, Curtis M, Kelsey JL, Bachrach LK, Greendale G, Sowers MF and Sainani KL. «Nutritional Factors That Influence Change in Bone Density and Stress Fracture Risk Among Young Female Cross-Country Runners.» *Physical Medicine and Rehabilitation (PM&R)*, August 2010: 740-750.
61. Opotowsky RA and Bilezikian PJ. «Serum vitamin A concentration and the risk of hip fracture among women 50 to 74 years old in the United States: A prospective analysis of the NHANES I follow-up study.» *The American Journal of Medicine*, August 1, 2004: 169-174.
62. Orchard TS, Larson JC, Alghothani N, Bout-Tabaku S, Cauley JA, Chen Z, LaCroix AZ, Wactawski-Wende J and Jackson RD. «Magnesium intake, bone mineral density, and fractures: results from the Women's Health Initiative Observational Study.» *The American Journal of Clinical Nutrition*, April 2014: 926–933.
63. Palermo A, Tuccinardi D, D'Onofrio L, Watanabe M, Maggi D, Maurizi AR, Greto V, Buzzetti R, Napoli N, Pozzilli P and Manfrini S. «Vitamin K and osteoporosis: Myth or reality?» *Metabolism Clinical and Experimental*, January 2017: 57–71.
64. Peacock M. «Calcium Metabolism in Health and Disease.» *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, January 2010: S23-S30.
65. Piernas C and Popkin MB. «Increased portion sizes from energy-dense foods affect total energy intake at eating occasions in US children and adolescents: patterns and trends by age group and sociodemographic characteristics, 1977-2006. » *The American Journal of Clinical Nutrition*, November 2011: 1324–1332.
66. Plotkin LI, Mathov I, Aguirre JI, Parfitt AM, Manolagas CS and Bellido T «Mechanical stimulation prevents osteocyte apoptosis: requirement of integrins, Src kinases, and ERKs.» *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, September 2005: C633–C643.
67. Prentice A. «Diet, nutrition and the prevention of osteoporosis.» *Public Health Nutrition*, February 2004: 227-243.
68. Qi Z, Liu W and Lu J. «The mechanisms underlying the beneficial effects of exercise on bone remodeling: Roles of bone-derived cytokines and microRNAs.» *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, November 2016: 131-139.

69. Rejnmark L, Vestergaard P, Charles P, Hermann AP, Brot C, Eiken P and Mosekilde L. «No effect of vitamin A intake on bone mineral density and fracture risk in perimenopausal women.» *Osteoporosis International*, November 2004: 872–880.
70. Rejnmark L, Vestergaard P, Hermann AP, Brot C, Eiken P and Mosekilde L. «Dietary intake of folate, but not vitamin B2 or B12, is associated with increased bone mineral density 5 years after the menopause: results from a 10-year follow-up study in early postmenopausal women.» *Calcified Tissue International*, January 2008: 1-11.
71. Rivas A, Romero A, Mariscal-Arcas M, Monteagudo C, Feriche B, Lorenzo ML and Olea F. «Mediterranean diet and bone mineral density in two age groups of women.» *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, March 2013: 155–161.
72. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay AH and Luis AM. «Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly.» *Bone* 46, 2010: 294–305.
73. Robling GA, Hinant MF, Burr BD and Turner HC. «Improved Bone Structure and Strength After Long-Term Mechanical Loading Is Greatest if Loading Is Separated Into Short Bouts.» *Journal of Bone and Mineral Research*, August 2002: 1545-1554.
74. Rochefort GY, Pallu S and Benhamou LC. «Osteocyte: the unrecognized side of bone tissue.» *Osteoporosis International*, March 2010: 1457–1469.
75. Russo Cosimo R. «The effects of exercise on bone. Basic concepts and implications for the prevention of fractures.» *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, September 2009: 223-228.
76. Sabour H, Nazari M, Latifi S, Soltani Z, Shakeri H, Larijani B, Ghodsi SM and Razavi SH. «The Relationship Between Dietary Intakes of Amino Acids and Bone Mineral Density Among Individuals with Spinal Cord Injury.» *Oman Medical Journal* , May 2016: 22–28.
77. Sahni S, Hannan MT, Gagnon D, Blumberg J, Cupples LA, Kiel DP, Tucker KL. «High Vitamin C Intake Is Associated with Lower 4-Year Bone Loss in Elderly Men.» *The Journal of Nutrition*, October 2008: 1931–1938.
78. Seeman E and Delmas DP. «Bone Quality - The Material and Structural Basis of Bone Strength and Fragility.» *The New England Journal of Medicine* , 25 May 2006: 2250-61.

79. Shafshak TS, Rezk MM, El-Tawab SS and Mohareb MM. «The effect of running on femoral bone mineral density.» *Saudi Journal of Sports Medicine*, January 2017: 27-31.
80. Snow CM, Williams DP, LaRiviere J, Fuchs RK and Robinson TL. «Bone gains and losses follow seasonal training and detraining in gymnasts.» *Calcified Tissue International*, August 2001: 7-12 .
81. Sonnevile RK, Gordon MC, Kocher SM, Pierce ML, Ramappa A and Field EA. «Vitamin D, Calcium, and Dairy Intakes and Stress Fractures Among Female Adolescents.» *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, July 2012: 595-600.
82. Stevens A and Lowe J. «Human Histology.» Elsevier, 2008:239-262.
83. Sugiura M, Nakamura M, Ogawa K, Ikoma Y and Yano M. «High Serum Carotenoids Associated with Lower Risk for Bone Loss and Osteoporosis in Post-Menopausal Japanese Female Subjects: Prospective Cohort Study.» *Public Library of Science*, December 2012: 1-9.
84. Tai V, Leung W, Grey A, Reid RI and Bolland JM. «Calcium intake and bone mineral density: systematic review and meta-analysis.» *BMJ*, September 2015.
85. Toxqui and Vaquero MP. «Chronic Iron Deficiency as an Emerging Risk Factor for Osteoporosis: A Hypothesis.» *Nutrients*, April 2015: 2324-2344.
86. Valente-dos-Santos J, Tavares MÓ, Duarte PJ, Sousa-e-Silva MP, Rama ML, Casanova MJ, Fontes-Ribeiro AC, Marques AE, Courteix D, Ronque RVE, Cyrino SE, Conde J and. Coelho-e-Silva MJ. «Total and regional bone mineral and tissue composition in female adolescent athletes: comparison between volleyball players and swimmers.» *BMC Pediatrics*, July 2018.
87. Vestergaard P, Rejnmark L and Mosekilde L. «High-Dose Treatment With Vitamin A Analogues and Risk of Fractures.» *Archives of Dermatology*, May 2010: 478-482.
88. Wein NM «Bone Lining Cells: Normal Physiology and Role in Response to Anabolic Osteoporosis Treatments.» *Molecular Biology of Skeletal Development*, April 2017: 79-84.
89. Westcott LW «Resistance Training is Medicine: Effects of Strength Training on Health.» *Current Sports Medicine Reports*, July 2012: 209Y216.
90. Whitfield GP, Kohrt WM, Pettee Gabriel KK, Rahbar MH, Kohl HW. «Bone Mineral Density across a Range of Physical Activity Volumes: NHANES 2007–2010.» *Medicine & Science in Sports & Exercise*, February 2015: 326–334.
91. Whittle CR, Woodside JV, Cardwell CR, McCourt HJ, Young IS, Murray LJ, Boreham CA, Gallagher AM, Neville CE and McKinley MC. «Dietary patterns

and bone mineral status in young adults: the Northern Ireland Young Hearts Project.» *British Journal of Nutrition*, January 4, 2012: 1494–1504.

92. WHO, World Health Organization. *WHO Scientific Group on the Assessment of Osteoporosis at Primary Health Care Level*. Brussels, Belgium: WHO Press, 2004.
93. Willems HME, Van den Heuvel EGHM, Schoemaker RJW, Jenneke Klein-Nulend J and Bakker AD. «Diet and Exercise: a Match Made in Bone.» *Current Osteoporosis Reports*, November 2017: 555–563.
94. Wosje KS, Khoury PR, Claytor RP, Copeland KA, Hornung RW, Daniels SR, Kalkwarf HJ. «Dietary patterns associated with fat and bone mass in young children.» *The American Journal of Clinical Nutrition*, August 2010: 294–303.
95. Yazdanpanah N, Zillikens MC, Rivadeneira F, de Jong R, Lindemans J, Uitterlinden AG, Pols HA and van Meurs JB. «Effect of dietary B vitamins on BMD and risk of fracture in elderly men and women: the Rotterdam study.» *Bone*, December 2007: 987–994.
96. Zou W and Teitelbaum LS. «Integrins, growth factors, and the osteoclast cytoskeleton.» *Skeletal Biology and Medicine*, April 2010: 27-31.

Παράρτημα: Έντυπα και Ερωτηματολόγια

Έντυπο 1: Έντυπο Συναίνεσης



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Έντυπο Ενημέρωσης και Συναίνεσης Δοκιμαζόμενου για Συμμετοχή σε Ερευνητική Εργασία

Υπεύθυνοι Ερευνητικής Εργασίας:

Επιστημονικοί υπεύθυνοι της έρευνας: Dr. Μεθενίτης Σπυρίδων, Εργοφυσιολόγος, Dr. Παπαδοπούλου Σουζάνα, Επ. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

Υπεύθυνοι Ερευνητές: Αλμπάνης Βασίλης, Μάγγα Κωνσταντίνα

Ενημέρωση για την ερευνητική εργασία

Τα τελευταία χρόνια η επιστήμη της διατροφής έχει προχωρήσει με γοργά βήματα. Ωστόσο, θεμελιώδη ερωτήματα παραμένουν ακόμη αναπάντητα. Σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι να αξιολογηθεί η συσχέτιση μεταξύ του όγκου της σωματικής άσκησης και της διατροφικής κατάστασης με την σύσταση του αίματος, την οστική πυκνότητα και τον βασικό μεταβολισμό.

Μεθοδολογία

Στη μελέτη θα αξιολογηθούν: (1) η οστική πυκνότητα στην οσφυϊκή μοίρα, το αριστερό και δεξιό ισχίο, (2) η δύναμη χεριών, (3) ο μεταβολισμός ηρεμίας, (4) η σύσταση αίματος, κυρίως σωματικού λίπους και μιλκικής μάζας, (5) βιοχημικοί και οστικοί δείκτες. Η αξιολόγηση οστικής πυκνότητας θα γίνει μέσω της απορροφησιμετρίας διπλenerγειακής δέσμης (DEXA). Το συγκεκριμένο μηχάνημα δεν ενδείκνυται στις γυναίκες κατά την περίοδο κύησης και σε μικρά παιδιά. Η αξιολόγηση δύναμης χεριών θα γίνει μέσω χειροδυναμομέτρων. Κατά αιτήν την μέτρηση ο εξεταζόμενος απλά χρειάζεται να σφίξει στην γροθιά του. Η εκτίμηση του μεταβολισμού ηρεμίας θα γίνει μέσω του μηχανήματος έμμεσης θερμιδομέτρησης Fitmate και βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας BIA. Στο 1^ο ο ασθενής αναπνέει χαλαρά φορώντας μια μάσκα όντας ξαπλωμένος και στο 2^ο πάλι ξαπλωμένος συνδέεται με το μηχάνημα με ηλεκτρόδια που ακουμπούν το αίμα με ειδικά αυτοκόλλητα στα χέρια και τα πόδια, για λόγους ασφαλείας. Την μέτρηση αυτή δεν μπορούν να κάνουν όσοι φέρουν βηματοδότη στην καρδιά καθώς και εγκυμονούσες. Τέλος, η εκτίμηση σύστασης αίματος πραγματοποιείται με το μηχάνημα BIA (με τον τρόπο που προαναφέρθηκε) και με την λήψη θερμωμάτων. Κατά τη μέτρηση αυτή, με ειδικό όργανο, ο εξεταστής μετράει τις πτυχές του δέρματος σε συγκεκριμένα σημεία στο αίμα του εξεταζόμενου, ο οποίος ενδέχεται να χρειαστεί να σηκώσει την μπλούζα του και να κατεβάσει το παντελόνι του (εάν δεν το επιθυμεί μπορεί να τροποποιηθεί η μέτρηση). Δεν διατρέχει κανέναν εξεταζόμενος κίνδυνο, καθώς προκύπτει όλες οι προϋποθέσεις από τους ερευνητές, πριν την αξιολόγηση και οι ασθενείς είναι πλήρως ενημερωμένοι. Οι μετρήσεις θα διαρκέσουν το πολύ μια ώρα. Οι εξετάσεις αίματος θα πραγματοποιηθούν σε ειδικό μικροβιολογικό εργαστήριο από εξειδικευμένο προσωπικό.

Επιπρόσθετες πληροφορίες-ερωτήσεις

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από κάθε διαδικασία. Αν έχετε κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις ζητήστε μας πρόσθετες επεξηγήσεις. Τα αποτελέσματα των δικών σας μετρήσεων θα είναι στη διάθεσή σας μετά το τέλος των αναλύσεων. Δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων (π.χ. σε επιστημονικές μελέτες) θα γίνουν μόνο ανώνυμα. Επίσης, μπορείτε να καταφύγετε στους υπεύθυνους της έρευνας για ερωτήσεις ή παρατηρήσεις. Να θυμάστε ότι είστε ελεύθεροι να αποσυρθείτε από τη μελέτη όποτε εσείς επιθυμείτε.

Ελευθερία Συναίνεσης

Δηλώνω υπεύθυνα ότι έλαβα σαφείς γραπτές και προφορικές πληροφορίες για τη μελέτη και τις δοκιμασίες στις οποίες θα υποβληθώ και συγκατατίθεμαι να συμμετάσχω αβίαστα. Διατηρώ το δικαίωμα να αποσυρθώ όποτε εγώ κρίνω. Οι ερευνητές μου εξήγησαν τόσο προφορικά όσο και γραπτά τους κινδύνους και τα οφέλη που συνδέονται με τη συμμετοχή μου σε αυτή τη μελέτη ενώ μου έκαναν γνωστούς και τους όρους συμμετοχής μου σε αυτή. Για αυτό συναινώ να συμμετέχω στην εργασία.

Ημερομηνία: ____ / ____ / 2017

(Όνοματεπώνυμο Δοκιμαζόμενου)

(Υπογραφή)

(Όνοματεπώνυμο Ερευνητών)

(Υπογραφή)

Έντυπο 2: Ιατρικό Ιστορικό



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΕΛΤΙΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ & ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ

Το παρόν έντυπο μας βοηθά να συλλέξουμε τα απαραίτητα δημογραφικά χαρακτηριστικά, καθώς και το πλήρες ιατρικό ιστορικό σας, ώστε να ενταχθείτε με ασφάλεια στην ερευνητική διαδικασία. Σας παρακαλούμε απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις.

Όνοματεπώνυμο		Ημ/νία Συμπλήρωσης:		
Ημ/νία Γενήσεως		Φύλο:	Ανδρας	Γυναίκα
Διεύθυνση:		Περιοχή/Πόλη:		
Τηλέφωνο Σπιτιού:		Κινητό Τηλέφωνο:		
E-mail		Έτος Σπουδών		
Υψος (cm)		Βάρος (Kg)		
Συστολική Πίεση (mmHg)		Διαστολική Πίεση (mmHg)		
Καρδιακή Συχνότητα Ηρεσίας				

Καταγράψτε ασθένειες από τις οποίες πάσχετε και ακολουθείτε κάποια θεραπεία γι' αυτές

A. ΚΑΡΔΙΟΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

<input type="checkbox"/> Εγχείριση καρδιάς	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Σύνδρομο Wolff-Parkinson	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Καθετηριασμό καρδιάς	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Σύνδρομο Lown-Ganong-Levin	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Αρτηριοσκληρόνωση	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Εμφόσημα	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Υπερτροφική καρδιοπείθεια	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Φλεβίτιδα	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Πρόπτωση μιτροειδούς	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Μεταμόσχευση καρδιάς	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Σύνδρομο QT	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Συγγενή καρδιοπάθεια	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Μυοκαρδίτιδα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Θρομβώσεις	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Καρδιακή ανακοπή	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Υπερτροφία της δεξιάς κοιλίας	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Αρρυθμίες	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Σύνδρομο Marfan	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Αγγειοπλαστική επέμβαση	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Υπέρταση	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Τοποθέτηση βηματοδότη	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Υπόταση	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Ασθένεια των βαλβίδων	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Ευρωαγγεία	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Στεφανιαίο νόσημα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Άλλο:		
<input type="checkbox"/> Υπερτροφία της αρ. κοιλίας	NAI	OXI			

ΔΕΛΤΙΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ

Β. ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

<input type="checkbox"/> Διαβήτης τύπου I	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Οστεοπόρωση	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Αρθρίτιδα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Θυροειδή	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Διαβήτης τύπου II	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Νεφρική ανεπάρκεια	NAI	OXI

Γ. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

<input type="checkbox"/> Δύσπνοια	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Βρογχίτιδα	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Ασθμα	NAI	OXI			

Δ. ΑΛΛΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

<input type="checkbox"/> Αναιμία	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Καρκίνος	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Θερμοπληξία	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Λοιμώδης μονοπυρήνωση	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Επιληψία	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Δυσμυόρροια	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Ουδήματα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Αλκοολισμό	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Ηπατίτιδα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Κατάθλιψη	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Ρευματοειδή πυρετό	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Βουλιμία/ Ανορεξία	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Άλλο					

Δ. ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ/ ΚΑΚΩΣΕΙΣ

<input type="checkbox"/> Προβλήματα ώμων	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Προβλήματα μέσης	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Προβλήματα αυχένα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Προβλήματα αγκώνα	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Προβλήματα βραχίονα	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Προβλήματα γονάτων	NAI	OXI
<input type="checkbox"/> Προβλήματα αστραγάλων	NAI	OXI	<input type="checkbox"/> Προβλήματα δακτύλων	NAI	OXI
Άλλο:					

Έχετε κάποια αλλεργία;	NAI	OXI	Έχετε αλλεργία στη ξυλοκαΐνη ή σε κάποιο άλλο τοπικό αναισθητικό;	NAI	OXI
Εάν έχετε αλλεργία σε τι;					

Καταγράψτε όλα τα φάρμακα (και για ποιο λόγο) που παίρνετε σε σταθερή βάση.

Φάρμακο	Δοσολογία	Λόγος για τον οποίο έχει χορηγηθεί

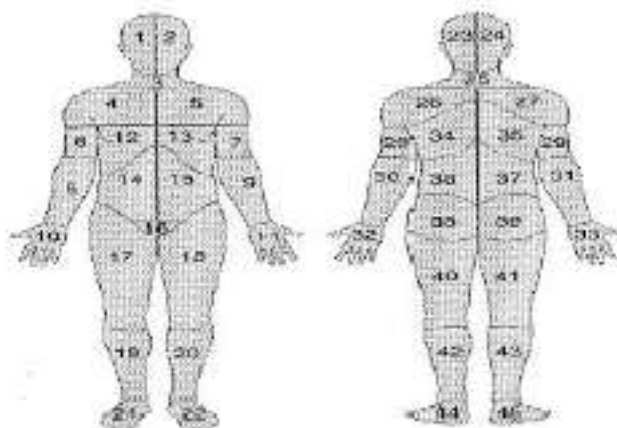
ΔΕΛΤΙΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ

Παρακαλώ καταγράψτε τα τυχόν χειρουργεία στα οποία έχετε υποβληθεί

Χειρουργείο	Έτος	Η ηλικία σας την χρονική στιγμή του χειρουργείου

Έχετε νοσηλευτεί ποτέ για κάποιο σοβαρό πρόβλημα υγείας, και αν ναι πότε και που;

ΣΧΕΔΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΗΚΗΣ Η ΤΡΑΧΥΜΑΤΙΣΜΟΥ



	ΑΡΙΣΤΕΡΗ	ΔΕΞΙΑ
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Ενδείξεις και συμπτώματα ΔΕΛΤΙΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ

Παρουσιάζετε συχνά πόνους στην καρδιά, στήθος ή γειτονικές περιοχές ειδικά όταν ασκείστε ή κουράζεστε;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Πόσο συχνά έχετε την τάση να λιποθυμάτε ή να ζαλίζεστε σοβαρά όταν ασκείστε;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Αισθάνεστε ασυνήθιστη κόπωση ή προβλήματα αναπνοής κατά την ηρεμία ή την ήπια κόπωση;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχετε ξυπνήσει τη νύχτα εξαιτίας κάποιας δυσφορίας, πόνου ή προβλήματος αναπνοής;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Παρουσιάζετε οιδήματα ή συσσώρευση υγρών στους ή γύρω από τους αστραγάλους σας;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Αισθάνεστε συχνά ταχυπαλμία ή άλλη ανωμαλία του καρδιακού σας κτύπου είτε σε ηρεμία ή άσκηση;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Αισθάνεστε συχνά ασυνήθιστο πόνο στις γαμπές σας και κάτω κατά τη διάρκεια άσκησης;	ΝΑΙ	ΟΧΙ

Λαμβάνετε κάποιο συμπλήρωμα διατροφής;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Εάν ναι τι είδος;		
Πόσο καιρό το λαμβάνετε;		
Σε τι ποσότητα;		

Όνοματεπώνυμο Δοκιμαζόμενου: _____ Υπογραφή: _____

Έντυπο 3: Καρτέλα Εξεταζομένου



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΚΑΡΤΕΛΑ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ

Όνοματεπώνυμο	
Ηλικία	
Βάρος	
Ύψος	
Περίμετρος Μέσης	
Περίμετρος Ισγύων	
Περίμετρος Καρπού	
Εύρος Αγκώνα	
ΔΜΣ (δείκτης μάζας σώματος)	
ΒΜΡ (βασικός μεταβολισμός)	

ΒΙΑ

Fat(%):
Fat (kg):
Lean(kg):
TBD(%):
BFMI:
FFMI:
BMR:

ΔΕΡΜΑΤΟΠΤΥΧΕΣ

Τρικεφάλου (mm):
Υποπλάτιου (mm):
Υπερλαγώνιου (mm):
Κοιλιακόν (mm):
Στήθους (mm):
Μηρού (mm):
Μεσομοσχαλίσια (mm):
Όλικο (%):

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ ΧΕΙΡΟΣ

Αριστερό (kg):
Δεξί(kg):

Έντυπο 4: Ζυγισμένο Τριήμερο Ημερολόγιο Καταγραφής



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΖΥΓΙΣΜΕΝΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΤΡΙΗΜΕΡΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

(ΗΜΕΡΑ)

Γεύμα	Ώρα	Περιγραφή φαγητού	Ποσότητα (γραμμάρια)		
			ΠΡΙΝ το γεύμα	ΜΕΤΑ το γεύμα	Διαφορά
Πρωινό					
Δεκατιανό					
Μεσημεριανό					
Απογευματινό					
Δείπνο					
Προ ύπνου					

Έντυπο 5: Ημερολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Τοποθετείτε στα κενά τον αριθμό που αντιστοιχεί στην κατηγορία της δραστηριότητας που είχατε κάθε 15' της ώρας.

1. Ύπνος στο κρεβάτι
2. Κάθισμα, φαγητό, γράψιμο, άκουσμα μουσικής
3. Όρθια στάση, πλύσιμο, χτένισμα
4. Περπάτημα μέσα στο σπίτι, ελαφριές οικιακές σπιτιού
5. Περπάτημα εκτός σπιτιού, ελαφριά χειρονακτική εργασία
6. Δραστηριότητες ψυχαγωγίας, αθλήματα και χειρονακτική εργασία χαμηλής έντασης: γκολφ, πινγκ-πονγκ, ποδηλασία <15km/h, κηπουρική, καθάρισμα παραθύρων
7. Δραστηριότητες ψυχαγωγίας, αθλήματα και χειρονακτική εργασία μέσης έντασης: τζόκινγκ, ποδηλασία 17-20km/h, ιππασία, πετοσφαίριση, χορός, σκάψιμο, ανέβασμα σκάλας, φόρτιμα ξεφόρτιμα πραγμάτων
8. Δραστηριότητες ψυχαγωγίας, αθλήματα και χειρονακτική εργασία υψηλής έντασης: τρέξιμο 10km/h, ποδηλασία 23-28km/h, κυκλική προπόνηση, τένις, χάντμπολ, ανεβαίνουν τις σκάλες κρατώντας βαριά αντικείμενα
9. Αθλήματα και εργασία υψηλής μέχρι μέγιστης έντασης: αγωνιστικό τρέξιμο

Καθημερινή

ΩΡΕΣ	ΛΕΠΤΑ	0-15	16-30	31-45	46-60
	12μμ				
	1μμ				
	2μμ				
	3μμ				
	4μμ				
	5μμ				
	6μμ				
	7μμ				
	8μμ				
	9μμ				
	10μμ				
	11μμ				
	12πμ				
	1πμ				
	2πμ				
	3πμ				
	4πμ				
	5πμ				
	6πμ				
	7πμ				
	8πμ				
	9πμ				
	10πμ				
	11πμ				

Συνολικά: 1=..... 2=..... 3=..... 4=..... 5=..... 6=..... 7=..... 8=..... 9=.....

Σάββατο ή
Κυριακή

ΩΡΕΣ	ΛΕΠΤΑ	0-15	16-30	31-45	46-60
	12μμ				
	1μμ				
	2μμ				
	3μμ				
	4μμ				
	5μμ				
	6μμ				
	7μμ				
	8μμ				
	9μμ				
	10μμ				
	11μμ				
	12πμ				
	1πμ				
	2πμ				
	3πμ				
	4πμ				
	5πμ				
	6πμ				
	7πμ				
	8πμ				
	9πμ				
	10πμ				
	11πμ				

Συνολικά: 1=..... 2=..... 3=..... 4=..... 5=..... 6=..... 7=..... 8=..... 9=.....

Έντυπο 6: Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας (METs)



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Για μία ημέρα (σύνολο διάρκειας δραστηριοτήτων: 24 ώρες)

Φυσική δραστηριότητα	Χρόνος
Καθημερινές δραστηριότητες	
Ξαπλωμένος (ξίπνιος), βλέπω τηλεόραση ξαπλωμένος, ακούω μουσική ξαπλωμένος, κάθομαι, γράφω, διαβάζω, στον υπολογιστή, ράβω, πλέκω, πηλίκω δομά, οδηγώ, στέκομαι όρθιος χωρίς να κινούμαι (1.3)	
Οδηγώ μηχανή (2.8)	
Τρίκω καθιστός, βλέπω τηλεόραση ή ταινία ακούω μουσική παίζω επιτραπέζιο (1.5)	
Κοιμάμαι (0.95)	
Στέκομαι όρθιος κάνοντας μικρές κινήσεις, σιδερώω (1.8)	
Κάθομαι στην τοιαλέτα (1.8)	
Κάθομαι στο μάθημα (γράφω, μιλάω) (1.8)	
Παίζω video games (1)	
Σκοπίζω, καθάρισμα, σφαινογύρισμα (3.3)	
Καθάρισμα παραθύρων (3.2)	
Ξεσκόνισμα (2.3)	
Μαγείρεμα, πλίσσιμο πιάτων, στρώσιμο τραπέζιού, καθάρισμα πάγκων κουζίνας κλπ, άλλαγμα σεντονιών, στρώσιμο κρεβατιού, τάξιμα ζώων, σερβίρισμα φαγητού, μόδεμα τραπέζιού, κοιβαλάω ψώνια (2.5)	
Κοιβαλάω ψώνια ανεβαίνοντας σκάλες (7.5)	
Ψηνίζω (2.3)	
Βάζω πλυντήριο, πλένω ρούχα στο χέρι, φτιάχνω βαλίτσα (2)	
Περπατάω (μέτρια ένταση), πλένω το αμάξι (3.5)	
Περπατάω αργά (2.8)	
Ανεβαίνω σκάλες (ήπια ένταση) (4)	
Ντύνομαι, ξεπνύομαι, πλένω δόντια, κάνω ντους, βάφομαι, ξιμίζομαι (καθιστός ή όρθιος) (2)	
Φτιάχνω τα μαλλιά μου (2.5)	
Ψάρεμα (3.5)	

Αθληση	
Αγώνιας μπάσκετ (8)	
Προπόνηση μπάσκετ (9.3)	
Προπόνηση σουτ (4.5)	
Μπάσκετ ερασιτεχνικό (6)	
Ποδόσφαιρο αγωνιστικό (10)	
Ποδόσφαιρο ερασιτεχνικό (7)	
Βόλεϊ αγωνιστικό (6)	
Βόλεϊ ερασιτεχνικό (3)	
Ring ring (4)	
Tennis (7.3)	
Καλίμπι ελεύθερο γρήγορο (9.8)	
Καλίμπι ελεύθερο χαλαρό (5.8)	
Καλίμπι ύπτιο γρήγορο (9.5)	
Καλίμπι ύπτιο χαλαρό (4.8)	
Καλίμπι πρόσθιο γρήγορο (10.3)	
Καλίμπι πρόσθιο χαλαρό (5.3)	
Καλίμπι πεταλούδα (13.8)	
Ποδηλασία (mountain, uphill, έντονα) (14)	
Ποδηλασία (mountain, αγωνιστικά) (16)	
BMX (8.5)	
Χαλαρό ποδήλατο (μετακίνηση, αναψυχή) (4)	
Jogging, running (.....km/h)	
Power yoga (4)	
Yoga, ορθοσπικτική (2.3)	
Aerobic, αντιστάσεις (ήπια ένταση) (3.8)	
Aerobic step (.....cm)	
Aerobic Dance (7.3)	
Σταθερό ποδήλατο (watts:.....) (ένταση:.....)	
Κυκλική γυμναστική (μέτρια ένταση) (4.3)	
Κυκλική γυμναστική με βάρακια, αερόβια σημεία, μικρά διαλείμματα (υψηλή ένταση) (8)	
Ελλειπτικό (μέτρια ένταση) (5)	
Άσκηση αντιστάσεων (ελεύθερα βάρη, σε όργανα, άρση βαρών, bodybuilding) (υψηλή ένταση) (6)	
Άσκηση αντιστάσεων squats (αργά ή εκρηκτικά) (5)	
Άσκηση αντιστάσεων με εναλλαγές ασκήσεων, 8-15 επαναλήψεις ποικίλης έντασης (3.5)	
Αερόβια και βάρη σε μια επίσκεψη (5)	
Γυμναστική στο σπίτι (3.8)	
Σχοινάκι (3.8)	
Κωπηλατικό (watts:.....) (ένταση:.....)	
Pilates (3)	

Έντυπο 7: Ερωτηματολόγιο Άθλησης



ΑΔΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
 ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
 ΓΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Ερωτηματολόγιο φυσικής δραστηριότητας & άθλησης

Όνοματεπώνυμο		Ημέρνα Συμπλήρωσης:	
Γυμνάζεστε ή προπονήστε συστηματικά;		ΝΑΙ	ΟΧΙ
Εάν ναι τι είδος γυμναστικής/άθλησης πραγματοποιείτε;			
Πραγματοποιείτε συστηματικά προπόνηση με αντιστάσεις (βάρη);		ΝΑΙ	ΟΧΙ
Πόσο καιρό γυμνάζεστε/αθλήστε συστηματικά (συνεχόμενα);			
Πόσες φορές την εβδομάδα;			
Πόση ώρα την κάθε φορά;			

Στον παρακάτω πίνακα παρακαλώ συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά της εβδομαδιαίας σας άθλησης/προπόνησης.

Παρακαλώ αναλύστε την ρουτίνα της προθερμάνης σας	
---	--

Για άσκηση με αντιστάσεις, συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά όπως είναι. Για αερόβια άσκηση: επιβάρυνση=απόσταση σε μέτρα και όπτα ο χρόνος κάλυψης της απόστασης.

	Χαρακτ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δευτέρα	Άσκηση										
	Σειρές (σετ)										
	Επανάληψεις										
	Επιβάρυνση										
	Διαλλεμα/Σειρές										
	Διαλλεμα / Άσκηση										
Τρίτη	Άσκηση										
	Σειρές (σετ)										
	Επανάληψεις										
	Επιβάρυνση										
	Διαλλεμα/Σειρές										
	Διαλλεμα / Άσκηση										
Τετάρτη	Άσκηση										
	Σειρές (σετ)										
	Επανάληψεις										
	Επιβάρυνση										
	Διαλλεμα/Σειρές										
	Διαλλεμα / Άσκηση										
Πέτη	Άσκηση										
	Σειρές (σετ)										
	Επανάληψεις										
	Επιβάρυνση										

ΔΕΛΤΙΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ

Πέρι	Διαλλεμα/Σειρές																				
	Διαλλεμα / Άσκηση																				
Παρασκευαστή	Άσκηση																				
	Σειρές (σετ)																				
	Επαναλήψεις																				
	Επιβάρυνση																				
	Διαλλεμα/Σειρές																				
	Διαλλεμα / Άσκηση																				
Σύμβουτο	Άσκηση																				
	Σειρές (σετ)																				
	Επαναλήψεις																				
	Επιβάρυνση																				
	Διαλλεμα/Σειρές																				
	Διαλλεμα / Άσκηση																				
Κοιμισαδιά	Άσκηση																				
	Σειρές (σετ)																				
	Επαναλήψεις																				
	Επιβάρυνση																				
	Διαλλεμα/Σειρές																				
	Διαλλεμα / Άσκηση																				

