

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
Τμήμα Διαιτολογίας- Διατροφής
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της Αργύρης Ευσταθούλας (Α.Μ. 20502)

Θέμα: **Διαιτητική Πρόσληψη, Σωματική Άσκηση και Σύσταση Σώματος
σε Μετεμμηνοπαυσιακές Γυναίκες**

Επιβλέποντες Καθηγητές: κος Μανιάς, κος Πολυχρονόπουλος, και Γιαννακούλια

Αθήνα 2009

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα μου να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κύριο *Γιάννη Μανιό*, που με εμπιστεύτηκε και μου έδωσε την ευκαιρία να συνεργαστώ μαζί του. Μέσα από αυτή την συνεργασία κατάφερα να αποκτήσω πολύτιμα εφόδια για την περαιτέρω πορεία μου και να ζήσω μια πρωτόγνωρη εμπειρία στο χώρο της επιστημονικής έρευνας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθιά τον *Σπύρο* και τον *Γιώργο* για την ουσιαστική και πολύτιμη βοήθειά τους στην εκπόνηση της παρούσης εργασίας, όπως και για την στήριξη και την καθοδήγησή τους καθόλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Θα ήθελα να αφιερώσω αυτή την εργασία στην οικογένειά μου, τις φίλες μου και ιδιαίτερα στην *Αγγελική* και την *Ντίνα* που όλα αυτά τα χρόνια στάθηκαν δίπλα μου με αγάπη και ανιδιοτέλεια.

Τις ευχαριστώ για την συμπαράσταση, την υποστήριξη και τη συνεργασία τους που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην πορεία μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες	6
1.1.1 Η φυσιολογική πορεία προς την εμμηνόπαυση	6
1.1.2 Φυσιολογικές μεταβολές κατά την εμμηνόπαυση	7
1.1.3 Φυσιολογικές μεταβολές κατά την τρίτη ηλικία	8
1.1.3.α Μεταβολές σε επίπεδο λειτουργίας ιστών	9
1.1.3.β Μεταβολές σε επίπεδο μεταβολισμού	10
1.2 Σύσταση σώματος	12
1.2.1 Προσδιορισμός σύστασης σώματος	12
1.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση σώματος	14
1.2.3 Μεταβολές στη σύσταση σώματος	15
1.2.4 Λιπώδης μάζα σώματος κατά την τρίτη ηλικία	16
1.2.4.α Παχυσαρκία	18
1.2.4.β Λιπώδης μάζα και διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D	25
1.2.5 Άλιπη μάζα σώματος κατά την τρίτη ηλικία	28
1.2.5.α Σαρκοπενία	30
1.2.5.β Άλιπη μάζα και διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D	35
1.2.6. Οστική πυκνότητα κατά την τρίτη ηλικία	36
1.2.6.α Οστική ανακατασκευή της και ρύθμισή της	37
1.2.6.β. Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό οστικής ανακατασκευής	38
1.2.6.γ Οστεοπόρωση	39
1.2.6.δ Οστική πυκνότητα και πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D	44
1.3 Σωματική άσκηση	45
1.3.1 Οφέλη σωματικής άσκησης	45
1.3.2 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και διάφορων δεικτών σύστασης σώματος	46
1.3.2.α Σωματική άσκηση και συσχέτιση με σωματικό λίπος και παχυσαρκία	46
1.3.2.β Σωματική άσκηση και συσχέτιση με άλιπη μάζα και σαρκοπενία	49
1.3.2.γ Σωματική άσκηση και συσχέτιση με οστική πυκνότητα και οστεοπόρωση	49
1.4 Σκοπός μελέτης	50

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	51
2.1 Δειγματοληψία	51
2.1.1 Αρχική Φάση	51
2.1.2 Δεύτερη Φάση	52
2.2 Ανθρωπομετρήσεις	52
2.3 Διατροφική Αξιολόγηση	53
2.4 Αξιολόγηση Φυσικής Δραστηριότητας	54
2.5 Έλεγχος Υποκαταγραφής	55
2.6 Μετρήσεις Σύστασης Σώματος	55
2.7 Στατιστική Ανάλυση	56
 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	 57
3.1 Χαρακτηριστικά των ατόμων της μελέτης	57
3.2 Συσχετίσεις σύστασης σώματος με πρόσληψη των μακρο- και μικροθρεπτικών συστατικών	61
3.2.1 Ποσοστό λίπους μάζας σώματος	61
3.2.2 Λιπώδης μάζα σώματος	62
3.2.3 Άλιπη μάζα σώματος	64
3.2.4 Οστική πυκνότητα	65
3.3 Συσχέτιση σύστασης σώματος με φυσική δραστηριότητα	67
3.4 Λογιστική παλινδρόμηση με ανεξάρτητη μεταβλητή τη φυσική δραστηριότητα	67
 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	 69
4.1 Συμπεράσματα	75
 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 77
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	87
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	88

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός: Οι σωματικές αλλαγές που συμβαίνουν στη ζωή μιας γυναίκας από την έναρξη της εμμηνόπαυσης μέχρι το υπόλοιπο της ζωής της, σε συνδυασμό με την αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης στις ηλικιωμένες γυναίκες, κάνουν επιτακτική την ανάγκη για τη διερεύνηση παραγόντων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν και να ομαλοποιήσουν την πορεία του γυναικείου σώματος προς την εμμηνόπαυση. Σκοπός της μελέτης αυτής, λοιπόν, είναι η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης, συγκεκριμένα της πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D, αλλά και της σωματικής άσκησης, με διάφορους δείκτες σύστασης σώματος σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Σχεδιασμός: Συγχρονική μελέτη (cross sectional study)

Υλικά και Μέθοδοι: Ύψος, βάρος, % ολικού λίπους σώματος και άλιπης μάζας σώματος, οστική πυκνότητα, ήταν οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν σε 302 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας 55-70 ετών. Η σωματική άσκηση αξιολογήθηκε ως διανυόμενη απόσταση μέσω βηματομετρητή. Η στατιστική σημαντικότητα για όλες τις αναλύσεις ήταν το $P < 0.05$.

Αποτελέσματα: Η μελέτη αυτή έδειξε ότι η πρόσληψη ασβεστίου σχετίζεται αρνητικά με το ποσοστό σωματικού λίπους στα πόδια ($p=0.003$), τον κορμό ($p=0.001$) και το ολικό ποσοστό σωματικού λίπους ($p=0.003$), όπως επίσης και με τη λιπώδη μάζα στα πόδια ($p=0.013$), τον κορμό ($p=0.007$) αλλά και την ολική λιπώδη μάζα ($p=0.015$). Παράλληλα, παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις της πρόσληψης ασβεστίου με την οστική πυκνότητα στην λεκάνη ($p=0.039$) και τον κορμό ($p=0.027$) και θετικές συσχετίσεις της πρόσληψης βιταμίνης D με την οστική πυκνότητα στα χέρια ($p=0.020$), την λεκάνη ($p=0.002$), τον κορμό ($p=<0.001$) αλλά και την ολική οστική πυκνότητα ($p=0.049$). Αντίθετα, η άλιπη μάζα δεν φάνηκε να συσχετίζεται σημαντικά με την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D. Σχετικά με τη σωματική άσκηση, παρατηρήθηκε η αρνητική της συσχέτιση με το ποσοστό λίπους στα χέρια ($p=0.005$), τα πόδια ($p=0.021$), τον κορμό ($p=0.002$) και το ολικό ποσοστό λίπους ($p=0.002$) και η θετική της συσχέτιση με την άλιπη μάζα στα ίδια σημεία με ($p=0.003$), ($p=0.052$), ($p=0.003$) και ($p=0.003$) αντίστοιχα. Η οστική πυκνότητα δεν έδειξε σημαντική συσχέτιση με τη σωματική άσκηση.

Συμπέρασμα: Στα πλαίσια της μελέτης παρατηρήθηκε η αρνητική συσχέτιση της πρόσληψης ασβεστίου με το ποσοστό λίπους και τη λιπώδη μάζα και η θετική συσχέτιση της πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D με την οστική πυκνότητα σε τμήματα αλλά και στο συνολικό σώμα. Παράλληλα παρατηρήθηκε η αρνητική συσχέτιση της σωματικής άσκησης με τη λιπώδη μάζα και η θετική της με την άλιπη μάζα. Τα αποτελέσματα της μελέτης, κυρίως για το ασβέστιο και τη λιπώδη μάζα, παρουσιάζουν ενδιαφέρον και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΜΕΤΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΙΑΚΕΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ

1.1.1 Η φυσιολογική πορεία προς την εμμηνόπαυση

Η αύξηση που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια στο προσδόκιμο επιβίωσης προκάλεσε, όπως ήταν φυσικό, ευφορία στον γυναικείο πληθυσμό. Το γεγονός όμως ότι η γυναίκα σήμερα ζει μέχρι τα 82 έτη, ενέχει το μειονέκτημα ότι καλείται να ζήσει το 1/3 της ζωής της με τα προβλήματα που επισωρεύει το πέρασμα του χρόνου [1].

Στη μέση περίπου της ζωής της γυναίκας, εμφανίζονται αλλαγές οι οποίες σηματοδοτούν την έναρξη μιας νέας περιόδου, της κλιμακτηρίου, όπου γίνεται η μετάβαση από την αναπαραγωγική στην εμμηνοπαυσιακή ή γεροντική φάση της ζωής. Το 1990 οι γυναίκες άνω των 50 ανά τον κόσμο ξεπερνούσαν τα 465 εκατομμύρια, ενώ το 2030 αναμένεται να ξεπεράσουν τα 1.200 εκατομμύρια [2].

Η κλιμακτήριος περίοδος χαρακτηρίζεται από βαθμιαία έκπτωση της ωοθηκικής λειτουργίας και αποτελεί προπομπό της εμμηνόπαυσης, περιόδου που χαρακτηρίζεται από απουσία εμμηνορρυσίας για τουλάχιστον 12 μήνες, από χαμηλά επίπεδα οιστρογόνων ($E2 < 20 \text{ pg/ml}$) και από υψηλές γοναδοτροπίνες (FSH, LH). Το διάστημα μεταξύ των ανωτέρω, χαρακτηρίζεται ως περιεμμηνοπαυσιακή περίοδος, η οποία διακρίνεται σε προεμμηνοπαυσιακή φάση (πρώιμη και όψιμη), καθώς και σε μετεμμηνοπαυσιακή φάση. Κατά την πρώιμη φάση εμφανίζονται διαταραχές εμμηνορρυσίας, με αμηνόρροια μικρότερη των τριών μηνών, ενώ κατά την όψιμη φάση η αμηνόρροια διαρκεί 3-11 μήνες. Ως μετεμμηνοπαυσιακές, χαρακτηρίζονται γυναίκες, ηλικίας συνήθως μετά τα 45 έτη, με αμηνόρροια μεγαλύτερη των 12 μηνών [3].

Όσον αφορά στις κλινικές μεταβολές κατά την όψιμη φάση, παρατηρείται μείωση της διάρκειας του εμμηνορρυσιακού κύκλου, ελάττωση παραγωγικής φάσης σε 8 ημέρες, σταθερή διάρκεια εκκριτικής φάσης, βαθμιαία αύξηση διάρκειας κύκλου, κύκλος κάθε 2-3 μήνες και όλα αυτά μέχρι να επέλθει η εμμηνόπαυση. Κατά την μετεμμηνοπαυση εμφανίζονται ενδοκρινικές μεταβολές που χαρακτηρίζονται από ελάχιστα πρωτογενή και ώριμα ωοθυλάκια, μετάθεση παραγωγής στεροειδών ορμονών, μικρή ωοθηκική παραγωγή ανδρογόνων, επινεφριδιακή παραγωγή Δ4-ανδροστενδιόνης, αύξηση μετατροπής του κύριου ανδρογόνου Δ4 στο οιστρογόνο E1, που αποτελεί το κύριο οιστρογόνο, ενώ παρατηρείται σημαντική ελάττωση E2 [4]. (πίνακας 1)

Πίνακας 1. Φάσεις περιεμμηνόπαυσης [5]

	A	B	Γ (πρώιμη)	Δ (όψιμη)	Ε (μετεμμηνο- παυσιακή)
Διάρκεια	2-6 μήνες	2-6 μήνες	1-2 έτη	1-2 έτη	1ετη
Κύκλοι	Κανονικοί	Κανονικοί	Ολιγομηνόρροια	Ολιγομηνόρροια	Αμηνόρροια
Ωοθυλακιορρηξία	Πάντα	Συχνά	<50%	Σπάνια	Όχι
FSH	↔	↔ ή ↑	↑	↑	↑↑
LH	↔	↔	↔ ή ↑	↔ ή ↑	↑↑
E₂	↑	↑	↔ ή ↑	↔ ή ↑	↓
Ανασταλτίνη	↓	↓	↓	↓	↓↓

Μια μικρή ποσότητα οιστρογόνων συνήθως εμμένει στο πλάσμα και μετά την εμμηνόπαυση, κυρίως από την περιφερική μετατροπή των επινεφριδιακών ανδρογόνων σε οιστρογόνα, αλλά το επίπεδο αυτό είναι ανεπαρκές για να συντηρήσει τους οιστρογονοεξαρτώμενους ιστούς. Οι μαστοί και τα γεννητικά όργανα ατροφούν προοδευτικά σε μεγάλο βαθμό [5].

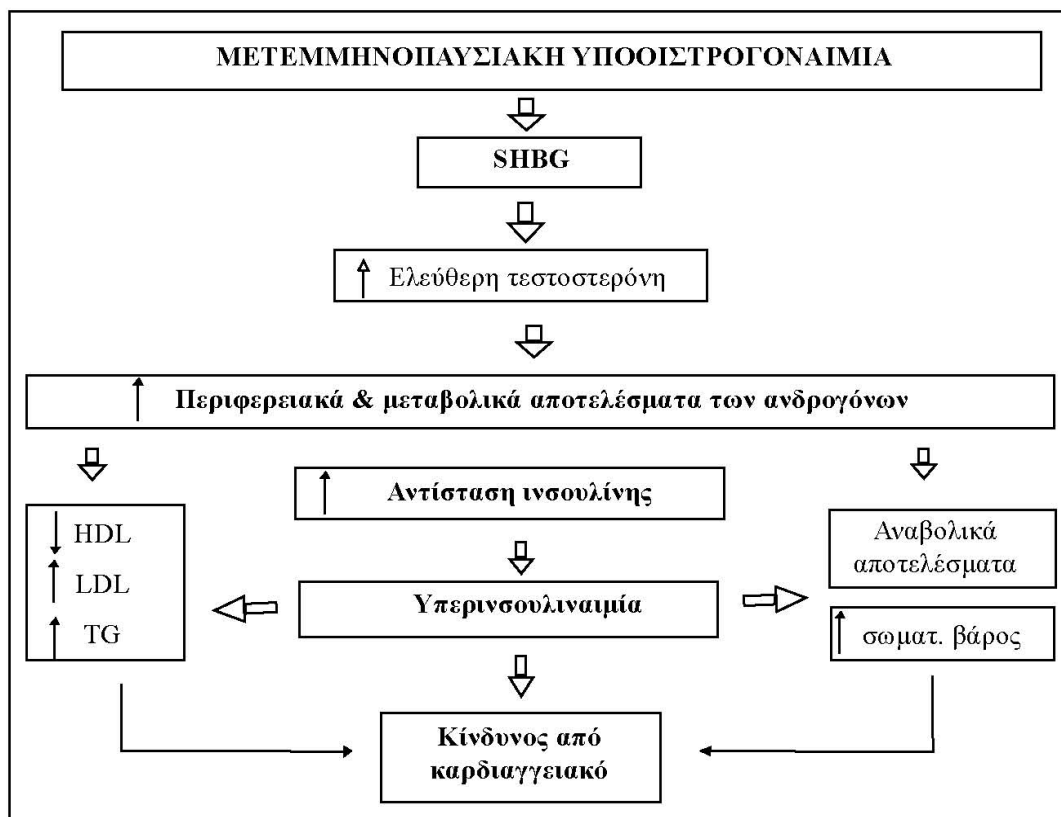
1.1.2 Φυσιολογικές μεταβολές κατά την εμμηνόπαυση

Η σημαντική μείωση των ωοθηκικών οιστρογόνων ευθύνεται για την εμφάνιση αλλαγών σε πολλά όργανα και συστήματα και γενικότερα, στη ζωή της εμμηνοπαυσιακής γυναίκας.

Η ανεπάρκεια οιστρογόνων που συνοδεύει την εμμηνόπαυση αλλά και η ηλικία κατά την οποία πραγματοποιείται, ακολουθούνται από μία αύξηση στο σωματικό βάρος που χαρακτηρίζεται από την κεντρική συγκέντρωση λίπους [6] καθώς και την ανάπτυξη αθηρογενετικού προφίλ και υπερχοληστερολαιμίας [7]. Ίσως για αυτό το λόγο, τα καρδιαγγειακά νοσήματα, αποτελούν την πρώτη αιτία θανάτου στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και μάλιστα η πιθανότητα μια λευκή γυναίκα ηλικίας 50 ετών, να εμφανίσει κάποιο καρδιαγγειακό νόσημα είναι 46% και 31% να πεθάνει από αυτό σε ηλικία 74 ετών περίπου [8].

Η αύξηση του βάρους, η κεντρική παχυσαρκία [9, 10], οι αλλαγές στην διατροφή και η μειωμένη φυσική δραστηριότητα που συνοδεύουν τις μεγαλύτερες ηλικίες, επηρεάζουν τον μεταβολισμό της γλυκόζης και αυξάνουν την αντίσταση στην ινσουλίνη. Επιπρόσθετα η ανεπάρκεια σε οιστρογόνα, προκαλεί και την μειωμένη παγκρεατική έκκριση ινσουλίνης και την μείωση της ευαισθησίας σε αυτήν, τόσο από το ήπαρ όσο και από τους περιφερικούς ιστούς. Η ινσουλινοαντίσταση και ο σακχαρώδης διαβήτης απαντούν στο 20% των γυναικών ηλικίας 55 με 65 ετών [11]. Η χρόνια αντίσταση στην ινσουλίνη, μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση του

Μεταβολικού συνδρόμου X, με πρόσθετη αύξηση στην πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων. (σχήμα 1)



Σχήμα 1. Μεταβολικές αλλαγές κατά την εμμηνόπαυση [4]

Επιδημιολογικές μελέτες υποδεικνύουν την πιθανή σχέση της εμμηνόπαυσης με την εμφάνιση και άλλων χρόνιων νοσημάτων ή κλινικών εκδηλώσεων όπως η αρθρίτιδα νόσος του Alzheimer, η περιοδοντική νόσος, ατροφία δέρματος, καταρράκτης, καρκίνος, με πλέον συνήθεις μορφές αυτές του μαστού και του παχέος εντέρου. [11] .

1.1.3 Φυσιολογικές μεταβολές κατά την τρίτη ηλικία

Ανεξάρτητα, από τις μεταβολές που βιώνουν οι γυναίκες κατά την εμμηνόπαυση, η γήρανση που έμμεσα την προκαλεί, συνοδεύεται από φυσιολογικές μεταβολές σε όλα τα συστήματα του σώματος. Οι αλλαγές αυτές του οργανισμού, οφείλονται στην εξέλιξη της ζωής και χαρακτηρίζονται από φθορά ή περιορισμό των λειτουργιών του ατόμου. Εντοπίζονται , σε επίπεδο λειτουργίας ιστών, σύστασης σώματος καθώς και σε επίπεδο μεταβολισμού [12].

1.1.3.α. Μεταβολές σε επίπεδο λειτουργίας ιστών

Με την πάροδο του χρόνου, αρχίζουν να αλλοιώνονται οι φυσιολογικές λειτουργίες των οργάνων και των ιστών του ανθρώπινου σώματος, με αποτέλεσμα να μειώνεται το μέγεθος και η λειτουργικότητα των συστημάτων, των οργάνων και των ιστών και έτσι αυτά να χάνουν την ικανότητά τους να ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα από το περιβάλλον. Οι αλλαγές που παρατηρούνται, συμβαίνουν πρώτα σε κυτταρικό επίπεδο, όπου μπορεί να μειωθεί ο ρυθμός διαίρεσής των κυττάρων ή η λειτουργικότητά τους ενώ είναι πιθανό να επέλθει ακόμη και ο θάνατός τους.

Τα συστήματα και/ή όργανα όπου παρατηρούνται τέτοιες μεταβολές είναι :

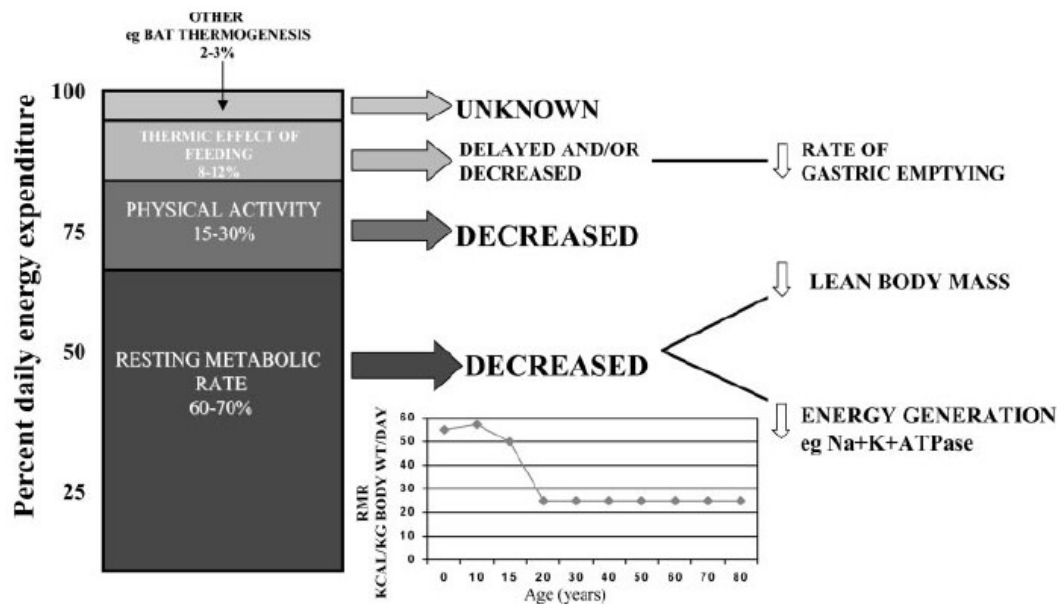
- Η στοματική κοιλότητα, όπου παρατηρείται πτώση των δοντιών.
- Το πεπτικό σύστημα, όπου με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η αίσθηση της γεύσης και της όσφρησης, με αποτέλεσμα τη μείωση της όρεξης και της λήψης τροφής, ενώ παρατηρείται και μείωση της αίσθησης δίψας. Ταυτόχρονα, παρατηρείται μείωση της κινητικότητας του γαστρεντερικού σωλήνα, της έκκρισης υδροχλωρικού οξέος και πεψίνης και ελάττωση της απορρόφησης μικρο- και μακρο θρεπτικών συστατικών με αποτέλεσμα την εμφάνιση γαστρεντερικών διαταραχών όπως ναυτία και δυσκοιλιότητα που επιδεινώνουν την κατάσταση αυτή. Ακόμη, αυξάνεται το ποσοστό δυσανεξίας στη λακτόζη.
- Ο εγκέφαλος, όπου παρατηρούνται δομικές και βιοχημικές αλλαγές σχετιζόμενες με την λειτουργικότητά του. Σαν συνέπεια, παρατηρείται η ελάττωση των νευρώνων κατά 20% και η μείωση της ροής αίματος που φτάνει στον εγκέφαλο. Έτσι, στην ηλικιακή αυτή ομάδα, είναι διαδεδομένες ασθένειες όπως η νόσος του Parkinson και Alzheimer, ενώ η πιο διαδεδομένη κατάσταση είναι η πνευματική άνοια.
- Το καρδιαγγειακό σύστημα, όπου παρατηρείται αύξηση της ίνωσης της καρδιάς, ελάττωση του αριθμού και αύξηση του μεγέθους των μυοκυττάρων ενώ παρουσιάζεται ποικίλου βαθμού υπερτροφία της αριστερής κοιλίας. Η σημαντικότερη, όμως, μεταβολή είναι αυτή της αύξησης της συστολικής αρτηριακής πίεσης και η διάταση της αορτής που συνοδεύεται από δυσκαμψία των αρτηριών.
- Τα νεφρά, με μειωμένη δομική και λειτουργική μείωση στη λειτουργική μονάδα των νεφρών και νεφρώνων η οποία εκδηλώνεται ως σκλήρυνση νεφρικών σπειραμάτων, ελάττωση της προσφερόμενης αιματικής ροής και μείωση της νεφρικής μάζας και έχει σαν αποτέλεσμα την μειωμένη ικανότητα αποβολής ούρων και διατήρηση ιοντικής ισορροπίας.

- Το αναπνευστικό, όπου η επιταχυνόμενη μείωση της κυψελोटριχοειδικής επιφάνειας και ελαστικότητας επηρεάζει την ανταλλαγή αερίων και καθιστά τα ηλικιωμένα άτομα επιρρεπή σε λοιμώξεις, εμφύσημα κλπ.
- Το ενδοκρινικό, όπου τα επίπεδα ορμονών, όπως η αλδοστερόνη ή τα οιστρογόνα, στις γυναίκες, μειώνονται, ενώ άλλων, όπως της θυροξίνης παραμένουν σταθερά. Η ελαττωμένη έκκριση ορμονών μπορεί να οφείλεται είτε σε μειωμένη σύνθεση ή μειωμένη απελευθέρωση τους. Κάτι τέτοιο συμβαίνει, λόγω της εξασθένησης της ανταπόκρισης του υποθαλάμου σε ερεθίσματα. Έτσι, με την πάροδο της ηλικίας, παρατηρείται μία αύξηση των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα, λόγω της προοδευτικής αντίστασης στη δράση και το μεταβολισμό της ινσουλίνης, διαδικασία που οδηγεί σε εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη τύπου II.
- Αιματολογικά προβλήματα που έχουν ως αποτέλεσμα την πρόκληση αναιμιών και την ανισορροπία του ισοζυγίου υγρών.
- Τέλος, επιδημιολογικές μελέτες παρουσιάζουν αύξηση του κινδύνου των κακοηθειών με την πάροδο της ηλικίας [12]

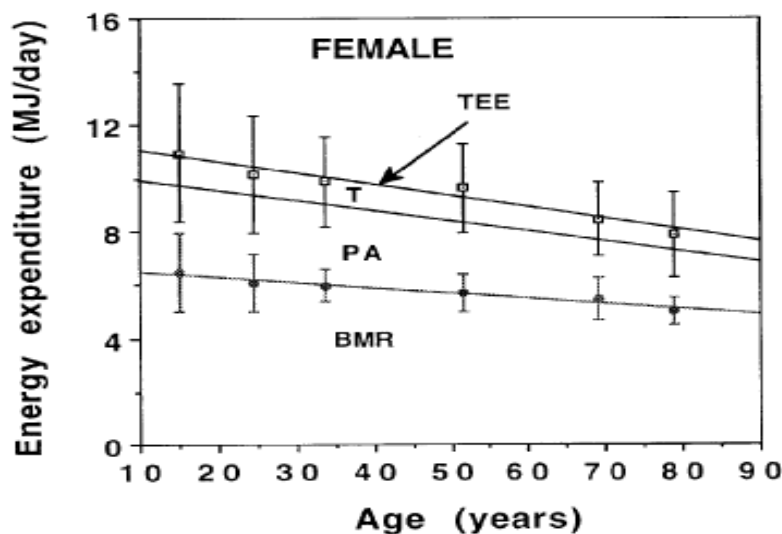
1.1.3.β. Μεταβολές σε επίπεδο μεταβολισμού

Η κύρια παθοφυσιολογική μεταβολή που συμβαίνει κατά το γήρας είναι η μείωση των λειτουργικών κυττάρων, που οδηγεί σε επιβράδυνση των μεταβολικών διαδικασιών [12]. Οι ενεργειακές ανάγκες μειώνονται κατά 2-3% ανά δεκαετία, λόγω μειωμένης φυσικής δραστηριότητας, μειωμένης άλιπης μάζας αλλά και μείωση του βασικού μεταβολικού ρυθμού(σχήμα 2) [13].

Ο βασικός μεταβολικός ρυθμός μειώνεται σε άτομα ηλικίας 60-90 ετών κατά 20-30% [12]. Σύμφωνα με ορισμένους επιστήμονες, ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών θεωρείται ότι καλύπτει το 15-25% του βασικού μεταβολικού ρυθμού. Οι ενεργειακές ανάγκες της αντλίας Na-K, για τη διατήρηση της ιοντικής ισορροπίας στον ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο χώρο, αποτελούν το 20-40% του βασικού μεταβολικού ρυθμού, ενώ το ενεργειακό κόστος του μεταβολισμού των υδατανθράκων και των λιπιδίων υπολογίζεται σε λιγότερο από 5%. Η δραστηριότητα της αντλίας Na-K από την οποία κυρίως εξαρτάται ο βασικός μεταβολικός ρυθμός, διεγείρεται από τη δράση των θυροειδικών ορμονών. Έτσι, θεωρείται ότι η μείωση του βασικού μεταβολικού ρυθμού στην τρίτη ηλικία, οφείλεται στη μείωση της λειτουργικότητας των θυροειδικών ορμονών. Ταυτόχρονα, κατά την τρίτη ηλικία, μειώνεται η άλιπη μάζα, μεταβάλλεται η πρωτονιακή διαπερατότητα των μιτοχονδριακών μεμβρανών ενώ παρατηρείται, επίσης, μείωση της οξείδωσης των λιπιδίων [12, 14]



Σχήμα 2. Επίδραση του γήρατος στην ενεργειακή κατανάλωση. BAT(brown adipose tissue) φαίος λιπώδης ιστός, RMR(resting metabolic rate) βασικός μεταβολικός ρυθμός [14]



Σχήμα 3. Επίδραση της ηλικίας στην ολική ενεργειακή κατανάλωση(TEE), στην θερμογένεση($T=0,1TEE$), στον βασικό μεταβολικό ρυθμό(BMR) και στην ενεργειακή κατανάλωση λόγω φυσικής δραστηριότητας($PA=0,9TEE-BMR$) στις γυναίκες, μετρημένη με τη μέθοδο του διπλά σημειωμένου νερού [15]

Σύμφωνα με τους Elia et al [15], μετά από πειράματα σε ηλικιωμένους, όπου η μέτρηση του βασικού μεταβολικού ρυθμού έγινε με τη μέθοδο του διπλά σημειωμένου νερού, η μείωση του βασικού μεταβολικού ρυθμού οφείλεται κυρίως στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης λόγω μειωμένης φυσικής δραστηριότητας (PAL)(σχήμα 3) και κατά δεύτερον στη μείωση της άλιπης

σωματικής μάζας, συμπεριλαμβανομένου του μυϊκού ιστού και του εγκεφάλου, που παρατηρείται σε αυτές τις ηλικίες.

Η υπόθεση πως το χρονικό διάστημα μεταξύ 20-80 ετών χαρακτηρίζεται και από φυσιολογική μείωση της ενεργειακής πρόσληψης είναι πλέον καλά αποδεδειγμένη τόσο σε μεγάλους όσο και σε υγιείς πληθυσμούς ατόμων [14]. Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται και ως “*ανορεξία γήρατος*” και είναι αποτέλεσμα της μειωμένης φυσικής δραστηριότητας που παρατηρείται καθ’ όλη τη διάρκεια ζωής. Επιδημιολογικές έρευνες έχουν δείξει πως η ενεργειακή πρόσληψη σε γυναίκες, μεταξύ 20 και 80 ετών, έχει μειωθεί κατά 600-800 kcal [16] ενώ σε άλλες όπως η μεγάλη επιδημιολογική [12] μελέτη στις ΗΠΑ NHANES III δείχνουν πως η μείωση αυτή παρατηρείται μετά τα 80 έτη.

1.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

1.2.1 Προσδιορισμός σύστασης σώματος

Η μελέτη της σύστασης σώματος, ως κλάδος της ανθρωπολογίας, αναπτύχθηκε με ταχύτατους ρυθμούς τον τελευταίο ενάμιση αιώνα και προσφέρει τη δυνατότητα ενός αναίμακτου καταμερισμού του ανθρωπίνου σώματος σε διαμερίσματα με σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της σύστασης σώματος και της παρουσίας διάφορων ασθενειών, όπως τα καρδιαγγειακά και ο σακχαρώδης διαβήτης, αλλά και της αθλητικής απόδοσης [17]. Έτσι, ο Wang και οι συνεργάτες του παρατήρησαν ότι η σύσταση σώματος μπορεί να προσδιοριστεί σε ατομικό, μοριακό, κυτταρικό επίπεδο, σε επίπεδο ιστών και συνολικό σωματικό επίπεδο (σχήμα 4). Τα πιο διαδεδομένα για τον προσδιορισμό της σύστασης σώματος είναι το δεύτερο και το πέμπτο επίπεδο.



Σχήμα 4. Το μοντέλο των πέντε επιπέδων του Wang [17]

Στο δεύτερο επίπεδο (Μοντέλο των Τριών Διαμερισμάτων, DXA) το ανθρώπινο σώμα διαχωρίζεται στις εξής περιοχές:

- Ολικό Σωματικό λίπος

Το ολικό σωματικό λίπος είναι όλα τα λιπίδια που μπορούν να εκχειλιστούν από το λιπώδη και τους άλλους ιστούς του σώματος και αποτελείται από το απαραίτητο και το αποθηκευτικό λίπος. Το απαραίτητο λίπος είναι αναγκαίο για τη λειτουργία ορισμένων δομών όπως ο εγκέφαλος και οι κυτταρικές μεμβράνες και στις γυναίκες αποτελεί το 9-12% του σωματικού βάρους. Το αποθηκευτικό λίπος κατανέμεται στα υποδόρια, εσωτερικά και σπλαχνικά διαμερίσματα και αντικατοπτρίζει το πλεόνασμα ενέργειας. Ο λιπώδης ιστός, περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του αποθηκευτικού και του ειδικού για το φύλο λίπος και είναι μια μορφή συνδετικού ιστού [17]. Θεμελιώδης είναι η διάκριση του λιπώδους ιστού σε σπλαχνικό και υποδόριο. Τόσο ο υποδόριος όσο και ο σπλαχνικός λιπώδης ιστός αποτελούνται από μικρότερες διακριτές αποθήκες λίπους, καθεμιά από τις οποίες έχει συγκεκριμένες λειτουργίες. Ο υποδόριος λιπώδης ιστός διακρίνεται σε «επιπολής» και «εν τω βάθει στιβάδα». Στο γυναικείο φύλο, η κατανομή του λιπώδους ιστού στις υποδόριες στιβάδες είναι 49% στην επιπολής και 51% στην εν τω βάθει, ενώ στο ανδρικό τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 34% και 66% [18]. Ο λιπώδης ιστός διαθέτει πλούσια αγγείωση αλλά και νεύρωση από το αυτόνομο κεντρικό σύστημα, δηλαδή ορμόνες όπως η αυξητική ορμόνη, η ινσουλίνη και οι θυρεοειδείς ορμόνες ρυθμίζουν το αναβολισμό και καταβολισμό του σε λιπαρά οξέα. Επίσης, η κατανομή του υπόκειται σε ορμονικό και γενετικό έλεγχο [19].

- Ισχνή μάζα σώματος

Αποτελείται από την άλιπη μάζα σώματος, δηλαδή άλιπα χημικά στοιχεία και ιστούς με το νερό, μύες, συνδετικό ιστό, μέταλλα οστών και εσωτερικά όργανα, καθώς και τα απαραίτητα λιπίδια.

- Οστίτης ιστός

Τα κύρια δομικά στοιχεία των οστών είναι τα μεταλλικά στοιχεία και η θεμέλια ουσία. Ειδικότερα ο οστίτης ιστός, ο συνδετικός ιστός των κυττάρων διαφορετικού τύπου, περιβάλλεται από ένα πλέγμα κολλαγόνου ονομαζόμενο οστεοειδές, πάνω στο οποίο εναποθέτονται κρύσταλλοι ασβεστίου και φωσφόρου που είναι γνωστά ως υδροξυαπατίτες. Αποτελούν περίπου το 12-15% του σωματικού βάρους στους ενήλικες άντρες και γυναίκες αντίστοιχα και η σύστασή τους κατά προσέγγιση είναι: 70% μεταλλικά άλατα, 22% πρωτεΐνη και 8% νερό. Επιπλέον ο σκελετός περιέχει το 99% του ασβεστίου του σώματος, το 35% του νατρίου και περίπου το 60% του μαγνησίου [20]. Αποτελείται από τρεις τύπους κυττάρων, δηλαδή τους οστεοβλάστες, τους οστεοκλάστες και τα οστεοκύτταρα, καθώς και τη θεμέλια εξωκυττάρια ουσία που αποτελείται από οργανική εξωκυττάρια ουσία (οστεοειδές) και ανόργανα άλατα που εναποτίθενται στην εξωκυττάρια ουσία με τη μορφή κρυστάλλων υδροξυαπατίτη.

1.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση σώματος

Η σύσταση σώματος επηρεάζεται, όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα από δύο κύριες κατηγορίες παραγόντων: τους γενετικούς και τους περιβαλλοντικούς. Η διατροφή και η σωματική άσκηση, ωστόσο, είναι οι παράγοντες εκείνοι που αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για τη σύσταση σώματος [21].

Πίνακας 2 . Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση σώματος

Γενετικοί	Περιβαλλοντικοί
Ηλικία	<u>Διατροφή</u>
Φύλο	<u>Σωματική Άσκηση</u>
Κληρονομικότητα	Ασθένειες
Φυλή	
Ορμόνες	

1.2.3 Μεταβολές στη σύσταση σώματος

Δεδομένα από πληθυσμιακές μελέτες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) δείχνουν ότι το μέσο σωματικό βάρος και ο μέσος δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) αυξάνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής φτάνοντας στη μέγιστη τιμή στην ηλικία των 50 με 59 ετών τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες. Αντίθετα, μετά την ηλικία των 60 ετών οι δείκτες αυτοί αρχίζουν να μειώνονται, αν και η μείωση αυτή οφείλεται εν μέρει και στο γεγονός πως ο πληθυσμός των παχύσαρκων ατόμων παρουσιάζει μεγάλη θνησιμότητα σε νεαρές ηλικίες, σύμφωνα με τον ΠΟΥ. Παρόλα αυτά, μακροχρόνιες αναδρομικές έρευνες δείχνουν πως το σωματικό βάρος και ο ΔΜΣ δεν μεταβάλλονται κατά την ενήλικη ζωή παρά μόνο παρατηρείται μια μικρή μείωση στους ηλικιωμένους ηλικίας 60 με 70 ετών.

Όπως είναι φυσικό, οι αλλαγές και μεταβολές στη λειτουργικότητα διαφόρων οργάνων που, όπως προαναφέρθηκε, παρατηρούνται στην υπό μελέτη ηλικία, επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στη σύσταση του ανθρώπινου σώματος. Για παράδειγμα, μετά την ηλικία των 20-30 χρόνων η άλιπη μάζα σώματος μειώνεται ενώ η λιπώδης μάζα αυξάνεται. Ο Deurenberg με τους συνεργάτες του υπολόγισαν την περιεκτικότητα σώματος σε λίπος σε διάφορες ηλικίες, σύμφωνα με τον τύπο:

$$\% \text{ σωματικό λίπος} = 1,20 \times \Delta\text{ΜΣ} + 0,23 \times \text{Ηλικία} - 10,8 \times \text{Φύλο} - 5,4$$

$$(r=0.79) \text{ και όπου φύλο: άνδρας} = 1$$

$$\text{γυναίκα} = 0$$

Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, για έναν άνδρα 20 ετών με ΔΜΣ 30 kg/m² το σωματικό λίπος είναι 24,4% , ενώ ένας άνδρας 80 ετών με τον ίδιο ΔΜΣ έχει 38% σωματικό λίπος. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως η άλιπη μάζα ελαττώνεται έως και 40% το χρονικό διάστημα μεταξύ 20 και 70 ετών. Η μέγιστη τιμή της παρουσιάζεται στην ηλικία περίπου των 20 ενώ η αντίστοιχη μέγιστη τιμή λιπώδους μάζας είναι μεταξύ 60 και 70 ετών. Εντούτοις, τόσο η άλιπη όσο και η λιπώδης μάζα μειώνονται μετά τα 70 [22]. Παράλληλα, βλέπουμε ότι για ίδιο ΔΜΣ και ηλικία οι γυναίκες έχουν περισσότερο ποσοστό σωματικού λίπους σε σχέση με τους άντρες.

Εκτός όμως από αλλαγή του μεγέθους, το γήρας χαρακτηρίζεται και από ανακατανομή της άλιπης μάζας και λιπώδους ιστού. Με την αύξηση της ηλικίας επέρχεται μεγαλύτερη σχετική αύξηση του ενδοκοιλιακού λίπους σε σχέση με το υποδόριο ή το ολικό, ενώ υπάρχει και

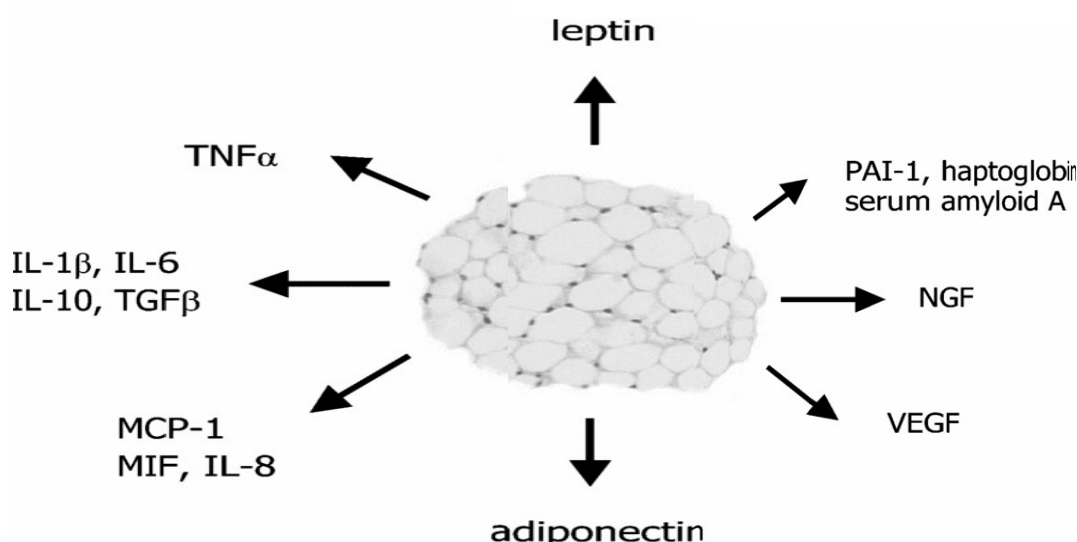
μεγαλύτερη σχετική μείωση της περιφερικής σε σχέση με την κεντρική άλιπη μάζα, λόγω μείωσης κυρίως των σκελετικών μυών.

Ταυτόχρονα, σημειώνεται και μείωση της οστικής μάζας που ερμηνεύεται ως οστεοπενία και οστεοπόρωση και εμφανίζει μεγαλύτερο επιπολασμό στις γυναίκες.[23]

1.2.4 Λιπώδης μάζα σώματος κατά την τρίτη ηλικία

Όπως έχει προαναφερθεί (κεφ 1.2.1), ο λιπώδης ιστός περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του αποθηκευτικού και του ειδικού για το φύλο λίπος και είναι μια μορφή συνδετικού ιστού. Συμπεριλαμβάνει τα λιποκύτταρα, τις φλέβες και τα δομικά στοιχεία, διαθέτει πλούσια αγγείωση και νύρωση από το αυτόνομο κεντρικό σύστημα, ενώ η κατανομή του υπόκειται σε ορμονικό και γενετικό έλεγχο.

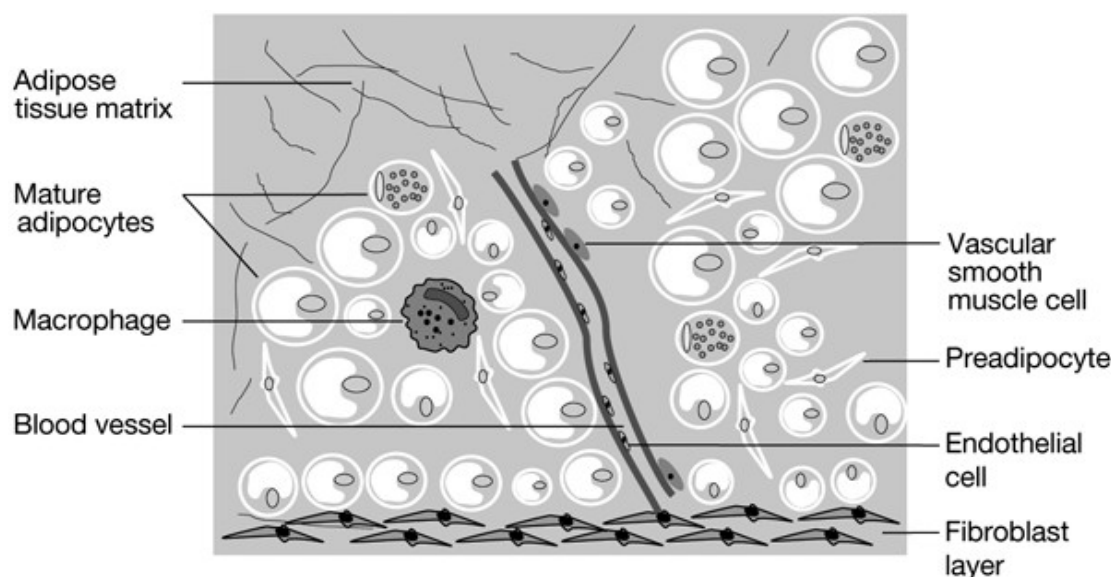
Εκτός από τον αποθηκευτικό, δομικό και προστατευτικό του ρόλο, τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες έρευνες υποστηρίζουν και μία τρίτη λειτουργία του λιπώδους ιστού, την ενδοκρινολογική. Συγκεκριμένα, φαίνεται πως ευθύνεται για την έκκριση βιολογικά ενεργών μορίων τα οποία ρυθμίζουν την πρόσληψη τροφής, επηρεάζουν την δράση άλλων ορμονών, συμμετέχουν στη ρύθμιση του μεταβολισμού του ίδιου του λιπώδους ιστού αλλά και στην έκφραση παραγόντων κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα. Παραδείγματα τέτοιων μορίων αποτελούν η λεπτίνη, η αντιπονεκτίνη, ο παράγοντας νέκρωσης όγκων(TNF-α) και η ιντερλευκίνη-6(IL-6). (σχήμα 5)



Σχήμα 5. Η ενδοκρινική λειτουργία του λιπώδους ιστού

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τόσο την ποσότητα όσο και την κατανομή του λιπώδους ιστού είναι η ηλικία. Στις ανεπτυγμένες χώρες, το γήρας μεταφράζεται για την πλειοψηφία των ενηλίκων ως αύξηση του σωματικού βάρους μεταξύ της πέμπτης και έκτης δεκαετίας της ζωής και πτώση αυτού μετά την ένατη [24]. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο ΠΟΥ σύμφωνα με τον οποίο η λιπώδης μάζα διπλασιάζεται μεταξύ 20 και 60 ετών και συνοδεύεται από παράλληλη πτώση του ΔΜΣ λόγω στους ταυτόχρονης μείωσης της άλιπης μάζας σώματος. Η υπέρμετρη αύξηση του λιπώδους ιστού αντικατοπτρίζεται από την αύξηση στους παχυσαρκίας εφόσον το υπερβάλλον βάρος στους παχύσαρκους αποτελείται κατά 75% από λίπος και 25% άλιπη μάζα[25].

Ταυτόχρονα, με την αύξηση της ηλικίας παρατηρείται και ανακατανομή του λιπώδους ιστού δηλαδή επέρχεται μεγαλύτερη αύξηση του σπλαχνικού και ενδοκοιλιακού λίπους σε σχέση με το υποδόριο και το ολικό [13](σχήμα 6). Η αιτία ανακατανομής τους, δεν είναι γνωστή. Στις γυναίκες, η μείωση των επιπέδων των οιστρογόνων και της αυξητικής ορμόνης μετά την εμμηνόπαυση φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο[22].



Σχήμα 6. Σχηματική απεικόνιση των κυτταρικών στοιχείων και της εξωκυττάριας ουσίας του λιπώδους ιστού

Ωστόσο, το γεγονός ότι η επίπτωση της παχυσαρκίας μειώνεται μετά την ηλικία των 60 ετών δεν υποδηλώνει πως η περίσσεια αποθηκευτικού λίπους είναι ασυνήθιστη στους ηλικιωμένους. Σταδιακά κατά την ενήλικη ζωή όλο και περισσότερο λίπος αποθηκεύεται στο λιπώδη ιστό, αυξάνοντας το μέγεθος και την ποσότητα των λιποκυττάρων [22]. Η διαδικασία αύξησης του αριθμού των λιποκυττάρων φαίνεται να είναι μη αναστρέψιμη. Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει ότι οι ηλικιωμένοι, άνδρες και γυναίκες, που υπερκαταναλώνουν τροφή είναι λιγότερο ικανοί να

μειώσουν την πρόσληψη τροφής και να επιστρέψουν στο ίδιο σωματικό βάρος [14, 26]. Έτσι, τα τελευταία χρόνια είναι πολύ συχνή η εμφάνιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας σε άτομα που βρίσκονται μεταξύ της 6ης και 9ης δεκαετίας ζωής. [24].

1.2.4.α Παχυσαρκία

1.2.4.α.ι. Ορισμός παχυσαρκίας

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας για την τελευταία δεκαετία, η παχυσαρκία αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό χρόνιο μεταβολικό νόσημα, που περιέχει την αλληλεπίδραση κοινωνικών, συμπεριφοριστικών, πολιτισμικών, φυσιολογικών, μεταβολικών και γενετικών παραγόντων ενώ συνοδεύεται από υπέρμετρη συσσώρευση σωματικού λίπους [27]. Χαρακτηριστικά της αποτελούν ο ΔΜΣ, που υπολογίζεται ως το πηλίκο του σωματικού βάρους(kg) προς το τετράγωνο του ύψους(m²), το ποσοστό σωματικού λίπους, καθώς και η περιφέρεια μέσης (ένδειξη υπερβάλλοντος ενδοκοιλιακού λίπους). Σχετικά με το ΔΜΣ, η κατάταξη έχει ως εξής (Πίνακας 3):

Πίνακας 3. Κατάταξη της παχυσαρκίας με βάση το ΔΜΣ) [115]

ΔΜΣ (kg/m ²)	
<18,5	Ελλειποβαρείς
18,5-24,9	Φυσιολογικού Σωματικού Βάρους
25,0-29,9	Υπέρβαροι
30-34,9	Παχύσαρκοι Ι
35-39,9	Παχύσαρκοι ΙΙ
≥40	Θνησιγενής παχυσαρκία

Όμως, επειδή ο ΔΜΣ εξαρτάται από το ύψος και το σωματικό βάρος και όχι από τη σύσταση σώματος, πολλοί θεωρούν ότι δεν αποτελεί διαγνωστικό κριτήριο για την παχυσαρκία πιθανώς διότι κατατάσσει άτομα με αυξημένη μυϊκή μάζα και χαμηλό ανάστημα, όπως κάποιους αθλητές, ως παχύσαρκους. Επομένως, η κατάταξη γίνεται με βάση το % σωματικού λίπους μέσω του DXA (βάση του μοντέλου των τριών διαμερισμάτων) και έτσι στον Πίνακα 4 φαίνονται τα κατώφλια λίπους για το σύνολο του πληθυσμού πάνω από τα οποία το άτομο κάθε φύλου θεωρείται ως παχύσαρκο [28]:

Πίνακας 4. Κατάταξη της παχυσαρκίας με βάση το % σωματικού λίπους [28]

	Υπαρξη παχυσαρκίας βάσει % σωματικού λίπους μέσω DXA
άνδρες	> 25 %
γυναίκες	> 35 %

Ωστόσο, τα παχύσαρκα άτομα διαφέρουν μεταξύ τους όχι μόνο ως προς την ποσότητα του σωματικού λίπους που αποθηκεύουν αλλά και ως προς την κατανομή αυτού στο σώμα. Η κατανομή αυτή, όμως, καθορίζει και τους κινδύνους που σχετίζονται με την παχυσαρκία καθώς και το είδος των διαταραχών που θα προκληθούν. Σύμφωνα, λοιπόν, με τον ΠΟΥ, το υπερβάλλον ενδοκοιλιακό λίπος σχετίζεται άμεσα με την παχυσαρκία και την εμφάνιση των μεταβολικών επιπλοκών της. Έτσι, έχει θεσπίσει κάποια όρια για άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα όπως φαίνεται στον Πίνακα 5:

Πίνακας 5. Τα όρια της περιφέρειας μέσης που σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο για την εμφάνιση μεταβολικών διαταραχών λόγω παχυσαρκίας (ΠΟΥ):

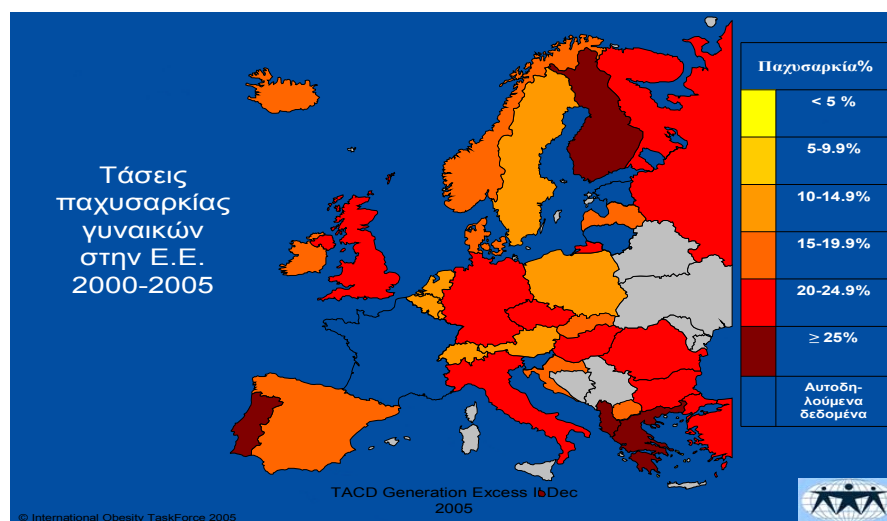
	Περιφέρεια μέσης (cm)	
	Αυξημένος κίνδυνος	Ιδιαίτερα αυξημένος κίνδυνος
άνδρες	≥ 94 cm	≥ 102 cm
γυναίκες	≥ 80 cm	≥ 88 cm

Άλλος τρόπος εκτίμησης του ολικού λίπους σώματος αποτελεί η μέτρηση των δερματικών πτυχών. Οι πιο συνηθισμένες δερματικές πτυχές είναι η δερματοπτυχή δικεφάλου, τρικεφάλου, η υποωμοπλατιαία, η υπερλαγόνια, η μηριαία, η κοιλιακή και η γαστροκνήμια και μπορούν να μας φανερώσουν την κατανομή του υποδόριου λίπους στο σώμα [28].

1.2.4.α.ii. Επιπολασμός της παχυσαρκίας

Ο επιπολασμός της παχυσαρκίας τα τελευταία 25 χρόνια αυξάνεται σε όλες τις ηλικιακές ομάδες σε ολόκληρο τον κόσμο, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του ΠΟΥ. Αυτό συμβαίνει διότι

αυξάνεται τόσο ο πληθυσμός των ηλικιωμένων όσο και το ποσοστό των παχύσαρκων. Τα τελευταία 20 χρόνια η παχυσαρκία στις ΗΠΑ έχει αυξηθεί δραματικά. Πιο συγκεκριμένα, δεδομένα στις ΗΠΑ δείχνουν πως ο επιπολασμός της παχυσαρκίας στην ηλικιακή ομάδα των 60 – 69 ετών είναι μεγαλύτερος στις γυναίκες από ότι στους άνδρες και αγγίζει το 22,9% συνολικά. Από την άλλη μεριά του Ατλαντικού, ο επιπολασμός της παχυσαρκίας φαίνεται να έχει αυξηθεί 10-40% στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, ενώ στις γυναίκες τα ποσοστά αυτά φτάνουν και το 38% (εικόνα 1) [13].

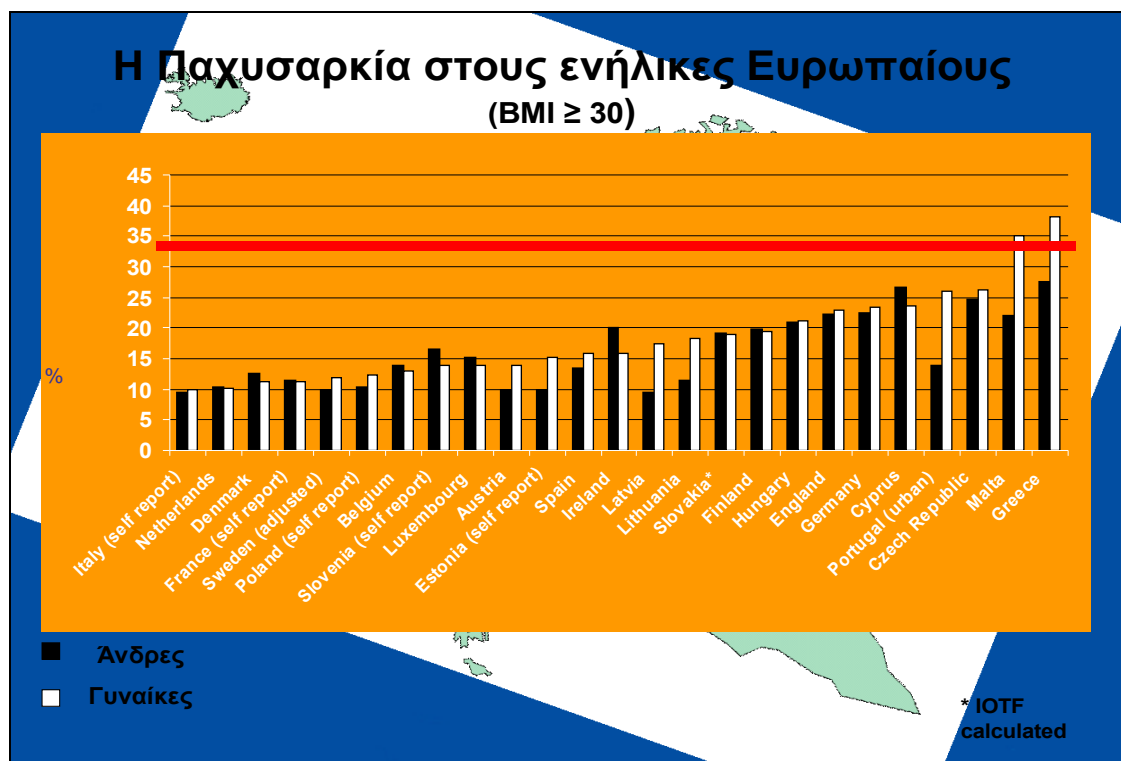


Εικόνα 1. Τάσεις παχυσαρκίας γυναικών στην Ε.Ε. τα έτη 2000-2005 (ΠΟΥ)

Στην Ελλάδα παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση του ποσοστού της παχυσαρκίας τόσο στον ανδρικό όσο και στο γυναικείο πληθυσμό τα τελευταία 35 χρόνια. Πρόσφατη δημοσίευση της Διεθνούς Εταιρείας Μελέτης της Παχυσαρκίας (IOTF-International Obesity Task Force) δείχνει πως ο επιπολασμός του υπέρβαρου και της παχυσαρκίας στις Ελληνίδες είναι ο μεγαλύτερος μεταξύ των Ευρωπαϊκών χωρών (εικόνα 2). Στα μέσα του 1980, η παχυσαρκία στις γυναίκες έφτανε το 23%. Το 1990 η μελέτη EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study) έδειξε πως το ποσοστό των υπέρβαρων και παχύσαρκων γυναικών ανέρχονταν σε 40% και 44% αντίστοιχα [29]. Νεότερα δεδομένα από τη μελέτη ΑΤΤΙΚΑ δείχνουν πως τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 31% και 15% σε γυναίκες ηλικίας 32 – 58 ετών [30].

Πιο αναλυτικά, η μελέτη ΑΤΤΙΚΗ δείχνει πως τα ποσοστά διαφοροποιούνται και αυξάνονται στις ηλικιακές ομάδες των 50-59 και >60 ετών. Οι υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες άγγιζαν

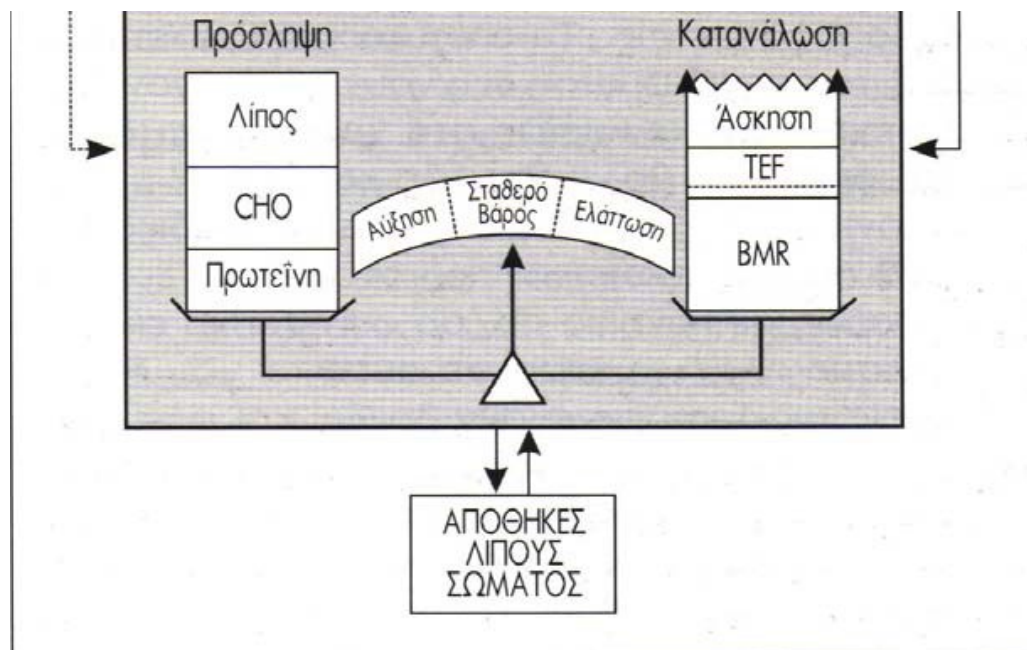
το 50% και 27% στην ηλικιακή ομάδα των 50-59 ετών και το 64% και 18% σε γυναίκες άνω των 60.



Εικόνα 2. Η διακύμανση της ηλικίας και η χρονολογία των δεδομένων στις μελέτες μπορεί να διαφέρει. Λόγω περιορισμένων διαθέσιμων δεδομένων, οι επιπολασμοί δεν είναι τυποποιημένοι βάση ηλικίας. Οι αυτοδηλούμενες έρευνες πιθανώς να υποεκτιμούν τον πραγματικό επιπολασμό. © International Association for the Study of Obesity

1.2.4.α.iii Παθογένεια και αιτιολογία παχυσαρκίας

Η σχέση μεταξύ ενεργειακής πρόσληψης και κατανάλωσης είναι ένας καθοριστικός παράγοντας της λιπώδους μάζας σώματος. Η αύξηση της ολικής λιπώδους μάζας που πραγματοποιείται κατά το γήρας πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ενεργειακή πρόσληψη, την μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση ή και στα δύο μαζί [13](σχήμα 7).



Σχήμα 7.

Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ρύθμιση και, επομένως, τη ρύθμιση του σωματικού βάρους

(CHO=Υδατάνθρακες, BMR= Βασικός μεταβολικός ρυθμός, TEF=Θερμογένεση λόγω τροφής.)

Μια σειρά από περιβαλλοντικούς παράγοντες επηρεάζουν το ισοζύγιο ενέργειας ενώ η επιδεκτικότητα του ατόμου στις περιβαλλοντικές επιδράσεις επηρεάζεται από γενετικούς και βιολογικούς παράγοντες.

Ανάμεσα στους βιολογικούς παράγοντες, η μείωση του ενεργειακού μεταβολισμού και των επιμέρους συστατικών του που συμβαίνει κατά την ενήλικη ζωή, όπως έχει προαναφερθεί, αποτελεί έναν πιθανό σημαντικό συντελεστή της παχυσαρκίας. Παρόμοιοι τέτοιοι συντελεστές αποτελούν οι αλλαγές του ενδοκρινολογικού συστήματος όπως ο υπερπαραθυρεοειδισμός, υπερέκκριση ινσουλίνης, η μείωση της αυξητικής ορμόνης και των γενετικών ορμονών καθώς και η αντίσταση στη λεπτίνη. Τα γονίδια, από την άλλη, φαίνεται να επηρεάζουν πολλές παραμέτρους που σχετίζονται με την ενεργειακή πρόσληψη αλλά και κατανάλωση. Ο βασικός μεταβολικός ρυθμός, η θερμογένεση λόγω τροφής και η διάθεση για εκτέλεση φυσικής δραστηριότητας έχουν γενετικό υπόβαθρο. Τέλος, η κατάθλιψη και η χρήση φαρμάκων φαίνεται να συμβάλλουν ανεξάρτητα στην αύξηση των επιπέδων σωματικού βάρους στους ενήλικες.

Ο νέος τρόπος διαβίωσης των ατόμων έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές τόσο στη φυσική κατάσταση όσο και στις διατροφικές συνήθειες, τα αποτελέσματα των οποίων γίνονται πιο εμφανή στις ηλικίες άνω των 50. Η ενέργεια που δαπανάται σε χειρονακτικές ή ενεργητικές δραστηριότητες κατά τον ελεύθερο χρόνο έχει μειωθεί στους ενήλικες ενώ ταυτόχρονα αυξάνονται οι ώρες τηλεθέασης και καθιστικών δραστηριοτήτων [25]. Ταυτόχρονα, η φυσική δραστηριότητα, μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας [31]. Η μείωση της φυσικής δραστηριότητας στους ηλικιωμένους οφείλεται τόσο σε προσωπικούς παράγοντες, όπως ο φόβος τραυματισμού και η κατάσταση υγείας όσο και σε εξωτερικούς παράγοντες δηλαδή η οικονομική κατάσταση, το επίπεδο μόρφωσης, η ευκολία μετακίνησης κλπ [32]. Παράλληλα, αυξάνεται η διαθεσιμότητα τροφίμων υψηλής ενεργειακής και λιπιδαιμικής πυκνότητας και μεγάλης γευστικότητας, τα οποία συνοδεύονται από επιθετική διαφήμιση [25].

Από τις μελέτες που αναζητούν τις διατροφικές αιτίες της παχυσαρκίας, οι περισσότερες έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους στην επίδραση που έχει η πρόσληψη ενέργειας και των μακρο-θρεπτικών συστατικών στη ρύθμιση του σωματικού βάρους[33]. Αντίθετα, λιγότερο ενδιαφέρον δίνεται στο ρόλο των μικρο-θρεπτικών συστατικών, παρόλο που μικροσυστατικά όπως το ασβέστιο και η βιταμίνη D όπως θα δείξουμε παρακάτω συμβάλλουν στη ρύθμιση της παχυσαρκίας και την μείωση του σωματικού λίπους σε όλες σχεδόν τις ηλικιακές ομάδες.

1.2.4.α iv Επιπλοκές της παχυσαρκίας

Η παχυσαρκία προκαλεί σοβαρές χρόνιες αλλά και υποτροπιάζουσες επιπλοκές που οδηγούν σε εξασθενημένη ποιότητα ζωής αλλά και σε πρόωρο θάνατο. Ενδεικτικά, αξίζει να αναφερθεί ότι παχύσαρκα άτομα ηλικίας 20-40 ετών έχουν μειωμένο προσδόκιμο επιβίωσης από 6 μέχρι 13 χρόνια. Αναμφίβολα, τα άτομα με υπερβάλλον σωματικό βάρος είναι πιο επιρρεπή στην εμφάνιση δυσλειτουργιών σε συγκεκριμένα όργανα ή συστήματα του σώματος. Οι σημαντικότερες επιπλοκές της παχυσαρκίας βάσει του CDC είναι οι εξής [25]:

- Υπέρταση: Η προσαρμοσμένη για την ηλικία- συχνότητα εμφάνισης υψηλής αρτηριακής πίεσης, αυξάνεται με την αύξηση του ΔΜΣ σε άνδρες και γυναίκες. Η παθοφυσιολογία της υπέρτασης σχετίζεται ισχυρά με την αντίσταση των αρτηριών, τον όγκο αίματος και την καρδιακή παροχή.
- Δυσλιπιδαιμία: Το διαταραγμένο λιπιδαιμικό προφίλ συνίσταται από διαταραχή στις επόμενες παραμέτρους:
 - Υψηλή ολική χοληστερόλη: Τα επίπεδα της είναι συνήθως πιο αυξημένα σε άτομα με κεντρικού τύπου παχυσαρκία.
 - Υψηλά τριγλυκερίδια: τα οποία σχετίζονται με υψηλές τιμές ΔΜΣ .
 - Χαμηλή HDL: Αλλαγές στο ΔΜΣ σχετίζονται με αλλαγές στην HDL χοληστερόλη. Αλλαγή στο ΔΜΣ κατά 1 μονάδα σχετίζεται με αλλαγή HDL χοληστερόλης κατά 1,1 mg/dl σε νέους ενήλικες άνδρες.
- Σακχαρώδης διαβήτης II: Ο σχετικός κίνδυνος για διαβήτη αυξάνεται περίπου 25% για κάθε επιπρόσθετη μονάδα ΔΜΣ πάνω από 22 kg/m²
- Στεφανιαία νόσος: Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι η παχυσαρκία και το υπερβάλλον ενδοκοιλιακό λίπος σχετίζεται άμεσα με καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου.
- Συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια: Η παχυσαρκία έχει αναγνωριστεί ως σημαντικός και ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια.
- Εμφραγμα μυοκαρδίου: Το υπερβάλλον σωματικό βάρος ίσως συνεργεί στο κίνδυνο εμφάνισης εμφράγματος, ανεξάρτητα από την υπέρταση και το σακχαρώδη διαβήτη.
- Χολολιθίαση: Έχει αποδειχθεί ότι ο κίνδυνος εμφάνισης χολόλιθων αυξάνεται με την αύξηση του βάρους στους ενήλικες.
- Οστεοαρθρίτιδα: Υπέρβαροι και παχύσαρκοι φαίνεται να εμφανίζουν συχνότερα συμπτώματα οστεοαρθρίτιδας (κυρίως γυναίκες).
- Ουρική αρθρίτιδα: Η παχυσαρκία φαίνεται να συνεργεί στην αύξηση της συχνότητας της ουρικής αρθρίτιδας και συγκεκριμένα συνδέεται με την αύξηση του ΔΜΣ.

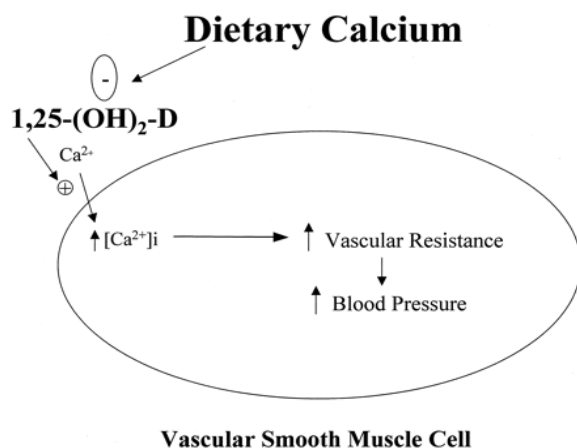
- Άπνοια ύπνου: Τα περισσότερα άτομα που εμφανίζουν άπνοια ύπνου έχουν ΔΜΣ > 30kg/m² και υπερβάλλον ενδοκοιλιακό λίπος.
- Καρκίνος: Η παχυσαρκία έχει ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση διάφορων μορφών καρκίνου. Έρευνες έχουν δείξει πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της παχυσαρκίας και του καρκίνου του κόλον ιδιαίτερα για τους άνδρες. Επίσης, επιδημιολογικά δεδομένα δείχνουν πως η παχυσαρκία σχετίζεται ευθέως με τη θνησιμότητα από καρκίνο του στήθους, επικρατέστερα στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Ακόμη, ο κίνδυνος για καρκίνο της μήτρας τριπλασιάζεται σε γυναίκες με ΔΜΣ > 30kg/m², συγκρίνοντας με γυναίκες κανονικού βάρους.
- Γονιμότητα: Η παχυσαρκία σχετίζεται με διαταραχές της έμμηνου ρύσης και αμηνόρροια σε προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.
- Ψυχολογικές διαταραχές: Ο κοινωνικός στιγματισμός, το binge eating και η διαταραγμένη εικόνα σώματος είναι λίγες από τις ψυχολογικές επιπλοκές των παχύσαρκων.

1.2.4.β Λιπώδης μάζα και διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D

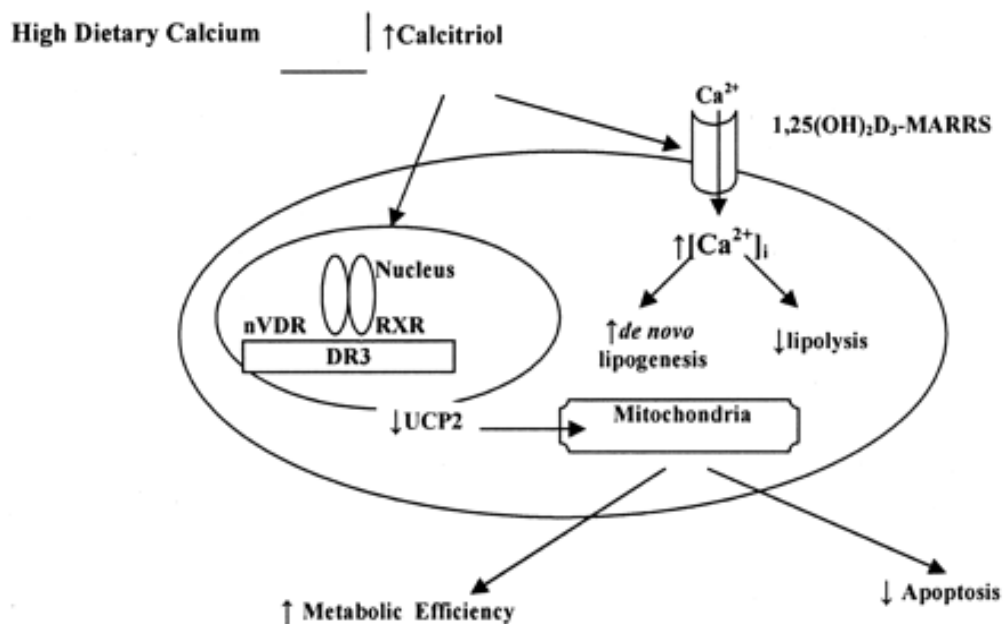
Πρόσφατες έρευνες, αναδεικνύουν την πιθανή συμμετοχή των γαλακτοκομικών και των συστατικών τους (ασβεστίου, βιταμίνης D και μιας ποσότητας και είδους πρωτεϊνών) στη διαχείριση του σωματικού βάρους [34]. Συγκεκριμένα, επιδημιολογικές μελέτες σε cross-sectional επίπεδο φανερώνουν την αρνητική σχέση μεταξύ πρόσληψης ασβεστίου και γαλακτοκομικών με δείκτες λιπώδους ιστού [35-40].

Διάφορες κλινικές μελέτες έχουν παρουσιάσει αρνητική σχέση μεταξύ της υψηλής πρόσληψης ασβεστίου και σχετικών με την παχυσαρκία μεταβολικών αναταραχών όπως η υπέρταση (σχήμα 8) [41-44], ο διαβήτης και η ινσουλινοαντίσταση [43-47]. Άλλα στοιχεία παρουσιάζουν αντίστροφη ένωση μεταξύ της πρόσληψης ασβεστίου, του σωματικού βάρους [48-50] και του κινδύνου για παχυσαρκία [51]. Επιπλέον, μερικές ερευνητικές ομάδες έχουν εκθέσει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ασβεστίου και του σωματικού λίπους, ιδιαίτερα στις γυναίκες [50-52] και στα παιδιά [53-55]. Τέλο

Σχήμα 8. Μηχανισμός της διαμόρφωσης της πίεσης αίματος από το διαιτητικό ασβέστιο. Η 1,25-(OH)₂-D υποκινεί την εισροή ασβεστίου στα ομαλά αγγειακά κύτταρα μυνών και με αυτόν τον τρόπο αυξάνει τον αγγειακό παλμό και την πίεση αίματος. Το διαιτητικό ασβέστιο μειώνει το ερέθισμα για την εισροή Ca²⁺ καταστέλλοντας την παραγωγή 1.25-(OH)₂-D [44]



Η σχέση μεταξύ του διαιτητικού ασβεστίου και του ενδοκυτταρικού ασβεστίου στα λιποκύτταρα ($[Ca^{2+}]$) εξετάστηκε από τον Zemel και τους συνεργάτες του [44, 51, 58, 59] και βρέθηκε μια αντίστροφη σχέση μεταξύ διαιτητικού ασβεστίου και ενδοκυτταρικού ασβεστίου $[Ca^{2+}]$. Φαίνεται ότι μια αύξηση στη διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου οδηγεί σε μια μείωση του ενδοκυτταρικού ασβεστίου $[Ca^{2+}]$, το οποίο αυξάνει στη συνέχεια τη λιπόλυση [51]. Αντίθετα, η μικρή πρόσληψη ασβεστίου προκαλεί τις υψηλές συγκεντρώσεις ορμονών αίματος παραθορμόνης και 1,25δωδρόξυ βιταμίνης D, που θα μπορούσαν να αυξήσουν το ενδοκυτταρικό ασβέστιο $[Ca^{2+}]$ στα ανθρώπινα λιποκύτταρα, αναστέλλοντας τη λιπόλυση και προκαλώντας λιπογένεση.[44, 51]. Κατά συνέπεια, μια αύξηση ενδοκυτταρικού ασβεστίου $[Ca^{2+}]$ προτείνεται ότι προωθεί τη συσσώρευση τριακυλογλυκερολών στα λιποκύτταρα μέσω ενός συντονισμένου ελέγχου της λιπογένεσης και της λιπόλυσης [58]. Η αύξηση ενδοκυτταρικού ασβεστίου $[Ca^{2+}]$ καταστέλλει την τελευταία, με συνέπεια την αποθήκευση λιπιδίων και την υπερτροφία των λιποκυττάρων. (σχήμα 9)

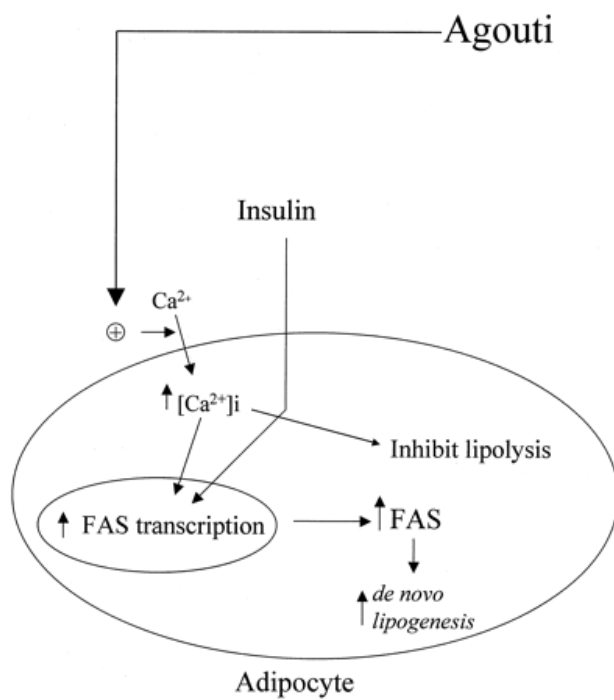


Σχήμα 9. Μια ενσωματωμένη περίληψη των μηχανισμών δράσης του ασβεστίου στο λιποκύτταρο

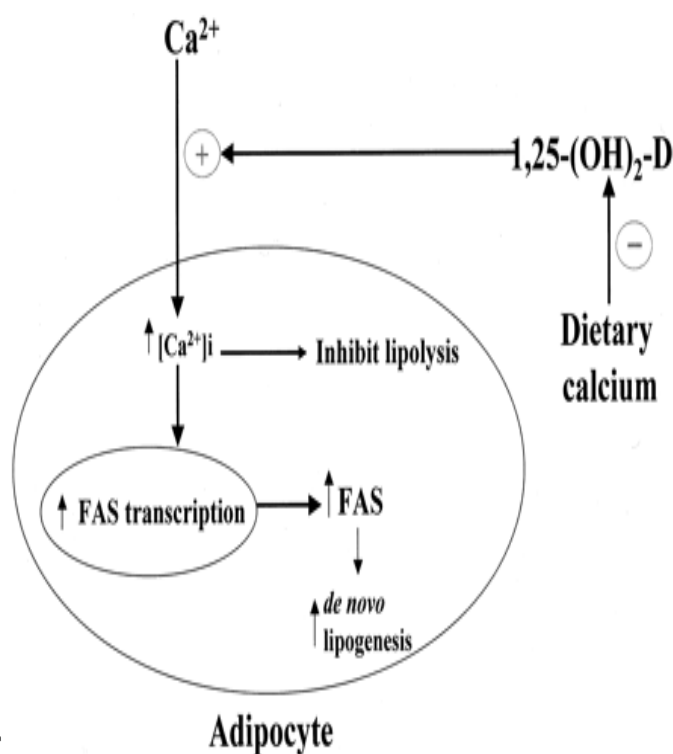
Οι μελέτες του μηχανισμού της δράσης του *agouti*, ένα γονίδιο παχυσαρκίας που εκφράζεται στα ανθρώπινα λιποκύτταρα, καταδεικνύουν ότι η πρωτεΐνη *agouti* ρυθμίζει την εισροή ασβεστίου [59, 60] και προωθεί την ενεργειακή αποθήκευση στα ανθρώπινα λιποκύτταρα με αποτέλεσμα την υποκίνηση της έκφρασης και της δραστηριότητας της συνθάσης λιπαρού οξέος, ένα βασικό ένζυμο στη *de novo* λιπογένεση, και την παρεμπόδιση της λιπόλυσης σε ένα ασβέστιο-εξαρτώμενο μοντέλο. [61, 62]. Αυτή τη δράση του *agouti* μιμούνται πλήρως οι αγωνιστές των υποδοχέων ασβεστίου και την εμποδίζουν οι ανταγωνιστές των υποδοχέων ασβεστίου [61, 62].

Επιπλέον, πειράματα σε ποντίκια με τροποποιημένο γονίδιο *agouti* με έναν αγωνιστή των υποδοχέων ασβεστίου, ο οποίος οδήγησε σε σημαντικές μειώσεις τη λιπογένεση και τη λιπώδη διαμόρφωση των λιποκυττάρων διαμορφώνει την εμφάνιση του λιποκύτταρου από το γονίδιο *agouti*. Το *agouti* υποκινεί την εισροή Ca^{2+} στο λιποκύτταρο. Αυξανόμενο το ενδοκυτταρικό ασβέστιο ($[Ca^{2+}]_i$) υποκινεί τη μεταγραφή και τη δραστηριότητα της συνθάσης λιπαρού οξέος (FAS), που προκαλεί αύξηση της *de novo* λιπογένεσης και μείωση της λιπόλυσης, με συνέπεια τα αποθέματα τριακυλογλυκερολών του λιποκυττάρου να επεκτείνονται.

Σχήμα 10. Διαμόρφωση του έκφραζαν το γονίδιο *agouti* με έναν αγωνιστή των υποδοχέων ασβεστίου, ο οποίος οδήγησε σε σημαντικές μειώσεις τη λιπογένεση και τη λιπώδη διαμόρφωση των λιποκυττάρων διαμορφώνει την εμφάνιση του λιποκύτταρου από το γονίδιο *agouti*. Το *agouti* υποκινεί την εισροή Ca^{2+} στο λιποκύτταρο. Αυξανόμενο το ενδοκυτταρικό ασβέστιο ($[Ca^{2+}]_i$) υποκινεί τη μεταγραφή και τη δραστηριότητα της συνθάσης λιπαρού οξέος (FAS), που προκαλεί αύξηση της *de novo* λιπογένεσης και μείωση της λιπόλυσης, με συνέπεια τα αποθέματα τριακυλογλυκερολών του λιποκυττάρου να επεκτείνονται.



Υπάρχει, επίσης, η περίπτωση που η 1,25διυδροξυβιταμίνη D ρυθμίζει την εισροή ασβεστίου στο λιποκύτταρο, και μπορεί να οδηγήσει στην υποκίνηση της λιπογένεσης, την παρεμπόδιση της λιπόλυσης, και την επέκταση των αποθηκών τριγλυκεριδίων στα λιποκύτταρα. Σε αυτή την περίπτωση, η καταστολή των επιπέδων 1,25διυδροξυβιταμίνη D με την αύξηση του διαιτητικού ασβεστίου μπορεί να εμποδίσει την αποθήκευση λίπους και να προωθήσει την απώλεια βάρους (σχήμα 11)



Σχήμα 11. Ο ρόλος του διαιτητικού ασβεστίου στη διαμόρφωση του μεταβολισμού λιπιδίων στο λιποκύτταρο. Η 1,25-(OH)₂-D υποκινεί την εισροή Ca²⁺ στο λιποκύτταρο. Αυτό οδηγεί στην υποκίνηση της μεταγραφής και της δραστηριότητας της συνθάσης λιπαρού οξέος (FAS), στην αύξηση της *de novo* λιπογένεσης και στη μείωση της λιπόλυσης. Συνεπώς, οι αποθήκες τριακυλογλυκερολών στο λιποκύτταρο αυξάνονται. Το διαιτητικό ασβέστιο μειώνει το ερέθισμα για την εισροή Ca²⁺ με την καταστολή της παραγωγής 1,25-(OH)₂-D. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπει την μείωση της λιπογένεσης και την αύξηση της λιπόλυσης, με συνέπεια τα μειωμένα αποθέματα τριακυλογλυκερολών του λιποκυτάρρου.

1.2.5 Άλιπη μάζα σώματος κατά την τρίτη ηλικία

Η άλιπη μάζα σώματος μειώνεται κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής [64, 65]. Το 1972, ο Novak και οι συνεργάτες του [12] με μέτρηση ολικού καλίου του οργανισμού ως δείκτη άλιπης σωματικής μάζας παρατήρησε πως το ολικό κάλιο μειώνεται στους άνδρες μεταξύ 41 με 60 ετών ενώ στις γυναίκες μετά τα 60. Νεότερες μελέτες, όπως αυτή των Kyle et al δείχνουν πως η άλιπη μάζα σώματος μειώνεται σημαντικά στους άνδρες μετά τα 60 έτη ενώ στις γυναίκες μετά τα 75, ενώ σημαντική μείωση του ολικού καλίου παρατηρείται και στα δύο φύλλα μετά τα 60 έτη. Τέλος, η μελέτη Framingham έδειξε ότι το 45% του πληθυσμού των γυναικών ηλικίας 65-74 ετών και το 63% των γυναικών ηλικίας 75-84 ετών δεν μπορούσαν να σηκώσουν βάρος 4,5 κιλών. Σήμερα πλέον, οι περισσότερες επιστημονικές έρευνες υποστηρίζουν πως η άλιπη μάζα σώματος παρουσιάζει σημαντική ελάττωση μεταξύ 4ης και 5ης δεκαετίας και εντονότερα σε άτομα που ακολουθούν το πρότυπο της καθιστικής ζωής. Έτσι, το 5-10% των ενηλίκων καταλήγει στην κατάσταση της σαρκοπενίας μετά τα 60 έτη, φτάνοντας το 50% στην ηλικιακή ομάδα των 80 ετών σε υγιείς και περιπατητικούς ηλικιωμένους. Η ισχνή μάζα σώματος αποτελείται από την άλιπη μάζα σώματος και τα απαραίτητα λιπίδια ή διαφορετικά από απαραίτητα λιπίδια και όλα τα άλιπα χημικά στοιχεία και ιστούς συμπεριλαμβανομένου του νερού, των μυών, του συνδετικού ιστού καθώς και τα μέταλλα των ιστών και τα εσωτερικά όργανα. Ο μυϊκός ιστός, από την άλλη, είναι ο μεγαλύτερος σε μάζα ιστός του ανθρώπινου σώματος και φτάνει το 45% και το 36% στους άνδρες και τις γυναίκες αντίστοιχα. Η σύστασή του απαρτίζεται από 75% νερό, 20% πρωτεΐνες και το υπόλοιπο 5% από ανόργανα άλατα, ιόντα νατρίου, καλίου, χλωρίου, ασβεστίου, μαγνησίου και φωσφόρου, ενδομυϊκά τριγλυκερίδια και γλυκογόνο. Οι μύες και συγκεκριμένα οι σκελετικές μυϊκές ίνες είναι υπεύθυνες για την εκούσια κίνηση, υπό την επίδραση του νευρικού συστήματος, αλλά και της στάσης του σώματος. Ενώ οι λείοι μύες ευθύνονται κυρίως για τις ακούσιες κινήσεις του αυτόνομου νευρικού συστήματος.

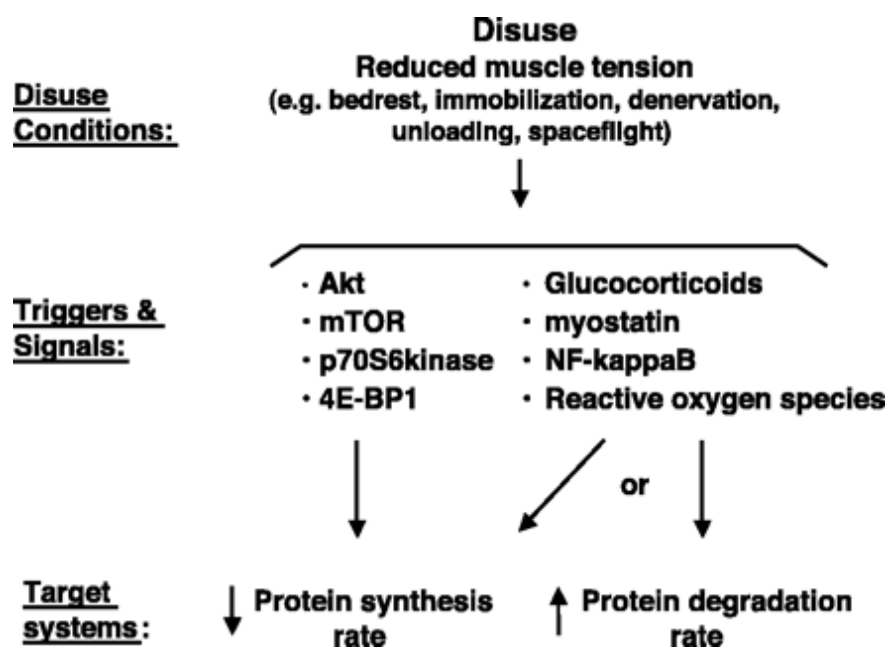
Ο ρυθμός μείωσης της μυϊκής δύναμης, λόγω γήρανσης, παραμένει άγνωστος. Πρόσφατες έρευνες του ΠΟΥ σε cross-sectional επίπεδο δείχνουν πως η ελάττωση της μυϊκής μάζας και δύναμης είναι εξίσου εντυπωσιακή και στα δύο φύλα. Ωστόσο, η μεταβολή είναι εντονότερη στους άνδρες, οι οποίοι είναι πιο δυνατοί από τις γυναίκες σε όλες τις ηλικιακές ομάδες και η μείωση είναι μεγαλύτερη [66]. Στις γυναίκες από την άλλη, η μείωση επιταχύνεται μετά την εμμηνόπαυση, αναδεικνύοντας το ρόλο των οιστρογόνων στη διατήρηση της ισχνής μάζας, πέραν της συμμετοχής τους στην οστεοπόρωση. Αναφορικά, οι Flynn et al [64] μέτρησαν την κυτταρική μάζα σώματος με TBK σε δύο διαστήματα διάρκειας 18 χρόνων σε 564 άνδρες και 61 γυναίκες. Ενώ οι άνδρες που μετρήθηκαν μετά τα 40 για πρώτη φορά εμφάνισαν μια μέτρια

ελάττωση (0,3 kg/χρόνο), οι γυναίκες της ίδιας ηλικίας δε φαίνεται να παρουσίασαν κάποια διαφορά.

Αντίθετα, μια μικρή έρευνα των Roehlman et al επαληθεύει την επίδραση της εμμηνόπαυσης στην ισχνή μάζα σώματος, εφόσον οι γυναίκες που βίωσαν την εμμηνόπαυση είχαν μεγαλύτερη μείωση της άλιπης μάζας σώματος, αύξηση της λιπώδους μάζας και πτώση του μεταβολικού ρυθμού από τις γυναίκες που συνέχισαν να έχουν εμμηνόρροια [67].

Αυτή η συσχετιζόμενη με την ηλικία αλλαγή, γίνεται ακόμη πιο έντονη όταν εκφράζεται σε σχέση με τη μυϊκή μάζα αντί της ολικής άλιπης μάζας σώματος (σχήμα 12). Η μακροχρόνια μελέτη της Βαλτιμόρης (Baltimore longitudinal Study, an aging cohort) μελέτησε την ποσότητα της μυϊκής μάζας (με τη μέθοδο της 24ωρης συλλογής κρεατινίνης) σε 959 υγιείς άνδρες μεταξύ 20 και 97 ετών και βρέθηκε πως η μείωση ήταν τραγική μετά την ηλικία των 60 ετών [65].

Η μείωση της μυϊκής μάζας και οι συνέπειές της μπορούν να οδηγήσουν στην κατάσταση της σαρκοπενίας μετά από κάποια ηλικία. Ωστόσο, ο προσδιορισμός του ακριβή κλινικού διαχωρισμού της σαρκοπενίας από τη σταδιακή μείωση της άλιπης μάζας σώματος δεν λαμβάνει διεθνή ομοφωνία [64, 68].



Σχήμα 12. Ερεθίσματα και συστήματα στόχων που εμπλέκονται στους διάφορους όρους αχρηστίας που παράγουν την ατροφία σκελετικών μυών.

1.2.5.α Σαρκοπενία

1.2.5.α.ι. Ορισμός σαρκοπενίας

Σαρκοπενία είναι η απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης με την πάροδο της ηλικίας [64]. Η κατάσταση αυτή διαφέρει από τη μείωση της μυϊκής μάζας που οφείλεται σε φλεγμονώδεις νόσους ή σε ελάττωση του σωματικού βάρους, η οποία προέρχεται από κακή θρέψη λόγω παρατεταμένης νηστείας ή κακής θρέψης [69].

Σημαντική, ωστόσο, φαίνεται να είναι και η σχέση της σαρκοπενίας με το σωματικό βάρος. Η μείωση του βάρους δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξή της, μπορεί όμως να την επισπεύσει [64]. Η απειλή της απώλειας σωματικού βάρους για τη σαρκοπενία γίνεται πιο έντονη στις οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες όπου παρατηρείται μείωση του βάρους μετά την ηλικία των 60 ετών [65]. Παρόλα αυτά, η σαρκοπενία μπορεί να εμφανιστεί και σε καταστάσεις που συνοδεύονται από υπερβάλλον σωματικό βάρος, όπως η παχυσαρκία. Η σαρκοπενική παχυσαρκία είναι ένα αναδυόμενο επείγον πρόβλημα δημόσιας υγείας κι αυτό γιατί αν και η αύξηση βάρους οδηγεί σε αύξηση της ισχύος όσο και της λιπώδους μάζας, η παχυσαρκία στους ηλικιωμένους δρα συνεργικά με τη σαρκοπενία με αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση της ανικανότητας.

1.2.5.α.ii. Επιπολασμός της σαρκοπενίας

Η σαρκοπενία αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες επιδημιολογικές τάσεις της εποχής εφόσον εμφανίζεται σε όλο και νεότερες ηλικίες της τρίτης ηλικίας, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται και αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης. Η σημασία της μελέτης της, όμως, έγκειται στο γεγονός πως είναι μία από τις κυριότερες αιτίες αδυναμίας, αναπηρίας/ ανικανότητας και μείωσης της ανεξαρτησίας των ηλικιωμένων. Πρόσφατες μετρήσεις στις ΗΠΑ δείχνουν πως το κόστος περίθαλψης λόγω ευπάθειας στους ηλικιωμένους, συμπεριλαμβανομένου και της συνεισφοράς της οστεοπόρωσης, είναι 18 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Ο επιπολασμός της κατάστασης αυτής φαίνεται να διαφοροποιείται ανάλογα με τη μέθοδο εκτίμησής της, το φύλο και την ηλικία. Οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν τη μέθοδο της απόστασης των τυπικών αποκλίσεων(2SD) από τη μέση φυσιολογική τιμή της μυϊκής μάζας υγιών νέων ενηλίκων. Έρευνες, όπως η Έρευνα Ηλικιωμένων Νέου Μεξικού[66, 70], έδειξαν πως ο επιπολασμός της σαρκοπενίας είναι 13-24% σε άτομα κάτω των 70 ετών, ενώ φτάνει το 50% σε άτομα μεγαλύτερα των 80 ετών. Παρόμοιες μελέτες δείχνουν πως συνολικά η σαρκοπενία φτάνει το 22,6% στις γυναίκες και το 26,8% στους άνδρες [66]. Τέλος, ένα άλλο σημαντικό εύρημα αυτών

των μελετών είναι πως η μείωση της μυϊκής μάζας ήταν μεγαλύτερη σε μικρόσωμους άνδρες και γυναίκες.

1.2.5.α.iii. Αιτιολογικοί παράγοντες σαρκοπενίας

Το πρόβλημα της σαρκοπενίας είναι πολυπαραγοντικό/ λειτουργικό και επιδέχεται πλήθος πιθανών εξηγήσεων. Οι παράγοντες αυτοί συνεισφέρουν με διαφορετικό βαθμό στη μείωση - λόγω ηλικίας- της μυϊκής μάζας, δύναμης και ποιότητας καθώς και στο ποσοστό λειτουργικής βλάβης. Ακόμη, είναι πιθανό η αιτιολογική σημασία των μηχανισμών να διαφοροποιείται και να ποσοτικοποιείται ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα, το φύλο και τη φυσική κατάσταση [68]. Εκτός, όμως, από τους φυσιολογικούς μηχανισμούς που σχετίζονται με την ηλικιακή ομάδα και τη μυϊκή μάζα, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες συσχέτισης όπως ορμονικοί, μεταβολικοί, διατροφικοί, ανοσολογικοί και μοριακοί(Σχήμα 9). Έτσι παρατηρείται κάποιοι από τους παράγοντες αυτούς είναι σταθεροί(μη τροποποιήσιμοι) όπως φύλο, ηλικία, ορμονικό και ανοσολογικό σύστημα, ενώ υπάρχουν και άλλοι που παρεμβαίνοντας σε αυτούς μπορεί να αποτραπεί το αποτέλεσμα ή να επιτευχθεί καθυστέρηση της εμφάνισης της σαρκοπενίας και αυτοί είναι η φυσική δραστηριότητα και η διατροφή.

Πίνακας 6.Αιτιολογικοί παράγοντες σαρκοπενίας [68]

Μη τροποποιήσιμοι	Τροποποιήσιμοι
Ηλικία	Διατροφή
Φύλο	Φυσική δραστηριότητα
Φυσική κατάσταση	
Ορμόνες	
Μεταβολισμός	
Ανοσολογικό σύστημα	

Πιο αναλυτικά οι παράγοντες:

Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες

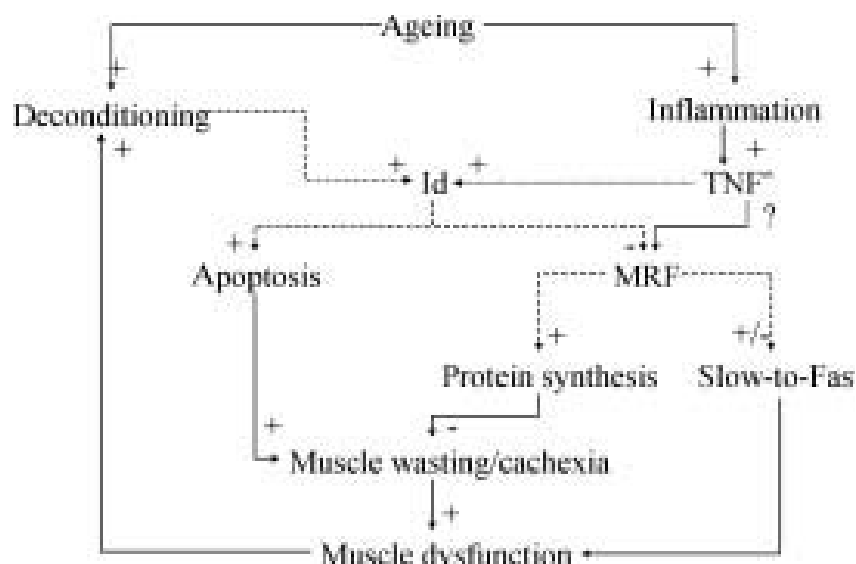
Τρία είναι τα κύρια συστήματα που ευθύνονται για την ποιοτική και ποσοτική αδυναμία: το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), το μυϊκό και το ενδοκρινικό/ ορμονικό σύστημα.

Στο ΚΝΣ εμφανίζονται αλλαγές που έχουν σχέση με την απώλεια νευρώνων μια διαδικασία που συμβαίνει καθ' όλη τη διάρκεια ζωής και είναι ανεξάρτητη. Ταυτόχρονα, όμως, με τη μείωση της ποσότητας επέρχεται και πτώση της λειτουργικότητάς τους που μπορεί να φθάσει έως και τρέμουλο ή αδυναμία [72]. Τέλος, οι νευρώνες έχουν τη δυναμικότητα μεταβολής της ενεργοποίησής τους ανάλογα με το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας. Όταν το σώμα διατηρείται σε καλή φυσική κατάσταση η ενεργοποίηση είναι θετική ενώ σε καταστάσεις καθιστικής ζωής, αρνητική. Με την πάροδο της ηλικίας παρατηρείται, επίσης, και μείωση στην “ειδική” δύναμη που παράγεται μεμονωμένα από κάθε μυϊκό κύτταρο στους ηλικιωμένους (ποιότητα δύναμης) και συγχρόνως μείωση στον αριθμό μυϊκών κυττάρων (μυϊκή μάζα). Οι αλλαγές αυτές εντοπίζονται ως προς τον τύπο των μυϊκών ινών και την ικανότητα συσταλτικότητας. Ωστόσο, τα δεδομένα είναι περιορισμένα και υστερούν ως προς το μέγεθος και το είδος (γυναίκες) του δείγματος και την ομοιογένεια των μεθόδων.

Επίσης, πολλές είναι οι ορμόνες που επηρεάζουν τη μυϊκή μάζα και μπορούν να εμποδίσουν τη λειτουργία της. Οι αναβολικές ορμόνες, όπως η αυξητική ορμόνη, η τεστοστερόνη και τα οιστρογόνα μειώνονται κατά το γήρας και μπορούν να οδηγήσουν σε μυϊκή ατροφία και σαρκοπενία [68]. Τα οιστρογόνα και η τεστοστερόνη φαίνεται να παίζουν ρόλο στη διαμόρφωση μιας υποκλινικής φλεγμονώδους απάντησης στους ηλικιωμένους. Πιο συγκεκριμένα, η εμμηνόπαυση στις γυναίκες σχετίζεται με μείωση της συγκέντρωσης 17β-εστραδιόλης. Ενώ η ραγδαία μείωση της μυϊκής απόδοσης κατά την περιεμμηνόπαυση φαίνεται να σχετίζεται με την πτώση των ωοθηκικών ορμονών [66]. Αντίθετα, αν και πτώση της αυξητικής ορμόνης σχετίζεται θετικά με μείωση της άλιπης μάζας σώματος φαίνεται πως δε αποτελεί κεντρικό παράγοντα σαρκοπενίας.

Στη συνέχεια, η ενεργοποίηση του ανοσολογικού συστήματος συνοδεύεται από παραγωγή φλεγμονωδών κυτοκινών όπως ιντερλευκίνη-1β(IL-1), ο νεκρωτικός παράγοντας όγκου(TNF), ιντερλευκίνη-6(IL-6), οι οποίες έχουν την ικανότητα εξαγωγής αμινοξέων από τους μύες [73-75]. Η διαδικασία αυτή, έχει περιγραφεί σε οξείς νόσους ή χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις όπως HIV και η ρευματοειδής αρθρίτιδα.

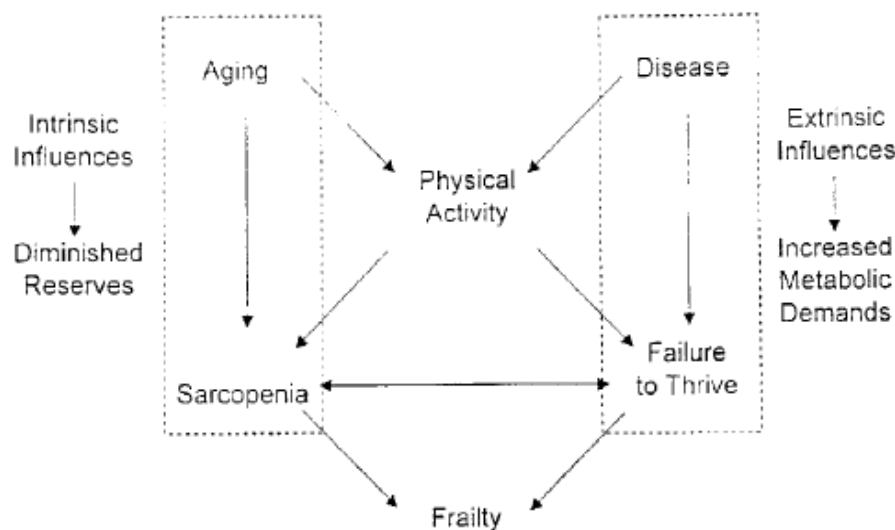
Όλες οι παραπάνω μεταβλητές ενισχύουν τη θεωρία ότι το γήρας σχετίζεται με υποκλινική φλεγμονώδη κατάσταση , που οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή καταβολικών κυτταροκινών που σε συνδυασμό με ελαττωμένη πρόσληψη πρωτεϊνών από τη διατροφή, προκαλεί σαρκοπενία [64]. (σχήμα 13)



Σχήμα 13. Ο ρόλος των ρυθμιστικών παραγόντων (MRFs) και των ανασταλτικών παραγόντων των πρωτεϊνών διαφοροποίησης (Id) στον μυ που επηρεάζεται κατά τη διάρκεια της γήρανσης. [76]

Τροποποιήσιμοι παράγοντες

Ως προς τους τροποποιήσιμους παράγοντες, η αποχή από τη φυσική δραστηριότητα φαίνεται να σχετίζεται με την εμφάνιση και την εξέλιξη της σαρκοπενίας. Πλέον η αρνητική σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και σκελετικής μυϊκής μάζας είναι αποδεδειγμένη για τους ηλικιωμένους [66]. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη περισσότερες έρευνες που αποδεικνύουν πως η άσκηση με αντιστάσεις μπορεί να έχει αναστρέψιμα αποτελέσματα στη σαρκοπενία, ενισχύοντας με στοιχεία τη σχέση φυσικής δραστηριότητας και σκελετικής μυϊκής μάζας και δύναμης. Παρόλα, όμως, τα δεδομένα το καταλληλότερο είδος, διάρκεια και ένταση άσκησης υγιών ηλικιωμένων ανδρών και γυναικών δεν έχει αποσαφηνιστεί ακόμη. Επίσης, υπό διερεύνηση είναι τα οφέλη της άσκησης με αντιστάσεις ή άλλων ειδών σε συγκεκριμένες ομάδες ηλικιωμένων που βρίσκονται σε κίνδυνο.



Σχήμα 14. Σχέση μεταξύ σαρκωπενίας, έλλειψης ισορροπίας και έκβασης ασθενειών (Roubenoff and Harris, 1997)

Τέλος είναι αναγνωρισμένο πως η γήρανση συνδέεται με μείωση της πρόσληψης τροφής. Το φαινόμενο αυτό λέγεται “γεροντική ανορεξία” και θεωρείται ένας σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης και εξέλιξης της σαρκωπενίας [66]. Σύμφωνα με τους Morley et al [77], οι μηχανισμοί που οδηγούν στη “γεροντική ανορεξία” είναι ο πρόωρος κορεσμός, η αυξημένη απελευθέρωση χολοκυστοκινίνης σε απάντηση της πρόσληψης λίπους, η αύξηση των επιπέδων λεπτίνης λόγω αύξησης της λιπώδους μάζας και αύξηση των νευροπεπτιδίων [66].

Μείωση της πρόσληψης τροφής, επίσης, συνεπάγεται και ελάττωση της πρωτεϊνικής πρόσληψης. Μείωση της πρόσληψης πρωτεΐνης στο μισό της Συνιστώμενης Ημερήσιας Πρόσληψης(ΣΗΠ) οδηγεί σε σημαντική μείωση της δύναμης, της κυτταρικής μάζας και του IGF-1 παράγοντα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες [66]. Το γεγονός αυτό, θεωρείται μεγάλης σημασίας καθώς έχει φανεί πως το 15% των ατόμων >60 ετών καταναλώνουν λιγότερο από το 75% της ΣΗΠ(113-4). Εξάλλου, ο βαθμός στον οποίο η ΣΗΠ των πρωτεϊνών είναι επαρκής για τους ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες παραμένουν ακόμη υπό διερεύνηση. Η μειωμένη, λοιπόν, πρόσληψη πρωτεΐνης και η ταυτόχρονη αύξηση του πρωτεϊνικού καταβολισμού, ως αποτέλεσμα της ανοσολογικής απόκρισης, ενισχύουν τη σχέση πρωτεϊνικού υποσιτισμού και σαρκωπενίας.

1.2.5.α iv. Επιπλοκές της σαρκωπενίας

Οι επιπτώσεις της σαρκοπενίας -όταν αυτή περάσει το όριο των λειτουργικών ικανοτήτων- επηρεάζει σημαντικά, εκτός από τη μυϊκή δύναμη, το βάδισμα και την ισορροπία. Επίσης, συνεισφέρει στην αύξηση του κινδύνου των ατυχημάτων από πέσιμο και της αστάθειας στους ηλικιωμένους, ανεξάρτητα από συνυπάρχουσες ασθένειες που οδηγούν στο ίδιο αποτέλεσμα(π.χ. οστεοπόρωση)(Σχήμα 8)[64]. Βέβαια, μια τέτοια ασθένεια θα επιδεινώσει την ελάττωση της μυϊκής μάζας αυξάνοντας ακόμη περισσότερο τον κίνδυνο καταγμάτων και θνησιμότητας. Τέλος δεν υπάρχει αμφιβολία πως οι ηλικιωμένοι υπό σαρκοπενία έχουν κακή έκβαση των ασθενειών σε σχέση με υγιείς ενήλικες [64, 71]. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η σαρκοπενία συνεισφέρει συνολικά και στη μείωση ποιότητας ζωής, αύξηση του κόστους ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, καθώς και αύξηση της θνησιμότητας και της θνητότητας σε άτομα άνω των 60 ετών.

1.2.5.β Άλιπη μάζα και διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D

Τα επίπεδα ασβεστίου και βιταμίνης D φαίνεται να σχετίζονται με τη σαρκοπενία, αφού επιδρούν στη λειτουργία των μυών, γεγονός που γίνεται πιο εμφανές σε καταστάσεις έλλειψης όπως η μυοπάθεια που παρατηρείται στην οστεομαλακία [68].

Πολλές μελέτες επιβεβαιώνουν τη σχέση αυτή έμμεσα. Η ομάδα της Demay για παράδειγμα έδειξε πως πολυμορφισμοί των υποδοχέων της βιταμίνης D παρουσιάζουν το φαινότυπό τους στους μύες. Πολυμορφισμοί, όμως, των ίδιων υποδοχέων σχετίζονται τόσο με τη σύσταση σώματος όσο και με τη μυϊκή δύναμη σε άνδρες και γυναίκες. Επίσης, πολλές μελέτες σε cross-sectional επίπεδο έχουν δείξει πως χαμηλά επίπεδα της 1,25-υδροξυβιταμίνης D και χαμηλά επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D σχετίζονται με χαμηλή μυϊκή δύναμη, αυξημένη σωματική αστάθεια, πεσίματα, και ανικανότητα σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες [78]. Ωστόσο, υπάρχουν και μελέτες όπου τα χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D ή παρεμβάσεις με συμπληρώματα της βιταμίνης δεν παρουσίασαν κάποια συσχέτιση με τη μυϊκή δύναμη.

Τέλος, η μακροχρόνια πληθυσμιακή μελέτη του Άμστερνταμ, που μελέτησε τη σαρκοπενία σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες, έδειξε πως η χαμηλή βιταμίνη D συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο (περίπου το διπλάσιο- x2) μείωσης της μυϊκής μάζας και δύναμης ενώ παρόμοια σχέση βρέθηκε και με την αύξηση των επιπέδων παραθυρεοειδούς ορμόνης [78]. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι μηχανισμοί με τους οποίους μπορεί να επηρεάσει η βιταμίνη D το μεταβολισμό των μυϊκών κυττάρων είναι τρεις. Αρχικά, η βιταμίνη D μεσολαβεί στη μεταγραφή των γονιδίων, στα μυϊκά κύτταρα, μέσω γρήγορων μονοπατιών όπου δεν εμπλέκεται η σύνθεση γενετικού υλικού και σχετίζονται με τους πυρηνικούς υποδοχείς της βιταμίνης. Δεύτερον, από πειράματα

σε ποντίκια, φαίνεται πως η έλλειψη βιταμίνης D σχετίζεται με πτώση των επιπέδων πρωτεΐνης των μυϊκών ινών η οποία οφείλεται σε αύξηση του μυϊκού πρωτεϊνικού καταβολισμού μέσω πρόκλησης υποκαλσιαιμίας και μείωσης της έκκρισης ινσουλίνης. Τέλος, υπάρχει άμεση επίδραση της βιταμίνης D στους ανθρώπινους μύες η οποία εκδηλώνεται με αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών μετά από τρίμηνη και εξάμηνη παρέμβαση με ανάλογα βιταμίνης D [78].

1.2.6. Οστική πυκνότητα κατά την τρίτη ηλικία

Ο σκελετός εκτελεί δύο σημαντικές λειτουργίες. Η πρώτη λειτουργία είναι συνεργική με τα άλλα στοιχεία του μυοσκελετικού συστήματος (αρθρώσεις, μύες, σύνδεσμοι) και δίνει την κινητικότητα που χαρακτηρίζει τα σπονδυλωτά ζώα καθώς και τη δυνατότητα επιδιόρθωσης των μικροφθορών και η δεύτερη είναι η ρύθμιση της ομοιόστασης του ασβεστίου, φωσφόρου και μαγνησίου. Στην πράξη ο σκελετός αποτελεί μια τεράστια αποθήκη ασβεστίου και όταν υπάρχει επείγουσα ανάγκη ασβεστίου στον εξωκυττάριο χώρο είναι δυνατόν αυτό να απελευθερωθεί από τα οστά. Για να κατανοήσουμε πλήρως τη φυσιολογία του οστίτη ιστού και την κατάσταση παθογένειας των μεταβολικών νοσημάτων των οστών κατά την τρίτη ηλικία, θα πρέπει να κάνουμε μια σύντομη ανασκόπηση στις διαδικασίες οστικής ανακατασκευής, που εξυπηρετούν τόσο στις μηχανικές ανάγκες του σκελετού όσο και την ομοιοστασία του ασβεστίου.

1.2.6.α Οστική ανακατασκευή και ρύθμισή της

Η οστική ανακατασκευή είναι η διαδικασία ανανέωσης των μικρομονάδων των οστών, με διαδοχική ενεργοποίηση και λειτουργία των οστεοκλαστών και των οστεοβλαστών με σκοπό την επιδιόρθωση των μικροφθορών, καθώς και τη διατήρηση σταθερών τιμών ιονισμένου ασβεστίου στον εξωκυττάριο χώρο. Στο φλοιώδες οστό η οστική ανακατασκευή διαρκεί πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (συνολικά περίπου 7 μήνες), ενώ στο σπογγώδες οστό η διαδικασία αυτή είναι συντομότερη (περίπου 3-4 μήνες). (σχήμα 18)

Οι φάσεις που διενεργείται η οστική ανακατασκευή είναι πέντε:

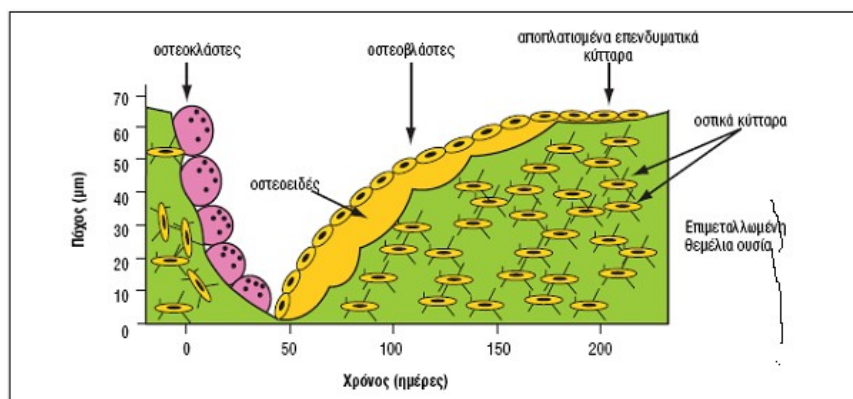
Φάση ηρεμίας: Η ελεύθερη επιφάνεια της μονάδος επιστρώνεται από άφθονα αποπλατυσμένα επενδυματικά κύτταρα, τα οποία είναι για την ώρα ανενεργά.

Φάση ενεργοποίησης: Στη φάση αυτή ένας διεγέρτης των οστεοκλαστών κινητοποιεί τους προ-οστεοκλάστες, που συντηκόμενοι σε πολυπύρρνα γιγαντοκύτταρα σχηματίζουν τους οστεοκλάστες, οι οποίοι συγκεντρώνονται στην επιφάνεια της μονάδας.

Φάση οστικής απορρόφησης: Η φάση αυτή διαρκεί 3-4 εβδομάδες στο σπογγώδες και 6-10 εβδομάδες στο φλοιώδες. Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής οι επιστρατευμένοι στην ελεύθερη επιφάνεια οστεοκλάστες απορροφούν προοδευτικά την αποτιτανωμένη θεμέλια ουσία αδειάζοντας έτσι το περιεχόμενο της μεταβολικής μονάδας.

Φάση κυτταρικής αναστροφής: στη δυσεξήγητη αυτή φάση οι οστεοκλάστες αποκολλώνται και απομακρύνονται από τον πυθμένα της μεταβολικής μονάδας και στη θέση τους εμφανίζονται οι οστεοβλάστες.

Φάση οστικής παραγωγής: Στη φάση αυτή, που διαρκεί 2-3 μήνες στο φλοιώδες οστό και 145 περίπου ημέρες στο σπογγώδες, οι οστεοβλάστες εναποθέτουν προοδευτικά οστό, το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες είναι ισόποσο με εκείνο που απορροφήθηκε στην προηγούμενη φάση.



Εικόνα 3. Οστική ανακατασκευή

1.2.6.β Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό οστικής ανακατασκευής

1.2.6.β.i. Ασβεστιορρυθμιστικές ορμόνες

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται ορμονικοί παράγοντες, που συμβάλουν στην ομοιοστασία του ασβεστίου στον οργανισμό, ρυθμίζοντας 3 σημαντικές παραμέτρους του μεταβολισμού του: την απορρόφηση, την απέκκριση και την αποθήκευση του. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι η βιταμίνη D και η παραθορμόνη.

Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D₃ ή χοληκαλσιφερόλη είναι μία βιταμίνη με ορμονική δράση [79]. Συντίθεται στο δέρμα από την πρόδρομη της 7-δεϋδροχοληκαλσιφερόλη που μετατρέπεται σε προβιταμίνη D₃ μέσω της καταλυτικής δράσης της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου (UVB: 290-315 nm), η οποία στη συνέχεια ισομερίζεται σε βιταμίνη [80]. Η συντιθέμενη βιταμίνη D₃ και οι μεταβολίτες της δεσμεύονται από την αντίστοιχη δεσμευτική πρωτεΐνη και μεταφέρεται στη κυκλοφορία του αίματος. Εκτός από τη δερματική έκθεσή της, η οποία αποτελεί και την κύρια πηγή της, η βιταμίνη D₃ προσλαμβάνεται και από κάποια τρόφιμα, όπως ηπατέλαια ψαριών, αυγά και εμπλουτισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα. Η βιταμίνη D₂ ή εργοκαλσιφερόλη προέρχεται από τη εργοστερόλη, μία φυτική στερόλη και προσλαμβάνεται από τροφές φυτικής προέλευσης. Στον οργανισμό η βιταμίνη D₂ επίσης μεταφέρεται στην αιματική κυκλοφορία αφού δεσμευτεί από την δεσμευτική πρωτεΐνη.

Η βιταμίνη D, είτε ως D₂ είτε ως D₃, υδροξυλιώνεται στο ήπαρ σε 25 υδρόξυ βιταμίνη D [25(OH)D], η οποία αποτελεί και τον κύριο μεταβολίτη της βιταμίνης στην κυκλοφορία. Η υδροξυλίωση στους νεφρούς διεγείρεται από την παραθορμόνη και αναστέλλεται από τα φωσφορικά ιόντα. Η ενεργή μορφή της βιταμίνη D είναι η 1,25(OH)₂D₃, δηλαδή η καλσιτριόλη. Η σύνθεση της καλσιτριόλης ενεργοποιείται ως απάντηση στις μεταβολές συγκεντρώσεων ασβεστίου στο αίμα και στη απελευθέρωση μιας άλλης ορμόνης του παραθυρεοειδούς αδένος, την παραθορμόνη.

Παραθορμόνη

Η υποασβεστιαμία διεγείρει την έκκριση της παραθορμόνης από τους παραθυρεοειδείς αδένες. Η δράση της ασκείται στο έντερο, στα οστά και στους νεφρούς. Η δράση αυτή είναι άμεση ή έμμεση με την ενεργοποίηση της σύνθεσης της 1,25(OH)₂D. Πιο συγκεκριμένα, η δράση της παραθορμόνης ασκείται άμεσα στο νεφρό με αύξηση της επαναρρόφησης του ασβεστίου και αύξηση της απέκκρισης του φωσφόρου και στα οστά με απελευθέρωση ασβεστίου και

φωσφόρου και έμμεσα με τη δράση της $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ διευκόλυνση της εντερικής απορρόφησης του ασβεστίου και του φωσφόρου.

Οι συστηματικοί μηχανισμοί για την πρόληψη της υπερασβεστιαϊμίας είναι το αντίστροφο από τον περιγραφόμενο μηχανισμό για την αύξηση του ασβεστίου, δηλαδή η καταστολή της έκκρισης της παραθορμόνης και της σύνθεσης της $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ και αύξηση της ασβεστιουρίας. Όσον αφορά στη ρύθμιση της ομοιοστασίας του φωσφόρου, όταν ο νεφρός υπερβεί τον ουδό επαναρρόφησης του φωσφόρου προκαλείται φωσφατουρία. Η συστηματική ομοιοστασία του μαγνησίου δεν επηρεάζεται από ορμονικούς μηχανισμούς αλλά από τη νεφρική λειτουργία.

1.2.6.β.ii. Αυξητικοί Παράγοντες

Ινσουλινομιμητικός Αυξητικός Παράγοντας I

Μεταξύ των τοπικών και συστηματικών παραγόντων που ρυθμίζουν την οστική παραγωγή ο ινσουλινομιμητικός αυξητικός παράγοντας I (Insulin Like Growth Factor-I: IGF-I) φαίνεται να έχει κάποιο ρόλο στο πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των οστεοβλαστών [81]. Η έκκριση του IGF-I, διεγείρεται από την αυξητική ορμόνη και μαζί αλληλεπιδρούν στους συζευκτικούς χόνδρους των οστών. Η αυξητική ορμόνη διεγείρει τα πρόδρομα κύτταρα των χονδροκυττάρων και τα νέα σε ηλικία διαφοροποιημένα χονδροκύτταρα στους συζευκτικούς χόνδρους, για να διαφοροποιηθούν σε χονδροκύτταρα. Κατά την διάρκεια της διαφοροποίησης, τα κύτταρα ξεκινούν να εκκρίνουν IGF-I και ταυτόχρονα να απαντούν στα ερεθίσματά του και τότε ο IGF-I, ενεργεί ως αυτοκρινής ή παρακρινής παράγοντας και διεγείρει την κυτταρική διαίρεση των διαφοροποιημένων χονδροκυττάρων. Ο IGF-I, λοιπόν, αποτελεί σημαντικό δείκτη οστικού σχηματισμού και επηρεάζεται άμεσα από τη διατροφή αλλά και από την φυσική δραστηριότητα τα οποία αποτελούν και το σήμα για τον οστικό σχηματισμό. [81]

1.2.6.γ. Οστεοπόρωση

1.2.6.γ.i Ορισμός

Οστεοπόρωση ορίζεται ως η σκελετική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από μειωμένη οστική αντοχή που προδιαθέτει ένα άτομο σε κατάγματα [82]. Ο παραπάνω ορισμός αποτελεί ένα απόφθεγμα των δεδομένων των τελευταίων ετών όταν έγινε κατανοητό ότι στην αντοχή του οστού συμμετέχουν διάφοροι παράγοντες ανεξάρτητοι από την οστική μάζα.

Επομένως, η οστεοπόρωση είναι, σύμφωνα με τις σημερινές απόψεις, όχι απλά μία ποσοτική διαταραχή του οστού αλλά και ποιοτική μεταβολή, που είναι δυνατόν να εκτιμηθεί με απευθείας μετρήσεις των μηχανικών ιδιοτήτων του. Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, στην κλινική πράξη είναι εφικτή, μόνο η μέτρηση της οστικής πυκνότητας με μη επεμβατικές τεχνικές, ενώ δεν είναι δυνατή η ακριβής εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων του σκελετού. Τα τελευταία χρόνια με τη μέτρηση των οστικών βιοχημικών δεικτών έχουμε τη δυνατότητα να εκτιμούμε έμμεσα μια άλλη σημαντική παράμετρο της οστικής αντοχής, το ρυθμό οστικής ανακατασκευής, που μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη εκτίμηση του κινδύνου κατάγματος ενός ασθενούς με οστεοπόρωση.

1.2.6.γ.ii. Επιπολασμός της οστεοπόρωσης

Εκτιμάται πως τα άτομα που νοσούν από οστεοπόρωση σε Η.Π.Α., Ευρώπη και Ιαπωνία είναι περίπου 75 εκατομμύρια [83]. Βέβαια, ο αριθμός αυτός πιθανότατα υποεκτιμά το πραγματικό μέγεθος του προβλήματος καθότι η οστεοπόρωση είναι μία «σιωπηλή» νόσος και πολλοί ασθενείς παραμένουν μη διαγνωσμένοι για πολλά χρόνια.

Τα επιστημονικά στατιστικά δεδομένα φανερώνουν πως μετά τα 50 έτη ζωής μία στις τρεις γυναίκες και ένας στους πέντε άντρες θα υποστούν οστεοπορωτικό κάταγμα [84] και δυστυχώς τα άτομα τα οποία υφίστανται ένα οστεοπορωτικό κάταγμα έχουν 50-100% πιθανότητα να εμφανίσουν ένα άλλο ένα στην μετέπειτα ζωή τους.

Τα κατάγματα του ισχίου αποτελούν το διεθνές βαρόμετρο της οστεοπόρωσης αφού συσχετίζονται με χαμηλή οστική πυκνότητα, ιατροκοινωνικό κόστος και λειτουργική ανικανότητα μεγαλύτερη οποιουδήποτε άλλου κατάγματος και σχεδόν πάντα αντιμετωπίζονται στο νοσοκομείο, οπότε εύκολα καταγράφονται και συγκρίνονται από χώρα σε χώρα. Υπολογίζεται πως παγκοσμίως καταγράφονται 1,6 εκατομμύρια περιστατικά το χρόνο με τα περισσότερα να συμβαίνουν στις Η.Π.Α., τη Σουηδία, τη Νορβηγία, τη Δανία και την Ισλανδία [85]. Η επίπτωση των καταγμάτων του ισχίου αυξάνει εκθετικά με την ηλικία και στα δύο φύλα σε όλες τις περιοχές του κόσμου [86]. Η επίπτωση των καταγμάτων του ισχίου στις γυναίκες σε όλες τις ηλικίες είναι διπλάσια αυτής των ανδρών λόγω της μεγαλύτερης οστικής απώλειας, του μεγαλύτερου αριθμού πτώσεων και του μεγαλύτερου προσδόκιμου επιβίωσης των γυναικών σε σχέση με τους άνδρες. Εκτιμάται ότι για τα κατάγματα ισχίου το 75% συμβαίνουν σε γυναίκες και 25% σε άντρες άνω των 50 ετών [87, 88]. Όσον αφορά την επίπτωση των σπονδυλικών καταγμάτων αυξάνει επίσης εκθετικά με την ηλικία και στα δύο φύλα. Εντούτοις μία συνολική εκτίμηση της επίπτωσης των σπονδυλικών καταγμάτων, στους διάφορους

πληθυσμούς, είναι δύσκολο να γίνει. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν γίνεται σωστή κλινική διάγνωση όλων των περιστατικών παρά μόνο για το περίπου ένα τρίτο αυτών [89]. Μείωση της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης κατά 15% συσχετίζεται με διπλάσια αύξηση του κινδύνου για σπονδυλικό κάταγμα. Επίσης, το ιστορικό προϋπάρχοντα κατάγματα αποτελεί τον πλέον ισχυρό κλινικό παράγοντα πρόβλεψης μελλοντικών καταγμάτων [90].

Τέλος, η αναλογία επίπτωσης των καταγμάτων του καρπού γυναικών ανδρών είναι 4/1. Η επίπτωση στις γυναίκες αυξάνει ταχέως μετά την εμμηνόπαυση, προφανώς λόγω της ταχείας μετεμμηνοπαυσιακής οστικής απώλειας, ενώ μετά την ηλικία των 65 ετών εμφανίζει σταθεροποίηση. Επειδή τα κατάγματα του καρπού συμβαίνουν ως επί το πλείστον σε σχετικά υγιείς ηλικιωμένους είναι δύσκολο να προσδιοριστούν ισχυροί παράγοντες κινδύνου. Ωστόσο, τα περισσότερα κατάγματα καρπού συμβαίνουν εκτός οικίας και η συχνότητα τους συσχετίζεται με την ύπαρξη παγετού [82].

1.2.6.γ.iii. Επιπολασμός της οστεοπόρωσης στην Ελλάδα

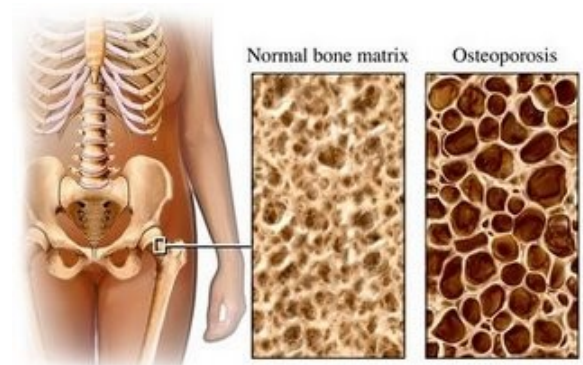
Στα πλαίσια μιας πρόσφατης πανελλήνιας επιδημιολογικής έρευνας για τις ρευματικές παθήσεις στο γενικό πληθυσμό ενηλίκων, ατόμων 19 ετών και άνω, έγινε ξεχωριστή μελέτη για τη συχνότητα της οστεοπόρωσης σε γυναίκες ηλικίας 50 ετών και άνω. Στις γυναίκες αυτές έγινε μέτρηση της οστικής πυκνότητας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και στο άνω άκρο του μηριαίου οστού και βρέθηκε ότι 28,4% των Ελληνίδων άνω των 50 ετών παρουσιάζουν οστεοπόρωση ενώ 42,5% οστεοπενία. Είναι μάλιστα εξαιρετικά ενδιαφέρουσα η διαπίστωση ότι οι γυναίκες που έχουν οστεοπόρωση, στη συντριπτική τους πλειοψηφία, σε ποσοστό περίπου 75%, δεν το γνωρίζουν [45]. Συγκεκριμένα στο τυχαίοποιημένο δείγμα 320 γυναικών φάνηκε πως ο επιπολασμός της οστεοπόρωσης και της οστεοπενίας αυξανόταν με την ηλικία: 13,9% οστεοπορωτικές γυναίκες στις ηλικίες 50-59ετών, 42,3% στις ηλικίες 60-69ετών και 43,1% στις γυναίκες άνω των 70ετών (P-value <0.0005) και 48,7% οστεοπενικές στις ηλικίες 50-59ετών και 36,4 % στις γυναίκες άνω των 59ετών αντίστοιχα (P-value=0.026).

1.2.6.γ.iv. Τύποι οστεοπόρωσης, παθογένεια και επιπλοκές

Η οστεοπόρωση διακρίνεται στους τύπους I και II. Οι δύο τύποι διαφέρουν τόσο στην εικόνα τους όσο και στην παθογένεια τους.

Οστεοπόρωση τύπου I

Η οστεοπόρωση τύπου I προσβάλλει κατά κύριο λόγο τις γυναίκες και οφείλεται στις ορμονικές αλλαγές που παρατηρούνται κατά την εμμηνόπαυση. Η μείωση των επιπέδων οιστρογόνων κατά την εμμηνόπαυση οδηγεί σε αύξηση της οστεοκλαστικής λειτουργίας που οδηγεί τελικά σε αύξηση του ρυθμού απορρόφησης του οστού. Η πιο έντονη μείωση της οστικής μάζας παρατηρείται στα οστά που είναι πλούσια σε σπογγώδες οστίτη ιστό όπως οι σπόνδυλοι, τα ισχία και οι καρποί, με αποτέλεσμα τα κατάγματα στα σημεία αυτά να είναι πολύ πιο συχνά. Η απώλεια του αναστήματος αποτελεί ένα σύνθετο φαινόμενο στα οστεοπορωτικά άτομα. Επίσης η κύφωση της θωρακικής μοίρας συνοδεύεται από αντισταθμιστική λόρδωση της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, με χαρακτηριστική προβολή και ανύψωση της κοιλιάς.



Εικόνα 4. Οστεοπόρωση τύπου I

Η καθήλωση στο κρεβάτι, ο πόνος, οι φυσικοί περιορισμοί, οι αλλαγές στον τρόπο ζωής και οι αισθητικές αλλαγές που μπορούν να επέλθουν μετά από ένα οστεοπορωτικό κάταγμα στο ισχίο μπορούν με τη σειρά τους να επιφέρουν σοβαρά ψυχολογικά προβλήματα, όπως κατάθλιψη, απώλεια αυτοπεποίθησης, άγχος, φόβο, θυμό και αποξένωση. Τέλος, τα πολλαπλά θωρακικά κατάγματα μπορούν να οδηγήσουν σε αποφρακτική πνευμονοπάθεια, ενώ η αλλαγή της κοιλιακής ανατομίας που προκαλείται από οσφυϊκά κατάγματα μπορεί να οδηγήσει σε δυσκοιλιότητα, μετεωρισμό, ανορεξία, και εύκολο κορεσμό.

Οστεοπόρωση τύπου II

Η οστεοπόρωση τύπου II, αντίθετα με τον τύπο I, παρατηρείται σε μεγαλύτερες ηλικίες και οφείλεται εν μέρει σε δευτεροπαθή υπερπαραθυροειδισμό. Αυτός ο τύπος οστεοπόρωσης προσβάλλει κυρίως τα φλοιώδη οστά και χαρακτηρίζεται από κατάγματα του περιφερικού

σκελετού, συχνότερα του άνω άκρου του μηριαίου οστού και αποτελούν μία βασική αιτία νοσηρότητας και αυξημένης νοσηρότητας της τρίτης ηλικίας [25].

Πίνακας 7: Κλινικές και βιοχημικές διαφορές μεταξύ τύπου I και τύπου II οστεοπόρωσης

	ΤΥΠΟΣ I	ΤΥΠΟΣ II
Ηλικία εμφάνισης	50-65	>75
Αιτιολογία	Εμμηνόπαυση	Γήρανση, δευτεροπαθής υπερπαραθυροειδισμός
Συχνότητα εμφάνισης ανά φύλο (Γυναίκες/Άνδρες)	6/1	2/1
Συχνότερος τύπος κατάγματος	Σπονδυλική στήλη	Μηριαίο οστό
Απώλεια οστίτη ιστού	Σπογγώδης	Κυρίως φλοιώδης
PTH	Ελαττωμένη	Αυξημένη
Απορρόφηση ασβεστίου	Φυσιολογική	Ελαττωμένη

1.2.6.γ.ν. Παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση οστεοπόρωσης

Κορυφαία οστική μάζα (peak bone mass) είναι η μέγιστη κατά τη διάρκεια της ζωής, επιτυγχόμενη οστική μάζα. Σε οποιαδήποτε ηλικία, η ποσότητα και η ποιότητα του σκελετού ενός ανθρώπου αντανακλά οτιδήποτε συνέβη από την ενδομήτρια ζωή στην περίοδο της ανάπτυξης, οπότε και επιτυγχάνεται η κορυφαία οστική μάζα, και από την ενηλικίωση ως τη γήρανση, που πλέον προέχει η οστική απώλεια.

Η σημασία της κορυφαίας οστικής μάζας για την μετέπειτα οστική αντοχή διαπιστώθηκε καταρχάς από συγχρονικές μελέτες των Nevton-John and Morgan και Matkovic [91, 92] οι οποίοι υποστήριξαν πως αν οι υπόλοιποι παράγοντες παραμείνουν οι ίδιοι, ένα άτομο που είναι στην ψηλότερη θέση της οστικής μάζας στην ηλικία των 30 ετών, πιθανότατα θα παραμείνει στην ίδια θέση και στην ηλικία των 70 ετών. Η ηλικία που επιτυγχάνεται η κορυφαία οστική μάζα διαφέρει ανάλογα με την σκελετική θέση και τον τρόπο μέτρησης. Με τη μέθοδο DXA που περιγράφεται στη συνέχεια, η «επιφανειακή» οστική πυκνότητα επιτυγχάνεται στο τέλος της δεύτερης δεκαετίας για την σπονδυλική στήλη και τον αυχένα του μηριαίου, ενώ η «ολική» οστική μάζα κορυφώνεται 6 με 10 χρόνια αργότερα [93]. Το κρανίο συνεχίζει να αυξάνεται

ολόκληρη τη ζωή του ανθρώπου και ορισμένα οστά (μηριαίο, σπονδυλικά σώματα) συνεχίζουν επίσης να αυξάνουν τα διάμετρο τους [94]. Ειδικά η διάμετρος του οστού φαίνεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην αντοχή των οστών. Για την ίδια οστική μάζα, τα μακρά οστά με μεγάλο αυλό και μεγάλη εξωτερική διάμετρο, είναι ανθεκτικότερα από τα οστά με μικρό αυλό και μικρή εξωτερική επιφάνεια.

Συνεπώς, η οστική πυκνότητα δεν είναι από μόνη της καθοριστικός παράγοντας κινδύνου κατάγματος ή εμφάνισης οστεοπόρωσης. Σημαντικό ρόλο παίζει η ποιότητα του οστού και η επίτευξη της μέγιστης κορυφαίας οστικής μάζας που ρυθμίζονται από πολλούς αλληλοεπηρεαζόμενους παράγοντες: γενετικούς, ορμονικούς, διατροφικούς, μηχανικούς και τέλος η έκθεση του ατόμου σε διάφορους κινδύνους [25]. Επειδή όμως, μέχρι σήμερα δεν υπάρχει αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης της ποιότητας του οστού ευρέως χρησιμοποιούμενη, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται η οστική πυκνότητα (πυκνότητα των μεταλλικών στοιχείων των οστών) χωρίς να λησμονείται το ότι υπάρχουν και παράγοντες κινδύνου ανεξάρτητοι από αυτήν.

Πίνακας 8. Αιτιολογικοί παράγοντες οστεοπόρωσης [25]

Μη μεταβλητοί	Μεταβλητοί
Ηλικία	Οστική πυκνότητα
Φύλο	Δείκτης Μάζας Σώματος
Φυλή	Ηλικία Εμμηναρχής-Εμμηνόπαυσης
Οικογενειακό ιστορικό	Ατυχήματα- Πτώσεις
	Διατροφή
	Φυσική δραστηριότητα

1.2.6.δ. Οστική πυκνότητα και πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D

Όπως παρατηρήσαμε από τα παραπάνω, η πρόσληψη της συνιστώμενης ποσότητας ασβεστίου είναι απόλυτα αναγκαία για την επίτευξη της μέγιστης οστικής μάζας. Βέβαια και μετά την επίτευξη της, παραμένει η ανάγκη για κάλυψη των ημερήσιων απαιτήσεων, οι οποίες αλλάζουν ανάλογα με την ηλικία. Σε βρέφη και παιδιά που οι ανάγκες είναι αυξημένες, λόγω ανάπτυξης του σκελετού, η απορρόφηση του προσλαμβανόμενου ασβεστίου είναι 75%. Στους ενήλικες, από το ασβέστιο που λαμβάνεται καθημερινά με την τροφή μόνο το 30% περίπου απορροφάται

από το έντερο, απ' αυτό ακόμη λιγότερο απορροφάται σε άτομα άνω των 65 ετών και τέλος στις εγκύους το ποσοστό απορρόφησης φθάνει το 50%.

Η παραγωγή βιταμίνης D στο δέρμα από την έκθεση στον ήλιο αλλά και η διατροφική πρόσληψη, είναι επίσης αναγκαία καθώς η ενεργός μορφή της βιταμίνης εμπλέκεται στην ομοιοστασία του ασβεστίου, επιτελώντας την ενεργό μεταφορά του ασβεστίου κατά μήκος του εντερικού βλεννογόνου. Η υποβιταμίνωση D είναι ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να αντιμετωπιστεί στα πλαίσια της προσπάθειας πρόληψης της οστεοπόρωσης. Είναι συχνή σε χώρες με περιορισμένη ηλιοφάνεια και στους ηλικιωμένους λόγω μειωμένης έκθεσης τους στον ήλιο αλλά και μείωσης της απορρόφησης και μετατροπής της διαιτητικής βιταμίνης D στην ενεργό μορφή, ως αποτέλεσμα της αύξησης της ηλικίας [25].

1.3 ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Αρχικά, σκόπιμο είναι να διευκρινιστεί ότι ο όρος σωματική άσκηση και φυσική δραστηριότητα θα χρησιμοποιούνται από κοινού για να περιγράψουν οποιαδήποτε μορφή μυϊκής κίνησης που αυξάνει την ενεργειακή δαπάνη πάνω από το επίπεδο βασικού μεταβολικού ρυθμού, προσφέροντας κατ'επέκταση ενεργητικά οφέλη στην υγεία [106].



1.3.1 Οφέλη της σωματικής άσκησης

Υπάρχει πληθώρα ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τον ρόλο της σωματικής άσκησης στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, τόσο ως ανεξάρτητη προσέγγιση όσο και σε συνδυασμό με την διαιτητική προσέγγιση. Έτσι, το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής (ACSM) συγκεντρώνει τα οφέλη της άσκησης στην παχυσαρκία ως εξής:

Η αύξηση της σωματικής άσκησης, με ή χωρίς απώλεια βάρους, βελτιώνει τη δράση της ινσουλίνης και μειώνει την ινσουλινοαντίσταση στα παχύσαρκα άτομα.

Η άσκηση από μόνη της ή σε συνδυασμό με απώλεια βάρους μειώνει την πιθανότητα μετάβασης από την δυσανοχή στη γλυκόζη στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2.

Η άσκηση αντοχής, όταν συνδυάζεται με μείωση του σωματικού βάρους της τάξεως $>4,5$ kg, βελτιώνει το λιπιδαιμικό προφίλ, καθώς αυξάνει τα επίπεδα της HDL και μειώνει τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων σε υπέρβαρους και παχύσαρκους.

Η δυναμική αεροβική άσκηση, με ή χωρίς απώλεια βάρους, μειώνει την αρτηριακή πίεση ιδίως σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα με υπέρταση.

Η σωματική άσκηση με ή χωρίς απώλεια βάρους σχετίζεται με μείωση του ενδοκοιλιακού λίπους, ακόμη και αν δεν υπάρχει μεταβολή στην περιφέρεια μέσης.

Έτσι, το ACSM προτείνει για υγιείς ενήλικες τουλάχιστον 30 λεπτά μέτριας έντασης σωματικής άσκησης ή 20 λεπτά έντονης έντασης ανά ημέρα για τουλάχιστον 5 ημέρες ή 3 ημέρες ανά εβδομάδα αντίστοιχα. Για υπέρβαρους και παχύσαρκους ενήλικες οι συστάσεις διαφοροποιούνται με σταδιακή αύξηση σε ελάχιστη διάρκεια 150 λεπτών μέτριας έντασης σωματική άσκηση την εβδομάδα, διότι σε αυτό το επίπεδο εμφανίζονται οι θετικές επιδράσεις για την υγεία. Αξίζει να σημειωθεί ότι η άσκηση μπορεί να είναι συνεχής ή διαλειμματική, γεγονός που επιτρέπει ακόμα και σε άτομα που δεν τους αρέσει η συνεχής άσκηση ή έχουν περιορισμούς ως προς αυτή, να ασκούνται σε καθημερινή βάση.

1.3.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τη σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και διαφόρων δεικτών σύστασης σώματος

1.3.2.α Σωματική άσκηση και συσχέτιση με σωματικό λίπος και παχυσαρκία

Μιας και η παχυσαρκία αποτελεί παγκόσμιο πρόβλημα υγείας στις μέρες μας, ολοένα και περισσότερο η έρευνα στρέφεται στον τομέα της σωματικής άσκησης και πως αυτή σχετίζεται με διάφορους δείκτες σύστασης σώματος. Τα πρώτα ευρήματα προς αυτή την κατεύθυνση είναι τα εξής:

Αρχικά, το 1992, οι Tryon *et al.* εξέτασαν τη σχέση μεταξύ % υπέρβαρου και σωματικής άσκησης μετρούμενης σε μίλια ανά ώρα μέσω βηματογράφου σε 127 γυναίκες 19-57 ετών. Το ποσοστό του υπέρβαρου σε αυτό το δείγμα κυμαινόταν από 14-99 % και τελικά βρέθηκε ότι για κάθε 1 % αύξηση του υπέρβαρου, τα μίλια ανά ώρα μειώνονταν κατά $7.6457 \cdot 10^{-4}$ (αντίθετη σχέση: -0.217 με $P < 0.002$).

Το 2001, στην έρευνα των *Tudor-Locke et al.*, συμμετείχαν 109 υγιείς, Καυκάσιοι και Αφροαμερικανοί ενήλικες ηλικίας 17-79 ετών και τους χορηγήθηκε βηματογράφος με σκοπό τη συλλογή αποτελεσμάτων σχετικά με τα βήματα ανά ημέρα που πραγματοποιεί ο καθένας τους για όλες τις δραστηριότητες. Τα βήματα ανά ημέρα που κατέγραψαν οι εθελοντές συσχετίστηκαν με το ΔΜΣ (kg/m^2) και το % λίπους σώματος και η σχέση που βρέθηκε ήταν σημαντικά αρνητική (-0.30 για το ΔΜΣ και -0.27 για το % λίπους σώματος με $P<0.001$) παρόλο που δεν έγινε διαχωρισμός της φυλής ή του φύλου. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η σχέση διατηρήθηκε ακόμη και όταν η ηλικία πήρε μέρος στη συσχέτιση. Σε συμφωνία με τα ευρήματα των *Tudor-Locke et al.* είναι και εκείνα των *McClung et al.* (2000), οι οποίοι, βέβαια διόρθωσαν ως προς το φύλο και την ηλικία τα αποτελέσματα των 209 ατόμων του δείγματος. Αυτό που αποκαλύφθηκε ήταν μία αντίθετη σχέση μεταξύ του ΔΜΣ και των βημάτων που πραγματοποιούσαν οι εθελοντές ανά ημέρα ($P=0.05$). Την ίδια ακριβώς σχέση αποκάλυψαν και οι *Kriska et al.* (1997), που χρησιμοποίησαν ερωτηματολόγια συμπληρωμένα από τους ίδιους τους εθελοντές όσον αφορά στη σωματική τους άσκηση, καθώς και οι *Whitt et al.* (2003) που εξέτασαν 55 Αφροαμερικάνους ενήλικες μέσω βηματογράφου. Ερωτηματολόγιο, όμως, χρησιμοποίησαν και οι *Aleman-Mateo et al.* (1999) στην έρευνά τους που πραγματοποιήθηκε σε άτομα ηλικίας πάνω από 60 ετών. Αυτό που έδειξαν ήταν η αντίθετη σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και ποσοστού λίπους σώματος (-0.36 με $P=0.007$). Άλλη μία έρευνα που πραγματοποιείται και συμφωνεί με τους παραπάνω ερευνητές είναι εκείνη των *Rutter et al.* (1994) που πρωτοπορεί και χρησιμοποιεί επιταχυνσιογράφους για την καταγραφή της σωματικής άσκησης των 39 φοιτητών του δείγματος. Έτσι, βρέθηκε ότι η σωματική άσκηση σχετίζεται αρνητικά με το ΔΜΣ (-0.47 με $P<0.01$).

Η σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και σύστασης σώματος στα παιδιά και τους εφήβους δεν είναι ξεκάθαρη, παρά τον μεγάλο αριθμό ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί για την διαλεύκανση της σχέσης αυτής. Η ασυμφωνία των ερευνών οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μεγάλη ποικιλία των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της σωματικής άσκησης [107]. Έτσι, στην έρευνα των *Maffei et al.* (1998), όπου συμμετείχαν 112 παιδιά ηλικίας 8 ετών, φάνηκε ότι τα επίπεδα της λιπώδους μάζας δεν μεταβάλλονται από το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται καθημερινά στις φυσικές δραστηριότητες. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση υπολογίστηκε μέσω της καρδιακής συχνότητας ενώ η ενεργειακή κατανάλωση δραστηριότητας από την ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας και από την συνολική ενεργειακή κατανάλωση. Ακολούθως, οι *Rowlands et al.* (1999), παρατήρησαν ότι η προσδιοριζόμενη σωματική άσκηση από βηματογράφο και επιταχυνσιογράφο, παιδιών από 8-12 ετών, σχετίζεται αρνητικά με το σωματικό λίπος μέσω δερματοπτυχών (-0.42 με $P=0.05$). Από την άλλη πλευρά, στη μελέτη των *Deheeger et al.* (1997), η σωματική άσκηση που καταγράφηκε από

ερωτηματολόγια που δόθηκαν σε 86 υγιή παιδιά 10 ετών, φάνηκε ότι σχετίζεται αρνητικά με το ποσοστό σωματικού λίπους. Όμως, σε αυτή τη μελέτη αποκαλύφθηκε ότι αυτή η σχέση ίσως να οφείλεται και σε διατροφικές αλλαγές.

Η μεγαλύτερη σε δείγμα έρευνα, από αυτές που έχουμε αναφέρει ως τώρα, είναι αυτή των *Mitchell et al.* (2003) που πραγματοποιήθηκε σε 1404 ηλικιωμένους και των δύο φύλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο στις γυναίκες η σωματική άσκηση, ως διανυόμενη απόσταση, φάνηκε να σχετίζεται αρνητικά με το σωματικό βάρος και το σωματικό λίπος μέσω DXA ενώ η πρόσληψη κορεσμένου λίπους συσχετίστηκε θετικά με το σωματικό βάρος και το λίπος που βρίσκεται στον κορμό και στα δύο φύλα.

Οι μόνες μελέτες που συσχέτισαν αρκετούς δείκτες σύστασης σώματος με τη σωματική άσκηση είναι των *Hornbuckle et al.* (2005) και των *Thompson et al.* (2004) που εξέτασαν 75 Αφροαμερικάνες ηλικίας 40-62 ετών και 80 Καυκάσιες 40-66 ετών αντίστοιχα. Το κοινό συμπέρασμα είναι ότι τα βήματα που κατέγραφαν οι γυναίκες συσχετίστηκαν αρνητικά με το ΔΜΣ (-0.479 και -0.417 με $P<0.05$ αντίστοιχα) και το ποσοστό σωματικού λίπους (-0.506 και -0.713 με $P<0.05$). Επιπλέον, όμως, στην έρευνα των *Thompson et al.* αποκαλύφθηκε αρνητική συσχέτιση και με την περιφέρεια μέσης (-0.616 με $P<0.0001$), την περιφέρεια ισχίου (-0.278 με $P=0.013$) καθώς και με το λόγο περιφέρειας μέσης προς ισχίου (-0.652 με $P<0.0001$). Όλες οι παραπάνω συσχετίσεις ισχύουν ακόμη και όταν συνυπολογίζεται και η επίδραση της ηλικίας με εξαίρεση το λόγο περιφέρειας μέσης προς ισχίου στην έρευνα των *Hornbuckle et al.*

Μόνο μία μελέτη πραγματοποιήθηκε σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και είναι εκείνη των *Krumm et al.* (2006). Τα αποτελέσματα 93 γυναικών ηλικίας περίπου 60 ετών έδειξαν ότι τα βήματα που κατέγραψαν σε μία ημέρα σχετίζονται αρνητικά με το % σωματικού λίπους, λίπους του κορμού, με την περιφέρεια μέσης και εκείνης του ισχίου (από -0.487 έως -0.368 με $P<0.0001$) ανεξαρτήτου ηλικίας και ενεργειακής πρόσληψης.

Αντίθετα ευρήματα παρουσιάζονται, όμως, στις έρευνες των *Raguso et al.* (2006) και των *Nassis and Geladas et al.* (2003), που εξέτασαν 74 άνδρες και 66 γυναίκες ηλικίας πάνω από 65 έτη και 441 γυναίκες 18-69 ετών αντίστοιχα. Αυτοί οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι συσχετίσεις των δεικτών σύστασης σώματος οφείλονται στην ηλικία και όχι στη σωματική άσκηση. Αξίζει να προστεθεί ότι και οι δύο μελέτες κατέγραψαν τη σωματική άσκηση με ερωτηματολόγιο.

1.3.2.β Σωματική άσκηση και συσχέτιση με άλιπη μάζα και σαρκοπενία

Όπως προείπαμε, η αποχή από τη φυσική δραστηριότητα σχετίζεται αρνητικά με την εμφάνιση και την εξέλιξη της σαρκοπενίας. Πλέον η αρνητική σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και σκελετικής μυϊκής μάζας είναι αποδεδειγμένη για τους ηλικιωμένους [66]. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη περισσότερες έρευνες που αποδεικνύουν πως η άσκηση με αντιστάσεις μπορεί να έχει αναστρέψιμα αποτελέσματα στη σαρκοπενία. Παρόλα, όμως, δεν έχει αποσαφηνιστεί το καταλληλότερο είδος, διάρκεια και ένταση άσκησης υγιών ηλικιωμένων ανδρών και γυναικών για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Επίσης, υπό εύρεση είναι τα οφέλη της άσκησης με αντιστάσεις ή άλλων ειδών σε συγκεκριμένες ομάδες ηλικιωμένων που βρίσκονται σε κίνδυνο.

1.3.2.γ Σωματική άσκηση και συσχέτιση με οστική πυκνότητα και οστεοπόρωση

Η γρήγορη βάδιση, η αεροβική άσκηση και τα άλματα φαίνεται να μειώνουν ή να προλαμβάνουν τη μετεμμηνοπαυσιακή οστική απώλεια αν και δεν υπάρχει απόλυτη ομοφωνία μεταξύ των σχετικών μελετών [108-110]. Μια συστηματική μετά-ανάλυση που περιελάμβανε 18 τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αεροβική άσκηση, οι ασκήσεις με βάρη και οι ασκήσεις αντίστασης αυξάνουν την οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης, ενώ η βάδιση είναι αποτελεσματική στην οστική πυκνότητα του ισχίου [111]. Μια ακόμη μετά-ανάλυση 16 τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών και 9 ελεγχόμενων μελετών έδειξε ότι η άσκηση διατηρεί κατά 1% ανά έτος την οστική πυκνότητα στη σπονδυλική στήλη και στον αυχένα της κεφαλής του μηριαίου οστού σε προ- και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες [110]. Όταν επιδρά δύναμη αντίστασης σε κάποιο σκελετικό τμήμα επηρεάζεται η μικροαρχιτεκτονική του οστού και η σύσταση της θεμέλιας ουσίας. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι η συνεχής δύναμη που ασκείται στο σκελετό από την επίδραση και μόνο της δύναμης του σωματικού βάρους, καθορίζει ουσιαστικά την οστική μάζα. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι άτομα με χαμηλό ή φυσιολογικό σωματικό βάρος παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο για την εμφάνιση οστεοπόρωσης σε σχέση με τα υπέρβαρα άτομα. Είναι ξεκάθαρο, ότι η άσκηση ακόμα και σε ηλικία μεγαλύτερη των 90 ετών, μπορεί να αυξήσει τη μυϊκή δύναμη και μάζα δύο φορές περισσότερο σε σχέση με αδρανή άτομα. Αντιθέτως, η καθιστική ζωή και η ακινησία σε μεγαλύτερες ηλικίες έχουν καταστρεπτικές συνέπειες στα οστά. Εκτός όμως από την πρόληψη, αναερόβιες ασκήσεις αντίστασης συστήνονται στο πλαίσιο θεραπείας των ασθενών με διαγνωσμένη οστεοπόρωση. Τέλος, πέρα από τη θετική επίδραση της σωματικής άσκησης στη μυϊκή και οστική μάζα, αλλά και στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης φαίνεται να

συμβάλλει σημαντικά και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής ιδιαίτερα των ηλικιωμένων ατόμων [112].

1.4 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι να ερευνηθούν νέες θεωρίες για την επίδραση των μικροθρεπτικών συστατικών ασβέστιο και βιταμίνη D σε δείκτες σύστασης σώματος. Πιο συγκεκριμένα, αρχικός σκοπός της μελέτης αποτελεί η συσχέτιση της διαιτητικής πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D στο ποσοστό λίπους του σώματος, στην λιπώδη και άλιπη μάζα, όπως επίσης και στην οστική πυκνότητα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Παράλληλα, σκοπό της έρευνας αποτελεί η συσχέτιση της φυσικής δραστηριότητας με τους παραπάνω δείκτες σύστασης σώματος μέσα από μια συγχρονική μελέτη στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα.

2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1.Δειγματοληψία

2.1.1 Αρχική Φάση

Η παρούσα μελέτη είναι το αποτέλεσμα της ανάμειξης των δεδομένων 2 παρόμοιων μελετών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Η πρώτη ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2004 ενώ η δεύτερη ξεκίνησε το Μάρτιο του 2008, μετά από τη σχετική έγκριση από την Επιτροπή Βιοηθικής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών. Κατά τη διάρκεια του μήνα Ιουλίου 2004 και του Μαρτίου 2008 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας 55-70 ετών κλήθηκαν να συμμετάσχουν στην αρχική φάση της μελέτης μέσω της διανομής ενημερωτικών φυλλαδίων και τοποθέτησης αφισών σε δημοτικά κτίρια (π.χ. δημαρχείο, δημοτικά ιατρεία, ΚΑΠΗ, εκκλησίες, λαϊκές αγορές κτλ) έξι δήμων εντός της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών και συγκεκριμένα των δήμων Αθήνας, Καλλιθέας, Νέας Σμύρνης, Νέου Ηρακλείου, Ταύρου και Ηλιουπόλεως. Μέσω αυτής της αρχικής φάσης και με τη συνεργασία των δημοτικών αρχών στους αντίστοιχους δήμους, εξετάσθηκαν συνολικά $307+679=986$ μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Οι εξετάσεις της αρχικής αυτής φάσης περιλάμβαναν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο, το οποίο στόχευε στη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το ιατρικό ιστορικό, τα δημογραφικά στοιχεία, καθώς και τις διαιτητικές συνήθειες, τη φυσική δραστηριότητα, την έκθεση στον ήλιο και το κάπνισμα των γυναικών αυτών. Επιπλέον έγινε εκτίμηση της οστικής κατάστασης όλων των εθελοντριών γυναικών, μέσω της μεθόδου της οστικής υπερηχομετρίας με μετρήσεις στη πτέρνα και των δύο ποδιών, με τη χρήση του οστικού υπερηχομετρητή τύπου SAHARA (Hologic Inc.: Waltham MA, 1997). Από την διεξαγωγή της αρχικής αυτής φάσης, οι γυναίκες που βρέθηκαν να έχουν οστική πυκνότητα μικρότερη κατά 2,5 τυπικές αποκλίσεις από τη μέση οστική μάζα πληθυσμού νεαρών ενηλίκων ($T\text{-score} < -2,5$), να κάνουν χρήση φαρμακευτικών ουσιών (π.χ. θειαζιδικά διουρητικά, γλυκοκορτικοστεροειδή κτλ) και συμπληρωμάτων διατροφής (π.χ. ασβεστίου, μαγνησίου, φωσφόρου και βιταμίνης D) που επηρεάζουν τον οστικό μεταβολισμό, να έχουν διαγνωστεί με οποιοδήποτε είδος χρόνιας ασθένειας που σχετίζεται με οστικό καταβολισμό (π.χ. σακχαρώδης διαβήτης, νεφρολιθίαση, καρδιακή νόσος, καρκίνος, υπερ- ή υποθυρεοειδισμός, υπερπαραθυρεοειδισμός, νεφρική ή ηπατική νόσος, νόσος του Paget, ερυθρεματώδης λύκος, οστεοαρθρίτιδα ή άλλο αυτοάνοσο νόσημα), να καπνίζουν και να έχει διακοπεί η έμμηνος ρύση τους για λιγότερο από ένα χρόνο αποκλείστηκαν από τη δεύτερη φάση της μελέτης. Τα εργαλεία και υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αρχική φάση της μελέτης παρατίθενται στο Παράρτημα Α του κειμένου.

2.1.2 Δεύτερη Φάση

Μετά από την αρχική φάση της μελέτης προέκυψαν $134+217=351$ γυναίκες οι οποίες πληρούσαν τα κριτήρια συμπερίληψης στη μελέτη και οι οποίες κλήθηκαν να συμμετάσχουν στη δεύτερη φάση αυτής. Κατά τη διάρκεια της δεύτερης αυτής φάσης σε όλες τις εθελόντριες έγινε εκτίμηση οστικής πυκνότητας και σύστασης σώματος με τη χρήση της μεθόδου της απορροφησιομετρίας διπλής ενέργειας ακτίνων Χ (DXA; Συσκευή Lunar DPX-MD, Μάντισον, ΗΠΑ), καθώς και αιματολογικές αλλά και βιοχημικές αναλύσεις, οι οποίες περιλάμβαναν Γενική Αίματος, Ταχύτητα Καθίζησης Ερυθρών Αιμοσφαιρίων και επίπεδα ορού αίματος σε Ασβέστιο, Φώσφορο, Τρανσαμινάσες (SGOT, SGPT), Αλκαλική Φωσφατάση (ALP) και Κρεατινίνη. Τα υποκείμενα εκείνα τα οποία βρέθηκαν να έχουν παθολογικές τιμές σε οποιοδήποτε από τους παραπάνω κλινικούς δείκτες, αποκλείστηκαν από τη συνέχεια της μελέτης. Από τη δεύτερη αυτή φάση της μελέτης προέκυψαν 302 γυναίκες που πληρούσαν όλα τα κριτήρια, και από τις οποίες πριν από την έναρξη της παρέμβασης ζητήθηκε και υπέγραψαν λεπτομερές έντυπο συγκατάθεσης για την εθελοντική τους συμμετοχή στη μελέτη. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε αυτό το δείγμα μετεμμηνοπαυσικών γυναικών περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

2.2 Ανθρωπομετρήσεις

Σε όλες τις προαναφερθείσες χρονικές στιγμές της μελέτης το σωματικό βάρος των γυναικών μετρήθηκε με μία ψηφιακή ζυγαριά (Seca) με ακρίβεια ± 100 gr. Τα υποκείμενα της μελέτης ζυγίστηκαν χωρίς να φορούν υποδήματα και με την ελαχίστη δυνατή ένδυση. Το ύψος τους μετρήθηκε σε όρθια στάση, χωρίς να φορούν υποδήματα και κρατώντας τους ώμους σε χαλαρή θέση, με τα χέρια να κρέμονται ελευθέρως από τους ώμους, με την χρήση ενός αναστημόμετρου του εμπορίου (τύπος Leicester Height Measure) και με ακρίβεια $\pm 0,5$ cm. Από τις παραπάνω ανθρωπομετρήσεις υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) των εξεταζομένων διαιρώντας το βάρος (kg) με το τετράγωνο του ύψους τους (m^2).

Η κατηγοριοποίηση των γυναικών ως προς το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) έγινε σύμφωνα με τις κατωφλικές τιμές που προτείνονται από το National Institute of Health (NIH) [115].

Πίνακας 9 : Κατάταξη παχυσαρκίας σύμφωνα με το ΔΜΣ (NIH):

ΔΜΣ (kg/m ²)	
<18,5	Ελλειποβαρείς
18,5-24,9	Φυσιολογικού σωματικού βάρους
25,0-29,9	Υπέρβαροι
30-34,9	Παχύσαρκοι Ι
35-39,9	Παχύσαρκοι ΙΙ
≥40	Παχύσαρκοι ΙΙΙ

2.3 Διατροφική Αξιολόγηση

Σε όλες τις χρονικές στιγμές της μελέτης χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ανάκλησης 24-ώρου για να συλλεχθούν πληροφορίες διαιτητικής πρόσληψης για τρεις συνολικά ημέρες, δύο καθημερινές και μία Σαββατοκύριακου, κατά προτίμηση Κυριακή. Όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας που διεξήγαγαν τις συνεντεύξεις-ανάκλησης ήταν κατάλληλα εκπαιδευμένα για να ελαχιστοποιήσουν το σφάλμα που οφείλεται στη παρουσία του συνεντευκτή. Κατά της διάρκεια της συνέντευξης ζητήθηκε από τα υποκείμενα της μελέτης να ανακαλέσουν τον τύπο και την ποσότητα των τροφίμων και ροφημάτων που κατανάλωσαν τη προηγούμενη ημέρα με χρονολογική διαδοχή, δηλαδή από τη στιγμή που ξύπνησαν το πρωί έως την ίδια χρονική στιγμή την επόμενη ημέρα. Για να βελτιωθεί η ακρίβεια κατά τη περιγραφή των καταναλισκόμενων τροφίμων, αλλά και κατά την εκτίμηση της προσλαμβανόμενης ποσότητας χρησιμοποιήθηκαν προπλάσματα τροφίμων (Dairy Food Council, ΗΠΑ), καθώς και μεζούρες οικιακής χρήσης (κούπες, κουταλάκια του γλυκού και κουτάλια της σούπας κτλ) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Ανακλήσεις 24-ωρου για την συλλογή δεδομένων διατροφικής πρόσληψης

Η ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τις ανακλήσεις 24-ώρου έγινε με τη χρήση του λογισμικού διατροφικής ανάλυσης Nutritionist V (First Databank, San Bruno, CA), το οποίο εμπλουτίστηκε εκτενώς για να συμπεριλάβει Πίνακες Σύστασης σε μακρο και μικροθρεπτικά συστατικά για ελληνικά τρόφιμα και συνταγές [113], αλλά και χημικές αναλύσεις επεξεργασμένων τροφίμων του εμπορίου, τα οποία καταναλώνονται ευρέως στην Ελλάδα.

2.4 Αξιολόγηση Φυσικής Δραστηριότητας

Για να αξιολογηθεί η σωματική δραστηριότητα των συμμετεχόντων, χορηγήθηκαν με ηλεκτρονικούς βηματομετρητές (Yamax SW-200 Digiwalker) (εικόνα 6). Ο βηματομετρητής τοποθετήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (YamaxCorporation, Τόκιο, Ιαπωνία) στην δεξιά πλευρά της μέσης σε ευθεία γραμμή με την επιγονατίδα. Η λειτουργία του βηματομετρητή και η καταγραφή των βημάτων βασίζεται σε ένα μοχλό που εκτελεί μία κατακόρυφη κίνηση σε κάθε βήμα. Αυτή η κατακόρυφη κίνηση ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και ένα βήμα καταγράφεται ψηφιακά. Ο βηματομετρητής που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη κατέγραφε το συνολικό αριθμό των βημάτων σε όλες τις φυσικές δραστηριότητες των υποκειμένων της μελέτης, εκτός αυτών που γίνονται στο νερό (ντους, κολύμπι). Η καταγραφή των βημάτων ξεκινούσε από την ώρα που τοποθετήθηκε στη μέση το πρωί μέχρι την ώρα που αφαιρέθηκε την νύχτα, δηλαδή πριν από την βραδινή κατάκλιση.



Εικόνα 6. Ηλεκτρονικό Πεδόμετρο-Βηματομετρητής YAMAX-Digi Walker SW-200

Η κατηγοριοποίηση των γυναικών ως προς τη φυσική τους δραστηριότητα έγινε με την μέθοδο των Locke and Bassett (2004) (πίνακας 10).

Πίνακας 10: Κατάταξη φυσικής δραστηριότητας σύμφωνα με το μέσο όρο βημάτων (Locke and Bassett, 2004):

Μ.Ο. ΒΗΜΑΤΩΝ/ ΗΜΕΡΑ	
<5000	Καθιστική ζωή
5000-7499	Ελαφρά φυσική

	δραστηριότητα
7500-9999	Κάπως δραστήριο άτομο
10000-12500	Δραστήριο άτομο
>125000	Πολύ δραστήριο άτομο

2.5 Έλεγχος Υποκαταγραφής

Για τον έλεγχο της υποκαταγραφής χρησιμοποιήθηκε ο λόγος της καταγραφόμενης ενεργειακής πρόσληψης προς την υπολογιζόμενη βασικό μεταβολικό ρυθμό (BMR). Ο Βασικός Μεταβολικός Ρυθμός εκτιμήθηκε σύμφωνα με τις εξισώσεις του Schofield (Schofield 1985), λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία, το φύλο και το σωματικό βάρος του υπό μελέτη πληθυσμού. Για τον εντοπισμό των υποκειμένων που έκαναν υποκαταγραφή της διατροφικής τους πρόσληψης χρησιμοποιήθηκαν οι κατωφλικές τιμές (cut-off points) του λόγου ενεργειακής πρόσληψης/ ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας που προτείνονται από τους Goldberg και συν (1991). Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η κατωφλική τιμή Ενεργειακή Πρόσληψη (ΕΠ) $<1,35 \times \text{BMR}$ η οποία αντιστοιχεί σε υποκείμενα που κάνουν καθιστική ζωή [117].

2.6 Μετρήσεις Σύστασης Σώματος

Η σύσταση του ολικού σώματος μετρήθηκε κατά την έναρξη της μελέτης με τη μέθοδο της απορροφησιμετρίας διπλής ενέργειας ακτινών X (Dual X-Ray Absorptiometry: DXA; Συσκευή Lunar DPX-MD, Μάντισον, ΗΠΑ) και με τη χρήση αντίστοιχου λογισμικού επεξεργασίας των δεδομένων (Τύπος 4,6). Πριν από τη διεξαγωγή των μετρήσεων και σχεδόν σε καθημερινή βάση ο τεχνικός-μέλος της ερευνητικής ομάδας που διενεργούσε τις μετρήσεις πραγματοποιούσε τη βαθμονόμηση της συσκευής με τη χρήση κατάλληλου βαθμονομητή (Phantom), το οποίο είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο και χορηγείται από τον κατασκευαστή για αυτό το σκοπό. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν νωρίς το πρωί στο χώρο του Εργαστηρίου «Διατροφής και Μεταβολισμού» του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου και αφού όλα τα υποκείμενα της μελέτης είχαν ενημερωθεί κατάλληλα από την προηγούμενη ημέρα, ώστε να έχουν αφαιρέσει πριν τη προσέλευση τους για τη μέτρηση κάθε μεταλλικό αντικείμενο από πάνω τους, όπως κοσμήματα, γυαλιά, ρούχα με μεταλλικά κουμπιά και φερμουάρ (π.χ. τζιν παντελόνι), τα οποία θα

μπορούσαν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Σε αντίθετη περίπτωση είχε διαμορφωθεί ειδικός χώρος όπου οι γυναίκες που δεν τηρούσαν τις παραπάνω συστάσεις μπορούσαν να αφαιρέσουν τέτοιου είδους αντικείμενα ή ρούχα ακριβώς πριν από τη μέτρηση. Με το πέρας αυτής της διαδικασίας, οι συμμετέχουσες χωρίστηκαν σε τριτημόρια με βάσει τις τιμές λιπώδους, άλιπης και οστικής μάζας σώματος που προέκυψαν.

2.7 Στατιστική ανάλυση

Τα περιγραφικά δεδομένα αναφέρονται ως Μέσος (τυπική απόκλιση τ.α.). Η κανονικότητα της κατανομής των υπό εξέταση μεταβλητών καθορίστηκε με τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov. Για τον καθορισμό των σχέσεων μεταξύ των διαφόρων δεικτών σύστασης σώματος με διατροφικές μεταβλητές και μεταβλητές φυσικής δραστηριότητας πραγματοποιήθηκαν απλές συσχετίσεις. Καθώς η κατανομή όλων των μεταβλητών που συσχετίστηκαν ήταν κανονική, χρησιμοποιήθηκε ο παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Pearson (r). Επιπλέον, οι ίδιες συσχετίσεις επαναλήφθηκαν με την πραγματοποίηση μερικών συσχετίσεων (partial correlations) διορθώνοντας ως προς τα βήματα και ως προς την ηλικία κατά περίπτωση. Τέλος για να διαπιστωθεί η συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας των υποκειμένων και των διαφόρων δεικτών σύστασης σώματος πραγματοποιήθηκαν λογιστικές παλινδρομήσεις που οδήγησαν στην εξαγωγή των σχετικών λόγων (Odds Ratios: OR). Όλοι οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν ήταν αμφίπλευροι και πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού λογισμικού SPSS 16.0. Το επίπεδο σημαντικότητας σε όλες τις αναλύσεις ήταν $P < 0.05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Χαρακτηριστικά των ατόμων της μελέτης

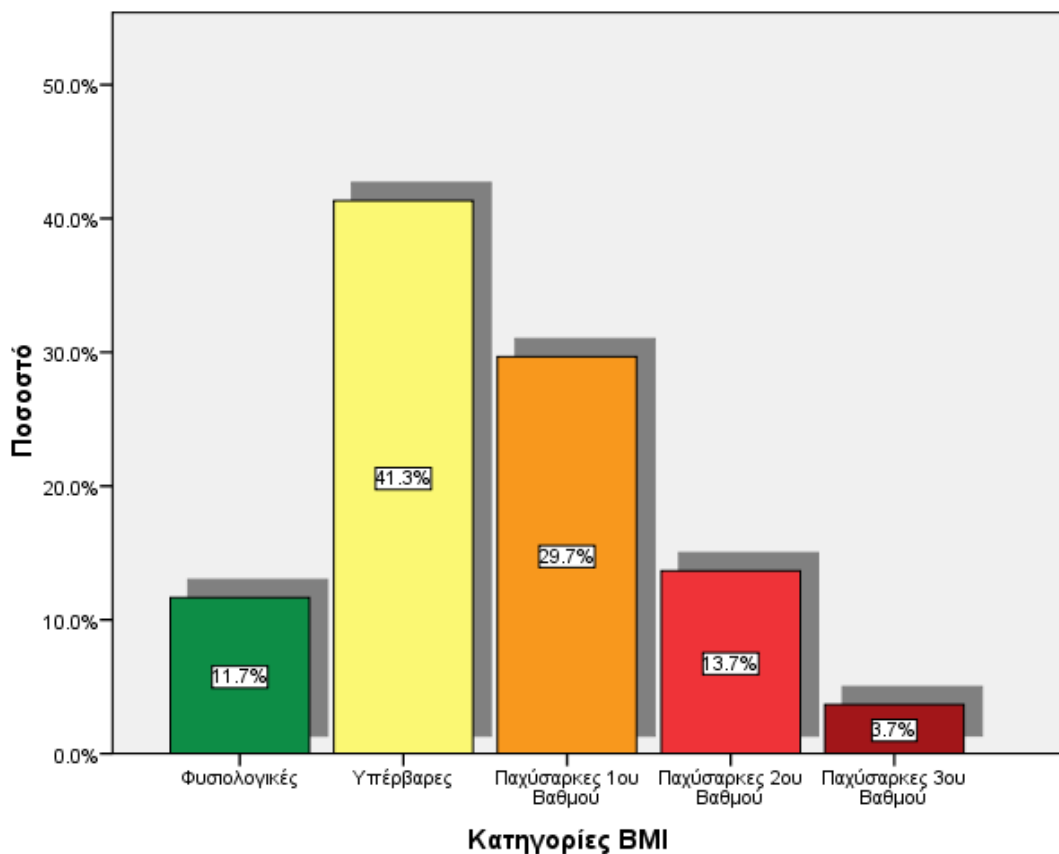
Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (Τ.Α.), όπως και οι τυπικές αποκλίσεις βασικών δημογραφικών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από το δείγμα της μελέτης. Παρατηρούμε ότι οι εθελόντριες ήταν κατά μέσω όρο 61.5 ετών, ύψους 155.7εκ. και βάρους 73.6 κιλά, ενώ είχαν μέσο δείκτη μάζας σώματος 30.4 kg/m². Τα χρόνια εμμηνόπαυσης

ήταν κατά μέσο όρο 12.6 έτη στο σύνολο των γυναικών, ενώ η περιφέρεια μέσης ήταν 91.3 εκατοστά, η ολική λιπώδης μάζα 31.9 κιλά και η ολική άλιπη μάζα 37.9 κιλά.

Πίνακας 11: Περιγραφή των ανθρωπομετρικών και δημογραφικών χαρακτηριστικών του υπό μελέτη πληθυσμού (n=304)

	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
ΥΨΟΣ (cm)	155,7	±5,67
ΒΑΡΟΣ (kg)	73,6	±11,8
ΧΡΟΝΙΑ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗΣ	12,6	±7,04
ΗΛΙΚΙΑ (έτη)	61,5	±5,97
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΜΕΣΗΣ (cm)	91,3	±12,0
ΟΛΙΚΗ ΛΙΠΩΔΗΣ ΜΑΖΑ (kg)	31,9	±8,57
ΟΛΙΚΗ ΑΛΥΠΗ ΜΑΖΑ (kg)	37,9	±3,99
ΔΜΣ (kg/m²)	30,4	±4,89

Στο παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 15) παρατηρούμε πώς κατηγοριοποιούνται οι εθελόντριες σε επίπεδα παχυσαρκίας με βάση το δείκτη μάζας σώματος.



Σχήμα 15. Κατηγοριοποίηση των εθελοντριών με βάση το ΔΜΣ

Παρατηρούμε, επομένως, ότι μόνο το 11.7% των γυναικών είναι φυσιολογικού ΔΜΣ, ενώ 41.3% είναι υπέρβαρες, 29.7% παχύσαρκες 1^{ου} βαθμού, 13.7% παχύσαρκες 2^{ου} βαθμού και το 3.7% είναι παχύσαρκες 3^{ου} βαθμού.

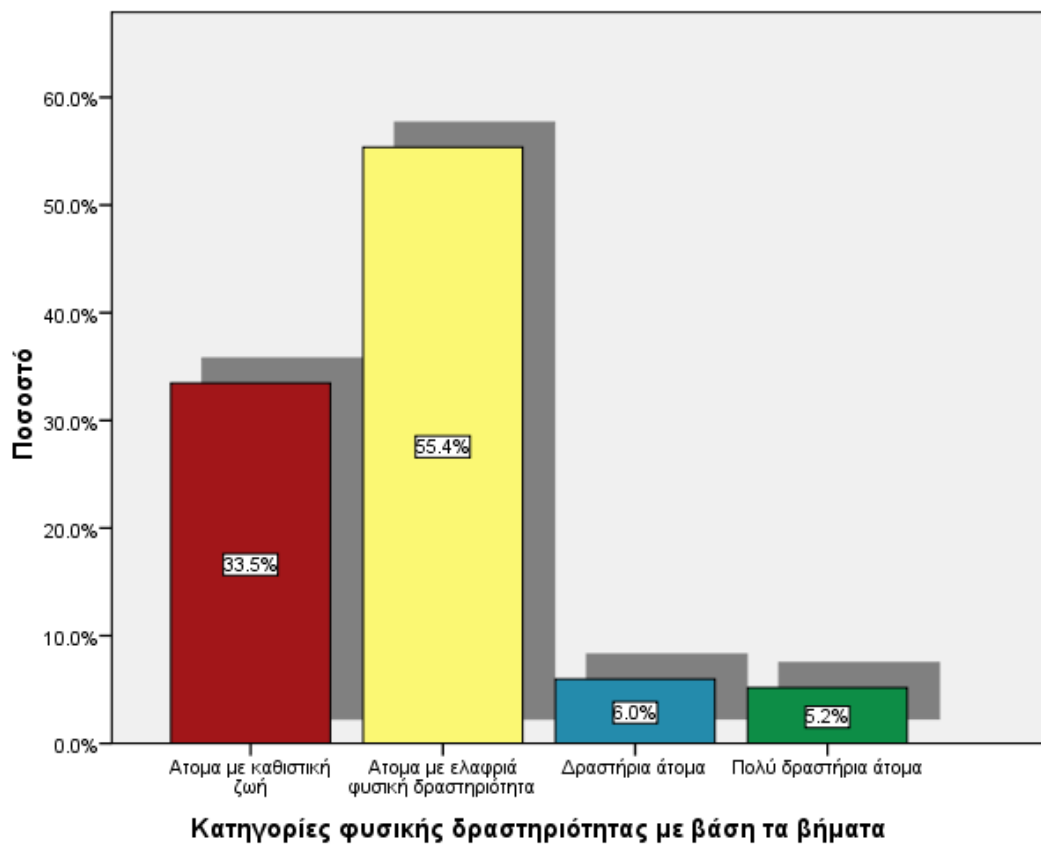
Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (Τ.Α.), όπως και οι τυπικές αποκλίσεις βασικών χαρακτηριστικών διατροφικής πρόσληψης και φυσικής δραστηριότητας που προέκυψαν από τις γυναίκες εκείνες που κατέγραφαν σωστά.

Πίνακας 11: Περιγραφή των χαρακτηριστικών διατροφικής πρόσληψης και φυσικής δραστηριότητας του υπό μελέτη πληθυσμού (n=189)*

/ΗΜΕΡΑ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (Μ.Ο.) ΒΗΜΑΤΩΝ	6814	±3052,5
ΘΕΡΜΙΔΕΣ (Kcal)	1748	±370,5
ΠΡΩΤΕΙΝΗ (gr)	64,6	±21,1
ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΑΣ (gr)	183,1	±59,9
ΟΛΙΚΟ ΛΙΠΟΣ (gr)	75,8	±23,0
<i>ΚΟΡΕΣΜΕΝΟ (gr)</i>	21,6	±8,88
<i>ΜΟΝΟΑΚΟΡΕΣΤΟ (gr)</i>	38,6	±13,5
<i>ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΟ (gr)</i>	10,5	±6,34
ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗ (gr)	181,0	±109,7
ΑΣΒΕΣΤΙΟ (mg)	910,4	±389,5
ΒΙΤΑΜΙΝΗ D	1,75	±2,19
ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ (gr)	17,7	±7,19
ΑΛΚΟΟΛ	2,11	±4,26
ΚΑΦΕΙΝΗ	235,0	±223,5

* οι μέσες τιμές αναφέρονται στις γυναίκες που έχουν κάνει σωστή καταγραφή

Στο παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 16) παρατηρούμε πώς κατηγοριοποιούνται οι εθελόντριες ως προς τη φυσική δραστηριότητα με βάση το μέσο όρο βημάτων ανά ημέρα.



Σχήμα 16. Κατηγοριοποίηση των εθελοντριών με βάση το μέσο όρο βημάτων

Παρατηρούμε, επομένως, ότι 33.5% των γυναικών κάνουν καθιστική ζωή, 55.4% είναι άτομα με ελαφριά φυσική δραστηριότητα, ενώ μόνο 6% των γυναικών είναι δραστήρια άτομα και μόνο 5.2% πολύ δραστήρια άτομα.

3.2 Συσχετίσεις σύστασης σώματος με πρόσληψη μακρο- και μικροθρεπτικών συστατικών

3.2.1. Ποσοστό λίπους μάζας σώματος

Πίνακας 13: Συσχέτιση % λίπους με την πρόσληψη ενέργειας, μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών διορθωμένη ως προς τα βήματα (n=189)^a

ΠΟΣΟΣΤΟ ΛΙΠΟΥΣ (%)								
*Διόρθωση ως προς βήματα	ΧΕΡΙΑ		ΠΟΔΙΑ		ΚΟΡΜΟΣ		ΟΛΙΚΟ	
Πρόσληψη /Ημέρα	r	P-value	r	P-value	r	P-value	r	P-value
Ενέργεια και Μακροθρεπτικά Συστατικά (n=189) ^a								
Ενέργεια (kcal)	0,014	0,862	-0,049	0,531	-0,088	0,261	-0,062	0,432
Πρωτεΐνη (%kcal)	-0,074	0,347	-0,072	0,356	0,004	0,957	-0,028	0,723
Υδατάνθρακες (%kcal)	-0,006	0,938	0,067	0,392	0,093	0,236	0,067	0,394
Ολικό λίπος (%kcal)	-0,154	0,048	-0,074	0,345	-0,073	0,355	-0,086	0,272
Μονοακόρεστα	-0,053	0,501	0,007	0,931	-0,036	0,647	-0,028	0,722
Πολυακόρεστα	-0,045	0,567	-0,014	0,858	0,062	0,430	0,028	0,723
Κορεσμένα ^b	-0,245	0,002	-0,179	0,021	-0,130	0,095	-0,167	0,032
Μικροθρεπτικά Συστατικά (n=189) ^a								
Ασβέστιο (mg)	-0,110	0,085	-0,191	0,003	-0,205	0,001	-0,190	0,003
Βιταμίνη D (mg)	0,098	0,126	0,027	0,677	-0,014	0,827	0,039	0,538

a. μελετήθηκαν μόνο οι γυναίκες που δεν υποκαταγράφουν

b. η σχέση αυτή έπαψε να είναι σημαντική όταν διορθώσαμε ως προς την ηλικία

Πίνακας 14: διόρθωση πρόσληψης λίπους και ποσοστού λίπους ως προς ηλικία

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	34,286	4,060		8,444	,000
SFA_Kcal	-0,166	0,111	-0,108	-1,497	0,136
Age	0,169	0,062	0,196	2,711	0,007

a. Dependent Variable: region fat total

Από τα ευρήματα του Πίνακα 12 και 13, παρατηρούμε, ότι η στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση των κορεσμένων λιπαρών με το ποσοστό λίπους και στα χέρια και τα πόδια εξαφανίζεται όταν κάνουμε διόρθωση ως προς την ηλικία.

Επόμενη στατιστικά σημαντική συσχέτιση είναι η αρνητική συσχέτιση του ασβεστίου(Ca) με το ποσοστό σωματικού λίπους (% FAT region) στα πόδια ($r=-0.191$, $p=0.003$), τον κορμό ($r=-0.205$, $p=0.001$) αλλά και το ολικό ποσοστό σωματικού λίπους ($r=-0.190$, $p=0.003$).

3.2.2 Λιπώδης μάζα σώματος

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 14), παρατηρούμε στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της πρόσληψης ολικού λίπους με την λιπώδη μάζα στα χέρια και της πρόσληψης κορεσμένου λίπους με την λιπώδη μάζα στα χέρια και τα πόδια. Ωστόσο, η σημαντικότητα αυτή χάνεται όταν γίνεται διόρθωση ως προς την ηλικία όπως προαναφέρθηκε και στην παραπάνω περίπτωση.

Παράλληλα, παρατηρούμε αρνητικές συσχετίσεις, στατιστικά σημαντικές, όσο αφορά στην πρόσληψη ασβεστίου και την λιπώδη μάζα στα πόδια ($r=-0.158$, $p=0.013$), τον κορμό ($r=-0.152$, $p=0.007$) αλλά και την ολική λιπώδη μάζα ($r=-0.155$, $p=0.015$).

Στην επόμενη σελίδα παρατίθεται ο ανάλογος πίνακας.

Πίνακας 15: Συσχέτιση λιπώδους μάζας με την πρόσληψη ενέργειας, μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών διορθωμένη ως προς τα βήματα ($n=189$)^a

ΛΙΠΩΔΗΣ ΜΑΖΑ (gr)								
*Διόρθωση ως προς βήματα	ΧΕΡΙΑ		ΠΟΔΙΑ		ΚΟΡΜΟΣ		ΟΛΙΚΟ	
Πρόσληψη /Ημέρα	r	P-value	r	P-value	R	P-value	r	P-value
Ενέργεια και Μακροθρεπτικά συστατικά (n=189) ^a								
Ενέργεια (kcal)	0,055	0,475	0,049	0,520	-0,002	0,983	0,026	0,735
Πρωτεΐνη (%kcal)	-0,131	0,086	-0,112	0,141	-0,007	0,931	-0,034	0,655
Υδατάνθρακες (%kcal)	0,039	0,607	0,106	0,165	0,111	0,145	0,074	0,332
Ολικό λίπος (%kcal)	-0,204	0,007	-0,104	0,172	-0,024	0,757	-0,086	0,262
Μονοακόρεστα	-0,086	0,260	-0,039	0,606	-0,035	0,651	-0,069	0,369
Πολυακόρεστα	-0,075	0,326	-0,046	0,546	0,050	0,514	0,018	0,811
Κορεσμένα ^b	-0,268	<0,001	-0,153	0,044	-0,032	0,679	-0,099	0,195
Μικροθρεπτικά συστατικά (n=189) ^a								
Ασβέστιο (mg)	-0,092	0,149	-0,158	0,013	-0,152	0,017	-0,155	0,015
Βιταμίνη D (mg)	0,103	0,107	0,010	0,881	-0,047	0,467	0,014	0,828

a. μελετήθηκαν μόνο οι γυναίκες που δεν υποκαταγράφουν

b. η σχέση αυτή έπαψε να είναι σημαντική όταν διορθώσαμε ως προς την ηλικία

3.2.3 Άλιπη μάζα σώματος

Πίνακας 16: Συσχέτιση άλιπης μάζας με την πρόσληψη ενέργειας, μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών διορθωμένη ως προς τα βήματα (n=189)^a

ΑΛΙΠΗ ΜΑΖΑ (gr)								
*Διόρθωση ως προς βήματα	ΧΕΡΙΑ		ΠΟΔΙΑ		ΚΟΡΜΟΣ		ΟΛΙΚΟ	
Πρόσληψη /Ημέρα	r	P-value	r	P-value	r	P-value	r	P-value
Ενέργεια και Μακροθρεπτικά Συστατικά (n=189) ^a								
Ενέργεια (kcal)	0,049	0,531	0,186	0,018	0,125	0,112	0,139	0,077
Πρωτεΐνη (%kcal)	-0,104	0,188	-0,073	0,353	0,051	0,516	-0,013	0,869
Υδατάνθρακες (%kcal)	0,090	0,253	-0,018	0,823	-0,021	0,787	0,012	0,880
Ολικό λίπος (%kcal)	-0,194	0,013	-0,073	0,357	0,079	0,316	-0,037	0,637
Μονοακόρεστα	-0,115	0,145	-0,066	0,402	0,051	0,519	-0,033	0,675
Πολυακόρεστα	-0,016	0,836	0,015	0,851	0,021	0,794	-0,002	0,975
Κορεσμένα	-0,240	0,002	-0,085	0,280	0,052	0,507	-0,051	0,521
Μικροθρεπτικά Συστατικά (n=189) ^a								
Ασβέστιο (mg)	-0,099	0,124	0,032	0,620	-0,006	0,924	-0,013	0,843
Βιταμίνη D (mg)	-0,022	0,732	0,002	0,970	-0,050	0,438	-0,042	0,509

a. μελετήθηκαν μόνο οι γυναίκες που δεν υποκαταγράφουν

Οι μόνες στατιστικά σημαντικές σχέσεις που παρατηρούνται σε σχέση με την άλιπη μάζα, είναι η αρνητική συσχέτιση της πρόσληψης ολικού λίπους με την άλιπη μάζα στα χέρια ($r=-0.194$, $p=0.013$), και η αρνητική συσχέτιση της πρόσληψης κορεσμένων λιπαρών με την άλιπη μάζα στα χέρια ($r=-0.240$, $p=0.003$)

3.2.4 Οστική πυκνότητα

Όπως θα παρατηρήσουμε στον παρακάτω πίνακα οι στατιστικά σημαντικές σχέσεις όσο αφορά στην οστική πυκνότητα και τη διαιτητική πρόσληψη είναι οι εξής:

- Αρνητική συσχέτιση της ενέργειας με την οστική πυκνότητα στον κορμό ($r=-0.135$, $p=0.046$).
- Αρνητικές συσχετίσεις της πρόσληψης υδατάνθρακα με την οστική πυκνότητα στη λεκάνη ($r=-0.156$, $p=0.046$) και τον κορμό ($r=-0.182$, $p=0.020$).
- Αρνητική συσχέτιση της πρόσληψης ολικού λίπους με την οστική πυκνότητα στη λεκάνη ($r=-0.046$, $p=0.046$).
- Αρνητική συσχέτιση της πρόσληψης πολυακόρεστων λιπαρών οξέων με την οστική πυκνότητα στον κορμό($r=-0.160$, $p=0.041$).
- Θετικές συσχετίσεις της πρόσληψης μονοακόρεστων λιπαρών οξέων με την οστική πυκνότητα στην λεκάνη ($r=0.025$, $p=0.046$).
- Θετικές συσχετίσεις της πρόσληψης ασβεστίου με την οστική πυκνότητα στην λεκάνη ($r=0.162$, $p=0.039$) και τον κορμό($r=0.174$, $p=0.027$).
- Θετικές συσχετίσεις της πρόσληψης βιταμίνης D με την οστική πυκνότητα στα χέρια ($r=0.182$, $p=0.020$), την λεκάνη ($r=0.281$, $p=0.002$), τον κορμό ($r=0.238$, $p<0.001$) αλλά και την ολική οστική πυκνότητα ($r=0.127$, $p=0.049$) .

Πίνακας 17: Συσχέτιση οστικής μάζας με την πρόσληψη ενέργειας, μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών διορθωμένη ως προς τα βήματα (n=189)^a

ΟΣΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ²)										
*Διόρθωση ως προς βήματα	ΧΕΡΙΑ		ΠΟΔΙΑ		ΛΕΚΑΝΗ		ΚΟΡΜΟΣ		ΟΛΙΚΟ	
Πρόσληψη /Ημέρα	R	P-value	r	P-value	r	P-value	r	P-value	r	P-value
Ενέργεια και Μακροθρεπτικά Συστατικά (n=189) ^a										
Ενέργεια (kcal)	0,030	0,707	-0,035	0,660	0,218	-0,108	-0,135	0,046	0,020	0,802
Πρωτεΐνη (%kcal)	0,112	0,155	0,092	0,244	-0,060	-0,135	-0,042	0,597	0,050	0,522
Υδατάνθρακες (%kcal)	-0,069	0,385	-0,013	0,867	-0,156	0,046	-0,182	0,020	-0,104	0,187
Ολικό λίπος (%kcal)	0,004	0,961	0,075	0,339	-0,046	0,046	-0,103	0,191	-0,024	0,765
Μονοακόρεστα	0,055	0,488	0,066	0,399	0,025	0,046	0,018	0,824	0,028	0,765
Πολυακόρεστα	-0,108	0,171	-0,034	0,666	-0,108	0,169	-0,160	0,041	-0,122	0,121
Κορεσμένα	-0,034	0,667	-0,012	0,878	-0,135	0,085	-0,142	0,071	-0,058	0,462
Μικροθρεπτικά Συστατικά (n=189) ^a										
Ασβέστιο (mg)	0,064	0,321	<0,001	0,999	0,162	0,039	0,174	0,027	0,089	0,258
Βιταμίνη D (mg)	0,182	0,020	-0,043	0,586	0,281	0,002	0,238	<0,001	0,127	0,049

a. μελετήθηκαν μόνο οι γυναίκες που δεν υποκαταγράφουν

3.3 Συσχέτιση σύστασης σώματος με σωματική άσκηση

Όπως παρατηρούμε στον παρακάτω πίνακα, ο μέσος όρος βημάτων ανά ημέρα δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική σχέση με την οστική πυκνότητα.

Σχετικά με το ποσοστό λίπους, παρατηρούμε αρνητικές συσχετίσεις, στατιστικά σημαντικές, του μέσου όρου βημάτων ανά ημέρα με το ποσοστό λίπους στα χέρια ($r=-0.179$, $p=0.005$), τα πόδια ($r=-0.147$, $p=0.021$), τον κορμό ($r=-0.198$, $p=0.002$) και το ολικό ποσοστό λίπους ($r=-0.199$, $p=0.002$).

Αντίθετα, παρατηρούμε θετικές συσχετίσεις, στατιστικά σημαντικές, του μέσου όρου βημάτων ανά ημέρα με το ποσοστό άλιπης μάζας στα χέρια ($r=0.183$, $p=0.003$), τα πόδια ($r=0.121$, $p=0.052$), τον κορμό ($r=0.185$, $p=0.003$) και το ολικό ποσοστό λίπους ($r=0.185$, $p=0.003$).

Πίνακας 18: Συσχέτιση του μέσου όρου βημάτων με τη σύσταση σώματος (οστική μάζα, ποσοστό λίπους, ποσοστό άλιπης μάζας σώματος) ($n=250$)

ΒΗΜΑΤΑ		
	r	P-value
<i>Οστική πυκνότητα</i>		
ΧΕΡΙΑ	0,051	0,428
ΠΟΔΙΑ	0,066	0,302
ΚΟΡΜΟΣ	-0,022	0,731
ΛΕΚΑΝΗ	0,051	0,425
ΟΛΙΚΟ	<0,001	0,994
<i>Ποσοστό Λίπους</i>		
ΧΕΡΙΑ	-0,179	0,005
ΠΟΔΙΑ	-0,147	0,021
ΚΟΡΜΟΣ	-0,198	0,002
ΟΛΙΚΟ	-0,199	0,002
<i>Ποσοστό Άλιπης Μάζας</i>		
ΧΕΡΙΑ	0,183	0,003
ΠΟΔΙΑ	0,121	0,052
ΚΟΡΜΟΣ	0,185	0,003
ΟΛΙΚΟ	0,185	0,003

3.4 Λογιστική παλινδρόμηση με ανεξάρτητη μεταβλητή τη φυσική δραστηριότητα

Όπως παρατηρούμε στον πίνακα 19, η συσχέτιση των επιπέδων λιπώδους μάζας, (τα οποία προκύπτουν αν χωρίσουμε τις τιμές λιπώδους μάζας των υποκειμένων της μελέτης σε 3 ίσα τμήματα), με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ως ανεξάρτητη μεταβλητή παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Πιο συγκεκριμένα, με εξαρτημένη μεταβλητή το 3^ο τριτημόριο και ομάδα αναφοράς τα άτομα με καθιστική ζωή (<5000 βήματα/ημέρα), τα άτομα με ελαφριά φυσική δραστηριότητα (5000-7500 βήματα/ημέρα) έχουν OR=0.502 και p-value=0.025, τα κάπως δραστήρια άτομα (7500-10000 βήματα/ημέρα) έχουν OR=0.417 και p-value=0.017 και τα δραστήρια άτομα (>10000 βήματα/ημέρα) έχουν OR=0.256 και p-value=0.007.

Αντίθετα, οι λογικές παλινδρομήσεις των τριτημορίων άλιπης μάζας σώματος και οστικής πυκνότητας με τη φυσική δραστηριότητα ως ανεξάρτητη μεταβλητή δεν παρουσιάζουν καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση.

Πίνακας 19: Σχετικοί λόγοι για τη συσχέτιση μεταξύ επιπέδων λιπώδους μάζας, άλιπης μάζας, οστικής πυκνότητας και επιπέδων φυσικής δραστηριότητας (n=250)*

Μέσος Όρος βημάτων (βήματα/ ημέρα)	ΕΠΙΠΕΔΑ ΛΙΠΩΔΟΥΣ ΜΑΖΑΣ ^a		ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΛΙΠΗΣ ΜΑΖΑΣ ^b		ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΣΤΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ^c	
	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value
<5000	Ομάδα αναφοράς					
5000-7500	0,502	0,025	0,816	0,582	0,718	0,297
7500-10000	0,417	0,017	0,671	0,478	0,805	0,552
>10000	0,256	0,007	0,478	0,137	0,921	0,854

- a. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε το 3^ο τριτημόριο των επιπέδων λιπώδους μάζας (kg) ολικού σώματος
- b. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε το 3^ο τριτημόριο των επιπέδων άλιπης μάζας (kg) ολικού σώματος
- c. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε το 3^ο τριτημόριο των επιπέδων οστικής πυκνότητας (gr/cm²) ολικού σώματος

**έχει γίνει διόρθωση ως προς το δείκτη μάζας σώματος*

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια συγχρονική μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας 55-70 ετών, χωρίς κινητικά προβλήματα και χρόνιες ή κληρονομικές ασθένειες. Σκοπός της είναι η διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στη διαιτητική πρόσληψη, κυρίως ασβεστίου και βιταμίνης D, με τη σύσταση σώματος όπως αυτή εκφράζεται από το Μοντέλο των Τριών Διαμερισμάτων, DXA (λιπώδης μάζα, άλιπη μάζα, οστικής ιστός) σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Παράλληλα, σκοπός της μελέτης αποτελεί η συσχέτιση της σωματικής άσκησης με τη σύσταση σώματος.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, η μελέτη αυτή έδειξε ότι όσο αυξάνεται η πρόσληψη ασβεστίου σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες τόσο μειώνεται το ποσοστό λίπους και η λιπώδης μάζα στα πόδια, τον κορμό και το σύνολο του σώματος των γυναικών. Η άλιπη μάζα δεν φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με την πρόσληψη ασβεστίου ή βιταμίνης D. Αντίθετα, η οστική πυκνότητα σχετίζεται σημαντικά με την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα στην πρόσληψη ασβεστίου και την οστική πυκνότητα στην λεκάνη και τον κορμό και θετική συσχέτιση ανάμεσα στην πρόσληψη βιταμίνης D και την οστική πυκνότητα στα χέρια, την λεκάνη, τον κορμό και τη συνολική οστική πυκνότητα του σώματος των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. Οι παραπάνω παρατηρήσεις έγιναν στις 189 από τις 302 γυναίκες του δείγματος, αφού οι υπόλοιπες αποκλείστηκαν λόγω υποκαταγραφής. Ο αριθμός των γυναικών που υποκαταγράφουν, είναι ιδιαίτερα αυξημένος, ωστόσο αυτό είναι αναμενόμενο σε ένα δείγμα που αποτελείται κατά το 47% από παχύσαρκες γυναίκες [144].

Σχετικά με τη σωματική άσκηση, παρατηρήθηκε ότι όσο αυξάνεται η σωματική άσκηση μειώνεται το ποσοστό λίπους στα χέρια, το πόδια, τον κορμό και το συνολικό λίπος, ενώ αντίθετα αυξάνεται η άλιπη μάζα στα ίδια σημεία. Η οστική πυκνότητα δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τη σωματική άσκηση.

Τέλος, παρατηρήθηκε ότι οι γυναίκες με ελαφριά φυσική δραστηριότητα έχουν 49.8% λιγότερες πιθανότητες να βρίσκονται στο 3^ο τεταρτημόριο λιπώδους μάζας σε σχέση με εκείνες που κάνουν καθιστική ζωή. Οι κάπως δραστήριες γυναίκες έχουν 58.3% λιγότερες πιθανότητες να βρίσκονται στο 3^ο τεταρτημόριο λιπώδους μάζας σε σχέση με εκείνες που κάνουν καθιστική ζωή, ενώ οι δραστήριες γυναίκες έχουν 74.4% λιγότερες πιθανότητες.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής φαίνεται να συμφωνούν με αποτελέσματα παρόμοιων μελετών, σχετικών με τα θέματα τα οποία πραγματεύεται. Πιο συγκεκριμένα όσο αφορά στην:

➤ *Πρόσληψη ασβεστίου και τη μείωση της λιπώδους μάζας:*

Οι *Zemel et al* (2000) [58] εξέτασαν τις επιδράσεις των γαλακτοκομικών προϊόντων στη συσσώρευση λίπους και τη σύσταση του σώματος σε παχύσαρκους Αφρικοαμερικανούς. Οι εθελοντές χωρίστηκαν σε 2 ομάδες, η πρώτη λάμβανε χαμηλή σε ασβέστιο δίαιτα (500 mg/d) και η δεύτερη υψηλή σε ασβέστιο (1200 mg/d), χωρίς να υπάρχουν διαφορές στην ενεργειακή και μακροθρεπτική τους πρόσληψη. Μετά από 24 εβδομάδες φάνηκε ότι η ομάδα με την υψηλή κατανάλωση ασβεστίου παρουσίασε μείωση της ολικής λιπώδους μάζας (2.16 kg, $p < 0.01$), μείωση του λίπους στον κορμό (1.03 kg, $p < 0.01$) και αύξηση της άλιπης μάζας (1.08 kg, $p < 0.04$), ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή στην δεύτερη ομάδα. Παράλληλα, οι *Zemel et al* πραγματοποίησαν πειράματα σε ζώα που έδειξαν ότι η χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου αυξάνει τα αποθέματα λίπους στο σώμα [56, 57].

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας οδήγησαν τους *Davies et al* (2000) στην επανεξέταση των αποτελεσμάτων αυτών χρησιμοποιώντας το βάρος ως εξαρτημένη μεταβλητή, την πρόσληψη ασβεστίου ως ανεξάρτητη μεταβλητή και τη μάζα των οστών ως αρχικά εξαρτημένη μεταβλητή[37]. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες της 3^{ης}, 5^{ης} και 8^{ης} δεκαετίας ζωής και παρατηρήθηκαν σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις ανάμεσα στην πρόσληψη ασβεστίου και το σωματικό βάρος σε όλες τις ηλικιακές ομάδες.

Την ίδια χρονιά (2000), οι *Lin et al* σε μια μετανάλυση μιας παρεμβατικής ως προς την άσκηση μελέτης σε 54 γυναίκες 18-30 ετών, εντόπισαν σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις στην πρόσληψη ασβεστίου (διορθωμένο ως προς την ενέργεια) και στο σωματικό βάρος και τη λιπώδη μάζα των εθελοντριών σε μια διετή περίοδο παρακολούθησης.

Το 2001 οι *Barger-Lux et al* [135] έκαναν μια διπλά τυφλή παρέμβαση πρόσληψης ασβεστίου σε γυναίκες 19-26 ετών, χορηγώντας συμπλήρωμα 1500 mg ασβεστίου την ημέρα στην πρώτη ομάδα και πλασματικό συμπλήρωμα στη δεύτερη ομάδα για 3 χρόνια. Μετά το πέρας της παρέμβασης, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο σωματικό βάρος ανάμεσα στις 2 ομάδες. Αντίθετα, όπως παρατηρήθηκε με μετρήσεις στο DXA, παρατηρήθηκε μεγάλη διαφορά στο ποσοστό λίπους ανάμεσα στις 2 ομάδες, με την ομάδα των γυναικών στις οποίες χορηγήθηκε το συμπλήρωμα να συσσωρεύουν λίπος σε ποσοστό 50% λιγότερο από αυτές που έλαβαν πλασματικό συμπλήρωμα. Παρατηρήθηκε, επίσης, αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην πρόσληψη ασβεστίου και την λιπώδη μάζα σώματος και θετική συσχέτιση ανάμεσα στην πρόσληψη ασβεστίου και την άλιπη μάζα σώματος.

Ακολούθησαν αρκετές έρευνες που συσχέτισαν αρνητικά την πρόσληψη ασβεστίου με την αύξηση του σωματικού βάρους σε γυναικείο πληθυσμό, όπως αυτή του *Lovejoy et al*(2001)[40] και του *Fiorito et al* (2006) [136]. Το 2005 οι *Vergnaud AC et al* σε 6ετή έρευνά τους σε μεσήλικες Γάλλους έδειξαν ότι η πρόσληψη ασβεστίου σχετίζεται αρνητικά με το σωματικό βάρος, τη λιπώδη μάζα και την περιφέρεια μέσης σε γυναίκες φυσιολογικού βάρους και υπέρβαρες [137].

➤ *Πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D και την αύξηση της οστικής πυκνότητας:*

Σχετικά με την συσχέτιση της οστικής πυκνότητας με την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D, από το 1995 έρευνες σε ποντίκια είχαν φανερώσει ευεργετικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα έρευνα των *Scharpina et al* (1995), έδειξε πως εμπλουτισμός των τροφίμων με βιταμίνη D και ασβέστιο επέφερε αύξηση της οστικής πυκνότητας του συνολικού σώματος των ποντικών κατά 62% και 48% αντίστοιχα [138]. Έτσι, αρκετές είναι οι μελέτες στη βιβλιογραφία που έχουν ερευνήσει τις μεταβολές της οστικής πυκνότητας, των βιοχημικών δεικτών αλλά και του ρυθμού οστικής απώλειας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες μετά από μεγάλο διάστημα συστηματικής κατανάλωσης εμπλουτισμένων γαλακτοκομικών προϊόντων με τα δύο αυτά θρεπτικά συστατικά. Την ίδια χρονιά, η μελέτη των *Prince et al* (2005) έδειξε ότι η ταυτόχρονη συστηματική άσκηση φαίνεται να ενισχύει τα αποτελέσματα της πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D, σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος και κυρίως στα κάτω άκρα. [139]. Ακολούθησαν και άλλες έρευνες με σκοπό να διαπιστωθεί αν ο συνδυασμός πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D μέσω σκευασμάτων συνεισφέρουν στην αύξηση της οστικής πυκνότητας του συνολικού σώματος σε προ και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες αλλά και στη μείωση επίπτωσης καταγμάτων. Στην έρευνα τους σε 187 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, οι *Cooper et al* (2003) απέδειξαν ότι η χορήγηση σε μέρος των γυναικών συμπληρώματος 10000 U βιταμίνης D μαζί με την πρόσληψη συμπληρώματος ασβεστίου 1000 mg ανά ημέρα δεν είχε παραπάνω ευεργετικά αποτελέσματα σε σχέση με εκείνες στις οποίες χορηγήθηκε μόνο συμπλήρωμα ασβεστίου [140]. Αντίθετα, στην παρούσα μελέτη, τα ευρήματα για τη βιταμίνη D είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, αφού φάνηκε, όπως έχει προαναφερθεί, ότι όσο αυξάνεται η πρόσληψη βιταμίνης D επιφέρει αύξηση της οστικής πυκνότητας στα χέρια, τον κορμό, την λεκάνη και τη συνολική οστική πυκνότητα στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Οι *Di Daniele et al* (2004) έκαναν μια διπλά τυφλή παρέμβαση (double-blind trial) σε 120 προ- και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες άνω των 45 ετών, χορηγώντας στη μία ομάδα συμπλήρωμα ασβεστίου και βιταμίνης D (calcium group) και στην άλλη ομάδα πλασματικό συμπλήρωμα (placebo group). Ελέγχθηκαν οι δείκτες οστικής πυκνότητας στην αρχή της μελέτης και ανά 15 μήνες και παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 2 ομάδες ($P < 0.005$).

Συγκεκριμένα, η ομάδα που λάμβανε το πλασματικό συμπλήρωμα φάνηκε να χάνει ολική οστική πυκνότητα σε ποσοστό 0.4% ανά χρόνο [141].

Οι *Cranney A. et al* (2007) με συνδυασμό και μεταanalύσεις 167 μελετών για την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D σε παιδιά, γυναίκες στην αναπαραγωγική ηλικία, μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και ηλικιωμένους άντρες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα της πρόσληψης βιταμίνης D στην οστική πυκνότητα, είναι περισσότερο εμφανή σε μεγαλύτερους ενήλικες σε σχέση με τις μικρότερες ηλικιακές ομάδες. Στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες παρατηρήθηκε ένα επιπλέον όφελος από την πρόσληψη βιταμίνης D, κυρίως όταν αυτή χορηγήθηκε σε συνδυασμό με ασβέστιο. Στην ίδια ηλικιακή ομάδα, ένας συνδυασμός 6 μελετών που εξέταζαν την επίπτωση καταγμάτων, φανέρωσε μείωση στην επίπτωση καταγμάτων με την πρόσληψη βιταμίνης D. Ωστόσο, οι ίδιοι ερευνητές, επισήμαναν την παρατήρηση της μελέτης Women's Health Initiative που εξέθεσε μια μικρή αύξηση στις πέτρες νεφρών στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας 50 έως 79 έτη των οποίων καθημερινή πρόσληψη βιταμίνης D ήταν 400 IU (η διαιτητική πρόσληψη αναφοράς για 50 έως 70 έτη, και κάτω από την πρόσληψη αναφοράς για > 70 έτη) που συνδυάστηκαν με 1000 mg ασβεστίου. Η αύξηση στις νεφρικές πέτρες αντιστοιχούσε σε 5.7 γεγονότα ανά 10.000 ανθρωποέτη έκθεσης. Οι γυναίκες σε αυτήν την δοκιμή είχαν υψηλότερη πρόσληψη ασβεστίου από την προβλεπόμενη για τις περισσότερες μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες [142]. Ο κίνδυνος για την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D υψηλότερης από την πρόσληψη αναφοράς δεν έχει διερευνηθεί πλήρως.

➤ *Σωματική άσκηση και σωματικό λίπος:*

Αρκετές είναι οι έρευνες οι οποίες συσχετίζουν την σωματική άσκηση με μείωση του ποσοστού λίπους στο σώμα, όπως και η παρούσα μελέτη.

Πιο συγκεκριμένα, το 2001, στην έρευνα των *Tudor-Locke et al.*, συμμετείχαν 109 υγιείς, Καυκάσιοι και Αφροαμερικανοί ενήλικες ηλικίας 17-79 ετών και τους χορηγήθηκε βηματογράφος με σκοπό τη συλλογή αποτελεσμάτων σχετικά με τα βήματα ανά ημέρα που πραγματοποιεί ο καθένας τους για όλες τις δραστηριότητες. Τα βήματα ανά ημέρα που κατέγραψαν οι εθελοντές συσχετίστηκαν με το ΔΜΣ (kg/m^2) και το % λίπους σώματος και η σχέση που βρέθηκε ήταν σημαντικά αρνητική (-0.30 για το ΔΜΣ και -0.27 για το % λίπους σώματος με $P < 0.001$) παρόλο που δεν έγινε διαχωρισμός της φυλής ή του φύλου. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η σχέση διατηρήθηκε ακόμη και όταν η ηλικία πήρε μέρος στη συσχέτιση [119]. Σε συμφωνία με τα ευρήματα των *Tudor-Locke et al.* είναι και εκείνα των *McClung et al.* (2000), οι οποίοι, βέβαια διόρθωσαν ως προς το φύλο και την ηλικία τα αποτελέσματα των 209 ατόμων του δείγματος. Αυτό που αποκαλύφθηκε ήταν μία αντίθετη σχέση μεταξύ του ΔΜΣ και

των βημάτων που πραγματοποιούσαν οι εθελοντές ανά ημέρα ($P=0.05$) [120]. Την ίδια ακριβώς σχέση αποκάλυψαν και οι *Kriska et al.* (1997), που χρησιμοποίησαν ερωτηματολόγια συμπληρωμένα από τους ίδιους τους εθελοντές όσον αφορά στη σωματική τους άσκηση [121], καθώς και οι *Whitt et al.* (2003) που εξέτασαν 55 Αφροαμερικάνους ενήλικες μέσω βηματογράφου [123]. Ερωτηματολόγιο, όμως, χρησιμοποίησαν και οι *Aleman-Mateo et al.* (1999) στην έρευνά τους που πραγματοποιήθηκε σε άτομα ηλικίας πάνω από 60 ετών. Αυτό που έδειξαν ήταν η αντίθετη σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και ποσοστού λίπους σώματος (-0.36 με $P=0.007$) [124].

Μέχρι στιγμής, η μεγαλύτερη δείγμα έρευνα, είναι αυτή των *Mitchell et al.* (2003) που πραγματοποιήθηκε σε 1404 ηλικιωμένα άτομα και των δύο φύλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο στις γυναίκες η σωματική άσκηση, ως διανυόμενη απόσταση, φάνηκε να σχετίζεται αρνητικά με το σωματικό βάρος και το % σωματικό λίπος μέσω DXA [129].

Οι μόνες μελέτες που συσχέτισαν αρκετούς δείκτες σύστασης σώματος με τη σωματική άσκηση είναι των *Hornbuckle et al.* (2005) και των *Thompson et al.* (2004) που εξέτασαν 75 Αφροαμερικάνες ηλικίας 40-62 ετών και 80 Καυκάσιες 40-66 ετών αντίστοιχα. Το κοινό συμπέρασμα είναι ότι τα βήματα που κατέγραφαν οι γυναίκες συσχετίστηκαν αρνητικά με το ΔΜΣ (-0.479 και -0.417 με $P<0.05$ αντίστοιχα) και το ποσοστό σωματικού λίπους (-0.506 και -0.713 με $P<0.05$) [130-131]. Όλες οι παραπάνω συσχετίσεις ισχύουν ακόμη και όταν συνυπολογίζεται και η επίδραση της ηλικίας.

Μόνο μία μελέτη πραγματοποιήθηκε σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και είναι εκείνη των *Krumm et al.* (2006). Τα αποτελέσματα 93 γυναικών ηλικίας περίπου 60 ετών έδειξαν ότι τα βήματα που κατέγραψαν σε μία ημέρα σχετίζονται αρνητικά με το % συνολικό σωματικό λίπος, το λίπος του κορμού, την περιφέρεια μέσης και εκείνης του ισχίου (από -0.487 έως -0.368 με $P<0.001$) ανεξαρτήτου ηλικίας και ενεργειακής πρόσληψης [122].

Αντίθετα ευρήματα παρουσιάζονται, όμως, στις έρευνες των *Raguso et al.* (2006) και των *Nassis and Geladas et al.* (2003), που εξέτασαν 74 άνδρες και 66 γυναίκες ηλικίας πάνω από 65 έτη και 441 γυναίκες 18-69 ετών αντίστοιχα. Αυτοί οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι συσχετίσεις των δεικτών σύστασης σώματος οφείλονται στην ηλικία και όχι στη σωματική άσκηση. Οι δύο αυτές μελέτες κατέγραψαν τη σωματική άσκηση με ερωτηματολόγιο και όχι με βηματομετρητή όπως στην παρούσα μελέτη [132-133].

➤ Σωματική άσκηση και άλιπη μάζα:

Στην παρούσα μελέτη, παρατηρήσαμε ότι η σωματική άσκηση, μετρούμενη ως διανυόμενη απόσταση, συνεισφέρει στην αύξηση του ποσοστού άλιπης μάζας στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Όπως αναφέρει ο *Doherty* (2003) [66], η αποχή από τη φυσική άσκηση σχετίζεται αρνητικά με την εμφάνιση και την εξέλιξη της σαρκοπενίας. Σε πρόσφατη μελέτη τους για τα οφέλη της σωματικής άσκησης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, οι *Fjeldstad C et al* (2009), εξέτασαν τα αποτελέσματα από εφαρμογή συγκεκριμένων μορφών άσκησης σε 55 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες που πρωτίστως διεξήγαγαν καθιστική ζωή. Οι 55 γυναίκες χωρίστηκαν σε 3 ομάδες : άσκηση με αντίσταση μόνο (RG, n=22), άσκηση με δόνηση και αντίσταση (VR, n=21) ή καθόλου άσκηση-ομάδα ελέγχου (CG, n=12). Η σύσταση σώματος των γυναικών αξιολογήθηκε με χρήση DXA στην αρχή της μελέτης και μετά από 8 μήνες παρέμβασης. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν σημαντικές αυξήσεις στην συνολική άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα χεριών και κορμού ($p<0.05$) ύστερα από εφαρμογή άσκησης αντίστασης ή άσκησης αντίστασης και δόνησης μαζί (ομάδα VR και ομάδα RG), ενώ η ομάδα ελέγχου δεν έδειξε καμία σημαντική αλλαγή σε σχέση με την άλιπη μάζα. Αντίθετα, το ποσοστό συνολικού λίπους σωματών έδειξε σημαντική μείωση ($p<0.05$) μόνο στην ομάδα VR (άσκηση με δόνηση και αντίσταση), ενώ, η ομάδα CG (καθιστική ζωή-ομάδα ελέγχου) είχε μια σημαντική αύξηση στο ποσοστό συνολικού λίπους σωματών ($p<0.05$) [143].

➤ *Σωματική άσκηση και οστική πυκνότητα:*

Η συγκεκριμένη μελέτη δεν κατάφερε να συσχετίσει σημαντικά την σωματική άσκηση με την οστική πυκνότητα, ωστόσο υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι η γρήγορη βάδιση, η αεροβική άσκηση και τα άλματα φαίνεται να μειώνουν ή να προλαμβάνουν τη μετεμμηνοπαυσιακή οστική απώλεια. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι οι *Wolff I et al* (1999) σε μια συστηματική μετά-ανάλυση 16 τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών και 9 ελεγχόμενων μελετών έδειξαν ότι η άσκηση διατηρεί κατά 1% ανά έτος την οστική πυκνότητα στη σπονδυλική στήλη και στον αυχένα της κεφαλής του μηριαίου οστού σε προ- και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες [110]. Μια ακόμη μετά-ανάλυση των *Bonaiuti D et al* (2003), που περιελάμβανε 18 τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αεροβική άσκηση, οι ασκήσεις με βάρη και οι ασκήσεις αντίστασης αυξάνουν την οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης, ενώ η βάδιση είναι αποτελεσματική στην οστική πυκνότητα του ισχίου [111].

Περιορισμοί της έρευνας

Όπως παρατηρούμε από τα παραπάνω, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι συμβατά με τη διεθνή βιβλιογραφία και με υπάρχουσες θεωρίες, που αναλύθηκαν στο κομμάτι της εισαγωγής για τη συσχέτιση της διαιτητικής πρόσληψης και της σωματικής άσκησης με τη σύσταση σώματος σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Ωστόσο, ορισμένοι περιορισμοί θέτουν υπό αμφισβήτηση τα εξαγόμενα συμπεράσματα.

Πιο συγκεκριμένα, κυριότερο μειονεκτήματα αυτής της μελέτης είναι ότι αποτελεί μια συγχρονική μελέτη, οπότε δεν μπορεί να εξάγει κάποιο συμπέρασμα για τη σχέση αιτίου-αιτιατού στα ευρήματά της. Η έρευνα αυτή, πραγματοποιήθηκε σε ένα σχετικά μικρό αριθμό γυναικών εκ των οποίων μόνο το 11.7% ήταν φυσιολογικού βάρους, ενώ το 41.3% ήταν υπέρβαρες και το 47.1% παχύσαρκες. Το γεγονός αυτό, αφενός αμφισβητεί την ομοιογένεια του δείγματος και αφετέρου επιβαρύνει το συστηματικό πρόβλημα υποκαταγραφής κατά την διατροφική αξιολόγηση, αφού αυτό είναι εντονότερο σε άτομα μη φυσιολογικού βάρους [144]. Η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε, αρχικά, για τη μελέτη της επίδρασης πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D σε διάφορους δείκτες σύστασης σώματος των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. Επομένως, δεν ήταν προσανατολισμένη στην εύρεση συσχετίσεων ανάμεσα στην πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D με τη λιπώδη και άλιπη μάζα. Το γεγονός αυτό, βέβαια, μπορεί να θεωρηθεί και πλεονέκτημα της μελέτης, αφού εξασφαλίζει την αντικειμενικότητα των αποτελεσμάτων. Επίσης, η μελέτη αυτή δεν περιελάμβανε στον σκοπό της να προτείνει συγκεκριμένες συστάσεις διαιτητικής πρόσληψης ασβεστίου για τη μείωση του ποσοστού λίπους, ούτε αναφέρθηκε στα ανώτατα ανεκτά επίπεδα πρόληψης βιταμίνης D στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Τέλος, η μελέτη δεν στόχευε να αποσαφηνίσει ποιο είναι το καταλληλότερο είδος, διάρκεια και ένταση άσκησης υγιών μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τόσο τα παραπάνω θέματα, όσο και οι εξαγόμενες από τη μελέτη συσχετίσεις χρήζουν περισσότερης διερεύνησης, κυρίως με οργάνωση μελετών παρέμβασης, για να διεξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση της διαιτητικής πρόσληψης μικροθρεπτικών συστατικών (ασβέστιο και βιταμίνη D) και της σωματικής άσκησης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

4.1 Συμπέρασμα

Η παρούσα μελέτη, παρότι είναι συγχρονική και δεν μπορεί να διεξάγει κάποια αιτιολογική σχέση, πρότεινε την πιθανή θετική επίδραση της πρόσληψης ασβεστίου στη μείωση του ποσοστού συνολικού σωματικού λίπους και του ποσοστού λίπους στα πόδια και στον κορμό σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Παράλληλα, πρότεινε την αύξηση της οστικής πυκνότητας στα χέρια, τα πόδια, τη λεκάνη, τον κορμό αλλά και στο συνολικό σώμα με συνδυασμό πρόσληψης ασβεστίου και βιταμίνης D στην ίδια ηλικιακή ομάδα. Τέλος, παρατήρησε ότι η σωματική άσκηση φαίνεται να σχετίζεται θετικά με τη μείωση του ποσοστού λίπους και την αύξηση του ποσοστού άλιπης μάζας στα άνω και κάτω άκρα, στον κορμό και στο συνολικό σώμα.

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας μπορούν να αποτελέσουν έναυσμα για περαιτέρω ερευνητικές μελέτες με μεγαλύτερο και πιο ομοιογενές δείγμα. Οι συσχετίσεις που προτάθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και η διεύρυνση αυτών με σαφείς συστάσεις τόσο διαιτητικής πρόσληψης όσο και προτεινόμενου είδους και έντασης σωματικής άσκησης για τη βελτίωση των δεικτών σύστασης σώματος, κρίνουν απαραίτητη την εκπόνηση παρόμοιων μελετών παρέμβασης σε μετεμηνοπαυσιακές γυναίκες.



5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Kinsella K, Velkoff VA.** Life expectancy and changing mortality. *Aging Clin Exper Res* 2002;14(5):322-32.
2. **Philos** Trans R Soc Lond B Biol Sci: **The** remarkable improvements in survival at older ages. 1997 Dec 29;352(1363):1799-804
3. **Dasgupta A,** Rehman HU. Neuroendocrinology of menopause. *Minerva Ginecol* 2006; 58(1):25-33.
4. **Prior J.** Perimenopause: The complex endocrinology of the menopausal transition. *Endocrine Reviews* 1998; 19:397-428.
5. **Henry G.** Burger, Emma C. Dudley, David M. Robertson and Lorraine Dennerstein: Hormonal Changes in the Menopause Transition. *Recent Progress in Hormone Research* 57:257-275 (2002)
6. **Tchernof, A.,** et al., Menopause, central body fatness, and insulin resistance: effects of hormone replacement therapy. *Coron Artery Dis*, 1998. **9**(8): p. 503-11.
7. **Campos, H.,** et al., Differences in apolipoproteins and low-density lipoprotein subfractions in postmenopausal women on and off estrogen therapy: results from the Framingham Offspring Study. *Metabolism*, 1990. **39**(10): p. 1033-8.
8. **Grady, D.,** et al., Hormone therapy to prevent disease and prolong life in postmenopausal women. *Ann Intern Med*, 1992. **117**(12): p. 1016-37.
9. **Wing, R.R.,** et al., Weight gain at the time of menopause. *Arch Intern Med*, 1991. 151(1): p. 97-102.
10. **Lapidus, L.** et al., Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 1984. 289(6454): p.1257-61.
11. **Greendale, G.A.,** N.P. Lee, and E.R. Arriola, *The menopause*. *Lancet*, 1999. **353**(9152): p. 571-80.
12. **Ζαμπέλας Α.** Η Διατροφή στα Στάδια της ζωής. Πασχαλίδης. 1η έκδοση. Αθήνα, 2003
13. **Villareal, D.T.,** et al., *Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society*. *Obes Res*, 2005. **13**(11): p.1849-63.
14. **Wilson, M.M.** and J.E. Morley, *Invited review: Aging and energy balance*. *J Appl Physiol*, 2003.**95**(4): p. 1728-36.
15. **Elia, M., P.** Ritz, and R.J. Stubbs, *Total energy expenditure in the elderly*. *Eur J Clin Nutr*, 2000. **54 Suppl 3**: p. S92-103.

16. **Wakimoto, P.** and G. Block, *Dietary intake, dietary patterns, and changes with age: an epidemiological perspective.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2001. **56 Spec No 2:** p. 65-80.
17. **Wang Z.M.** et al., 1992. *The five-level model: a new approach to organizing body composition research.* Am J Clin Nutr. 56(1): 19-28.
18. **Anghel SI,** Bedu E, Vivier CD, Descombes P, Desvergne B, Wahli W.J Biol Chem. 2007 Oct 12;282(41):29946-57. Epub 2007 Aug 14.
19. **Μανιός Ι.,** και συν., 2006. Διατροφική Αξιολόγηση. Πασχαλίδης. 1η έκδοση.
20. Green J and CR Kleeman. Role of bone in regulation of systemic acid-base balance. Kidney Int 1991. 39(1): p. 9-26.
21. **Williams M.H.,** 2003. Διατροφή: Υγεία, ευρωστία και αθλητική απόδοση. Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης.
22. **Seidell, J.C. and T.L. Visscher,** *Body weight and weight change and their health implications for the elderly.* Eur J Clin Nutr, 2000. **54 Suppl 3:** p. S33-9.
23. EFO and NOF (1997) Who are candidates for prevention and treatment for osteoporosis? Osteoporosis Int. 7:1.
24. **Roubenoff, R.,** *Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics.* Obes Res, 2004. **12(6):** p.887-8.
25. **Ζαμπέλας Α.** Κλινική Διατροφή & Διαιτολογία με στοιχεία παθολογίας 1. Πασχαλίδης. 1^η έκδοση. Αθήνα.,2007
26. **Morley, J.E.,** et al., *Sarcopenia.* J Lab Clin Med, 2001. **137(4):** p. 231-43.
27. **Nguyen V.T.,** et al., 1996. Fat intake and adiposity in children of lean and obese parents. Am J Clin Nutr. 63:507-513.
28. **Gallagher D.** et al., 2000. Healthy percentage body-fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. Am J Clin Nutr 72:694.
29. **Panagiotakos D.B.,** et al. 2004. Epidemiology of overweight and obesity in a Greek adult population: the ATTICA Study. Obes Res. 12(12): p. 1914-20.
30. **Panagiotakos D.B.,** et al. 2006. Association between the prevalence of obesity and adherence to the Mediterranean diet: the ATTICA study. Nutrition. 22(5): p. 449-56.
31. **Williamson, D.F.,** et al., *Recreational physical activity and ten-year weight change in a US national cohort.* Int J Obes Relat Metab Disord, 1993. **17(5):** p. 279-86.
32. **Μανιός Ι.** Διατροφική Αξιολόγηση. Πασχαλίδης. 1η έκδοση. Αθήνα.,2007
33. **Walker, C.G.,** et al., *Diet, obesity and diabetes: a current update.* Clin Sci (Lond), 2007. **112(2):** p.93-111.

34. **Teegarden, D.**, *The influence of dairy product consumption on body composition*. J Nutr, 2005. **135**(12): p. 2749-52.
35. **Barba, G.**, et al., *Inverse association between body mass and frequency of milk consumption in children*. Br J Nutr, 2005. **93**(1): p. 15-9.
36. **Buchowski, M.S.**, J. Semenza, and A.O. Johnson, *Dietary calcium intake in lactose maldigesting intolerant and tolerant African-American women*. J Am Coll Nutr, 2002. **21**(1): p. 47-54.
37. **Davies, K.M.**, et al., *Calcium intake and body weight*. J Clin Endocrinol Metab, 2000. **85**(12): p. 4635-8
38. **Jacqmain, M.**, et al., *Calcium intake, body composition, and lipoprotein-lipid concentrations in adults*. Am J Clin Nutr, 2003. **77**(6): p. 1448-52.
39. **Loos, R.J.**, et al., *Calcium intake is associated with adiposity in Black and White men and White women of the HERITAGE Family Study*. J Nutr, 2004. **134**(7): p. 1772-8.
40. **Lovejoy, J.C.**, et al., *Ethnic differences in dietary intakes, physical activity, and energy expenditure in middle-aged, premenopausal women: the Healthy Transitions Study*. Am J Clin Nutr, 2001. **74**(1): p. 90-5.
41. **Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz, WH**: The disease burden associated with overweight and obesity. JAMA 282: 1523–1529, 1999.
42. **Mokdad AH, Serdula MK, Dietz WH, Bowman BA, Marks JS, Koplan JP**: The spread of the obesity epidemic in the United States, 1991–1998. JAMA 282: 1519–1522, 1999.
43. The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. Arch Intern Med 157: 2413–2446, 1997.
44. **McCarron DA**, Morris C, Cole C: Dietary calcium in human hypertension. Science 217: 267–269, 1982.
45. **McCarron DA, Morris CD, Henry HJ, Stanton JL**: Blood pressure and nutrient intake in the United States: an analysis of the Health and Nutrition Examination Survey I. Science 224: 1392–1398, 1984.
46. **Bucher HC, Cook RJ, Guyatt GH, Lang JD, Cook DJ, Hatala R, Hunt DL**: Effects of dietary calcium supplementation on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. JAMA 275: 1016–1022, 1996.
47. **Bucher HC**, Guyatt GH, Cook RJ, Hatala R, Cook DJ, Lang JD, Hunt D: Effect of calcium supplementation on pregnancy-induced hypertension and preeclampsia: a meta-analysis of randomized controlled trials. JAMA 275: 1113–1117, 1996.

48. **McCarron DA, Reusser ME:** Finding consensus in the dietary calcium-blood pressure debate. *J Am Coll Nutr* 18: 398S–405S, 1999.
49. **Tornquist K, Tashjian AH:** Dual action of 1,25-dihydroxycholecalciferol on intracellular Ca^{2+} in GH_4C_1 cells: evidence for effects on voltage-operated Ca^{2+} channels and $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ exchange. *Endocrinology* 124: 2765–2776, 1989.
50. **Fleet JC:** Vitamin D receptor: not just in the nucleus anymore. *Nutr Rev* 57: 60–62, 1999.
51. **Resnick L:** The cellular ionic basis of hypertension and allied clinical conditions. *Progr Cardiovasc Dis* 42: 1–22, 1999.
52. **Zemel MB:** Dietary calcium, calcitrophic hormones and hypertension. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 4: 224–228, 1994.
53. **Walser M:** Ion association. VII. Dependence of calciuresis on natriuresis during sulfate infusion. *Am J Physiol* 201: 761–781, 1961.
54. **Zemel MB, Gualdoni SM, Walsh MF, Komanicky P, Standley P, Johnson D, Fitter W, Sowers J:** Effect of sodium and calcium on calcium metabolism and blood pressure regulation in hypertensive black adults. *J Hypertens* 4(Suppl 5): 364S–366S, 1986.
55. **Zemel MB, Gualdoni SM, Sowers JR:** Sodium excretion and plasma renin activity in normotensive and hypertensive black adults as affected by dietary calcium and sodium. *J Hypertens* 4(Suppl:5): 343S–345S, 1986.
56. **Zemel MB, Sowers JR:** Salt sensitivity and hypertension in the elderly. *Am J Cardiol* 61: 7H–12H, 1988.
57. **Zemel MB, Gualdoni SM, Sowers JR:** Reductions in total and extracellular water associated with calcium-induced natriuresis and the antihypertensive effect of calcium in blacks. *Am J Hypertens* 1: 70–72, 1988.
58. **Zemel MB, Shi H, Greer B, DiRienzo D, Zemel PC:** Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J* 4: 1132–1138, 2000.
59. **Kim JH, Kiefer LL, Woychik RP, Wilkison WO, Truesdale A, Ittoop O, Willard D, Nichols J, Zemel MB:** Agouti regulation of intracellular calcium. Role of melanocortin receptor. *Am J Physiol* 272: E379–E384, 1997.
60. **Zemel MB, Kim JH, Woychik RP, Michaud EJ, Kadwell SH, Patel IR, Wilkison WO:** Agouti regulation of intracellular calcium: role in the insulin resistance of viable yellow mice. *Proc Natl Acad Sci USA* 92: 4733–4737, 1995.
61. **Jones BH, Kim JH, Zemel MB, Woychik RP, Michaud EJ, Wilkison WO, Moustaid N:** Upregulation of adipocyte metabolism by agouti protein: possible paracrine actions in yellow mouse obesity. *Am J Physiol* 270: E192–E196, 1996.

62. **Xue BZ**, Moustaid N, Wilkison WO, Zemel MB: The agouti gene product inhibits lipolysis in human adipocytes via a Ca^{2+} -dependent mechanism. *FASEB J* 12: 1391–1396, 1998.
63. **Kim JH, Mynatt RL, Moore JW, Woychik RP, Moustaid N, Zemel MB**: The effects of calcium channel blockade on agouti induced obesity. *FASEB J* 10: 1646–1652, 1996.
64. **Roubenoff, R.**, *Sarcopenia and its implications for the elderly*. *Eur J Clin Nutr*, 2000. **54 Suppl 3**: p. S40-7.
65. **World Health Organization**, Tufts University School of Nutrition and Policy, Keep fit for life. Meeting the nutritional needs of older person, 2002.
66. **Doherty, T.J.**, *Invited review: Aging and sarcopenia*. *J Appl Physiol*, 2003. **95**(4): p. 1717-27.
67. **Poehlman, E.T., M.J. Toth, and A.W. Gardner**, *Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study*. *Ann Intern Med*, 1995. **123**(9): p. 673-5.
68. **Solomon, A.M. and P.M. Bouloux**, *Modifying muscle mass - the endocrine perspective*. *JEndocrinol*, 2006. **191**(2): p. 349-60.
69. **Roubenoff, R.**, *Sarcopenia and its implications for the elderly*. *Eur J Clin Nutr*, 2000. **54 Suppl 3**:p. S40-7.
70. **Baumgartner, R.N.**, et al., *Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico*. *Am J Epidemiol*, 1998. **147**(8): p. 755-63.
71. **Tellado, J.M.**, et al., *Predicting mortality based on body composition analysis*. *Ann Surg*, 1989. **209**(1): p. 81-7.
72. **Enoka, R.M.**, *Neural strategies in the control of muscle force*. *Muscle Nerve Suppl*, 1997. **5**: p. S66-9.
73. **Baracos, V.**, et al., *Stimulation of muscle protein degradation and prostaglandin E2 release by leukocytic pyrogen (interleukin-1). A mechanism for the increased degradation of muscle proteins during fever*. *N Engl J Med*, 1983. **308**(10): p. 553-8.
74. **Clowes, G.H., Jr.**, et al., *Muscle proteolysis induced by a circulating peptide in patients with sepsis or trauma*. *N Engl J Med*, 1983. **308**(10): p. 545-52.
75. **Tsujinaka, T.**, et al., *Interleukin 6 receptor antibody inhibits muscle atrophy and modulates proteolytic systems in interleukin 6 transgenic mice*. *J Clin Invest*, 1996. **97**(1): p. 244-9.
76. **Conboy IM, Conboy MJ, Wagers AJ, Girma ER, Weissman IL, Rando TA**. Rejuvenation of aged progenitor cells by exposure to a young systemic environment. *Nature* 2005; 433:760-764.

77. **Morley, J.E., et al.,** *Sarcopenia*. J Lab Clin Med, 2001. **137**(4): p. 231-43.
78. **Visser, M.,** D.J. Deeg, and P. Lips, *Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam*. J Clin Endocrinol Metab, 2003. **88**(12): p. 5766-72.
79. **Calvo MS and Whiting SJ** (2005): Overview of the proceedings from Experimental Biology 2004 symposium: vitamin D insufficiency: a significant risk factor in chronic diseases and potential disease-specific biomarkers of vitamin D sufficiency. J Nutr **135**, 301-303.
80. **Hollick M** (1990) Vitamin D and the skin: photobiology, physiology and therapeutic efficacy for psoriasis. In *Bone and Mineral Research*, pp. 313-366 [J Heersche and J Kanis, editors]. Amsterdam: Elsevier.
81. **Zofkova I** (2003): Pathophysiological and clinical importance of insulin-like growth factor-I with respect to bone metabolism. Physiol Res **52**, 657-679.
82. NIH Consensus Statement (2000). Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. NIH Consensus Statement: 1-45.
83. EFFE and NOF (1997)bWho are candidates for prevention and treatment for osteoporosis? Osteoporosis Int. 7:1.
84. **Randell, A., et al.,** Direct clinical and welfare costs of osteoporotic fractures in elderly men and women. Osteoporos Int, 1995. 5(6): p. 427-32.
85. **Kanis, J.A., et al.,** International variations in hip fracture probabilities: implications for risk assessment. J Bone Miner Res, 2002. 17(7): p. 1237-44.
86. European Commission (1998). Report on osteoporosis in the European Community: Action for prevention. Luxembourg, Office for Official Publications for the European Commission.
87. **Jordan, K.M.** and C. Cooper, Epidemiology of osteoporosis. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2002. 16(5): p. 795-806.
88. Cooper, C., G. Campion, and L.J. Melton, 3rd, Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. Osteoporos Int, 1992. 2(6): p. 285-9.
89. **Delmas, P.D., et al.,** Underdiagnosis of vertebral fractures is a worldwide problem: the IMPACT study. J Bone Miner Res, 2005. 20(4): p. 557-63.
90. **Wu, X.P., E. Y Liao, et al,** A comparison study of the reference curves of bone mineral density at different skeletal sites in native Chinese, Japanese, and American Caucasian women. Calcif Tissue Int 2003. 73(2): p. 122-32.

91. **Newton-John, H.F.** and D.B. Morgan, The loss of bone with age, osteoporosis, and fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 1970. 71: p. 229-52.
92. **Matkovic, V.**, et al., Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J Clin Nutr*, 1979. 32(3): p. 540-9.
93. **Matkovic, V.**, et al., Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *J Clin Invest*, 1994. 93(2): p. 799-808.
94. **Katzman, D.K.**, et al., Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 1991. 73(6): p. 1332-9.
95. **Heaney, R.P.**, Protein intake and the calcium economy. *J Am Diet Assoc*, 1993. 93(11): p. 1259-60.
96. **Bonjour, J.P.**, Carrie, A.L. et al, Calcium-enriched foods and bone mass growth in prepubertal girls: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Invest*, 1997. 99(6): p. 1287-94.
97. **Hannan, M.T.**, et al., Effect of dietary protein on bone loss in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res*, 2000. 15(12): p. 2504-12.
98. **Tucker KL, H.M.**, Kiel DP, The acid-base hypothesis: diet and bone in the Framingham Osteoporosis Study. *Eur J Nutr*, 2001. 40(5): p. 231-7.
99. **Ho, S.C.**, et al., Soy protein consumption and bone mass in early postmenopausal Chinese women. *Osteoporos Int*, 2003. 14(10): p. 835-42.
100. **Kelsay,, J.L.**, K.M. Behall, and E.S. Prather, Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects, II. Calcium, magnesium, iron, and silicon balances. *Am J Clin Nutr*, 1979. 32(9): p. 1876-80.
101. **Tucker, K.L.**, et al., Bone mineral density and dietary patterns in older adults: the Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr*, 2002. 76(1): p. 245-52.
102. **Tucker, K.L.**, et al., Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. *Am J Clin Nutr*, 1999. 69(4): p. 727-36.
103. **Ilich, J.Z.**, et al., To drink or not to drink: how are alcohol, caffeine and past smoking related to bone mineral density in elderly women? *J Am Coll Nutr*, 2002. 21(6): p. 536-44.
104. **MacInnis, R.J.**, et al., Determinants of bone density in 30- to 65-year-old women: a co-twin study. *J Bone Miner Res*, 2003. 18(9): p. 1650-6.

105. Tucker, K.L., et al., Colas, but not other carbonated beverages, are associated with low bone mineral density in older women: The Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr*, 2006. 84(4): p. 936-42.
106. **Thompson P.D.**, et al., 2003. Exercise and Physical activity in the prevention and Treatment of Atherosclerotic cardiovascular disease. *Arterioscles Thromb Vasc Biol*, 23:42-49.
107. **Rowlands A.V.**, et al., 1999. Relationship between activity levels, **aerobic fitness, and body fat in 8- to 10- yr- old children.** *J Appl Physiol* 86:1428-1435.
108. **Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P, Harvey M, et al.** (1996): Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *J Am Geriatr Soc* 44, 756-762.
109. **Heinonen A**, Oja P, Sievanen H, Pasanen M and Vuori I (1998): Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy perimenopausal women: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* **13**, 483-490.
110. **Wolff I**, van Croonenborg JJ, Kemper HC, Kostense PJ and Twisk JW (1999): The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int* **9**, 1-12.
111. **Bonaiuti D**, Shea B and Iovine R (2003): Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev* **3**, CD 0003333.
112. **Hodgson SF, Watts NB, Bilezikian JP, Clarke BL, Gray TK, Harris DW, et al.** (2003): American Association of Clinical Endocrinologists medical guidelines for clinical practice for the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis: 2001 edition, with selected updates for 2003. *Endocr Pract* **9**, 544-564.
113. **Trichopoulou A** (2004) *Composition tables of foods and Greek dishes. School of Medicine: Department of Hygiene and Epidemiology.* Athens, Greece.
114. National Research Council (1986) *Nutrient Adequacy: Assessment Using Food Consumption Surveys. Report of the Food and Nutrition Board.* Washington, DC: National Academy of Sciences.
115. **NIH** – clinical guidelines on the identification, evaluation and overweight and obesity in adults- the evidence report.
116. **Schofield, W.N.**, Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*, 1985. **39 Suppl 1**: p. 5-41.
117. **Goldberg GR**, Black AE, Jebb SA, Cole TJ, Murgatroyd PR, Coward WA, Prentice AM: *Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of*

- energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording.* Eur J Clin Nutr. 1991 Dec;45(12):569-81. Review.
118. **Tryon W.W., et al.,** 1992. Activity decreases as percentage overweight increases. [Int J Obes Relat Metab Disord.](#) 16(8):591-5.
 119. **Tudor-Locke C., et al.,** 2001. The relationship between pedometer-determined ambulatory activity and body composition variables. [Int J Obes Relat Metab Disord.](#) 25(11):1571-8.
 120. **McClung C.D., et al.,** 2000. Relationship between body mass index and activity in hip or knee arthroplasty patients. J Orthoped Res. 18:35–39.
 121. **Kriska A.M., et al.,** 1997. *A collection of physical activity questionnaires for health-related research.* Med Sci Sports Exerc. 29(6):S1– S205.
 122. **Krumm M., et al.,** 2006. *The relationship between daily steps and body composition in postmenopausal women.* [J Womens Health \(Larchmt\).](#) 15(2):202-10.
 123. **Whitt M.C., et al.,** 2003. *Amount and bouts of physical activity in a sample of African-American women* Med. Sci. Sports Exerc. 35:1887-1893.
 124. **Aleman-Mateo H., et al.,** 1999. *Anthropometry and body composition in persons over 60. The importance of physical activity.* [Salud Publica Mex.](#) 41(4):309-16.
 125. **Rutter S., et al.,** 1994. *Comparison of energy expenditure in normal-weight and overweight women using the Caltrac Personal Activity Computer.* Int J Eat Disord. 15: 37
 126. **Maffeis C., et al.,** 1998. *Influence of diet, physical activity and parents' obesity on children's adiposity: a four-year longitudinal study.* [Int J Obes Relat Metab Disord.](#) 22(8):758-64.
 127. **Rowlands A.V., et al.,** 1999. *Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8- to 10- yr- old children.* J Appl Physiol 86:1428-1435.
 128. **Deheeger M., et al.,** 1997. *Physical activity and body composition in 10 year old French children: linkages with nutritional intake?* [Int J Obes Relat Metab Disord.](#) 21(5):372-9.
 129. **Mitchell D., et al.,** 2003. *Body composition in the elderly: the influence of nutritional factors and physical activity.* [J Nutr Health Aging.](#) 7(3):130-9.
 130. **Thompson D.L., et al.,** 2004. *Relationship between Accumulated Walking and Body Composition in Middle-Aged Women.* [Med Sci Sports Exerc.](#) 36(5):911-4.
 131. **Hornbuckle L.M., et al.,** 2005. *Pedometer-Determined Walking and Body Composition Variables in African-American Women.* [Med Sci Sports Exerc.](#)(6):1069-74.
 132. **Nassis G.P. and Geladas N. D.,** 2003. *Age-related pattern in body composition changes for 18-69 year old women.* [J Sports Med Phys Fitness.](#) 43(3):327-33.

133. **Raguso C.A.**, et al., 2006. *A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise*. Clin Nutr. 25(4):573-80.
134. **Lin YC**, Lyle RM, McCabe LD, McCabe GP, Weaver CM, Teegarden D: Dairy calcium is related to changes in body composition during a two-year exercise intervention in young women. *J Am Coll Nutr* 19: 754–760, 2000
135. **Barger-Lux MJ**, **Davies KM**, Heaney RP, Chin BK, Rafferty K: Calcium supplementation may attenuate accumulation of fat in young women. *J Bone Miner Res*, 16: S219, 2001
136. **Fiorito LM**, [Ventura AK](#), [Mitchell DC](#), [Smiciklas-Wright H](#), [Birch LL](#). Girls' dairy intake, energy intake, and weight status Department of Human Development and Family Studies, Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA. 2006
137. **Vergnaud AC**, [Péneau S](#), [Chat-Yung S](#), [Kesse E](#), [Czernichow S](#), [Galan P](#), [Hercberg S](#), [Bertrais S](#). Dairy consumption and 6-y changes in body weight and waist circumference in middle-aged French adults INSERM U557, INRA U1125, CNAM EA3200, Paris 13 University, and the Research Unit on Nutritional Epidemiology, CRNH IdF, Bobigny, France. 2005
138. **Schapira, D.**, et al., *Calcium and vitamin D enriched diets increase and preserve vertebral mineral content in aging laboratory rats*. *Bone*, 1995. 16(5): p. 575-82.
139. **Prince, R.**, et al., *The effects of calcium supplementation (milk powder or tablets) and exercise on bone density in postmenopausal women*. *J Bone Miner Res*, 1995. 10(7): p. 1068-75.
140. **Cooper, L.**, et al., *Vitamin D supplementation and bone mineral density in early postmenopausal women*. *Am J Clin Nutr*, 2003
141. **Di Daniele, N.**, et al., *Effect of supplementation of calcium and vitamin D on bone mineral density and bone mineral content in peri- and post-menopause women; a double-blind, randomized, controlled trial*. *Pharmacol Res*, 2004. **50**(6): p. 637-41.
142. **Cranney, A.**, et al., *Effectiveness and safety of vitamin D in relation to bone health*. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)*, 2007(158): p. 1-235.
143. [Fjeldstad C](#), [Palmer IJ](#), [Bemben MG](#), [Bemben DA](#).: *Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women: Maturitas*. 2009 May 20;63(1):79-83. Epub 2009, Apr 21
144. [Kretsch MJ](#), [Fong AK](#), [Green MW](#). *Behavioral and body size correlates of energy intake underreporting by obese and normal-weight women*: J Am Diet Assoc. 1999 Mar;99(3):300-6; quiz 307-8

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ-ΑΝΑΚΛΗΣΗ 24ΩΡΟΥ

Κατάλογος τροφίμων που καταναλώθηκαν κατά την προηγούμενη ημέρα:

Ωρα	Είδος τροφής	Μάρκα τροφίμου	Ποσότητα τροφίμου	Τόπος κατανάλωσης
Πρό-γευμα				
Ενδιά-μεσα				
Μεση-μεριανό				
Απο-γευμα-τινό				
Δείπνο				
Προ ύπνου				

Συμπληρώματα διατροφής (Ποια και πόσο συχνά): _____

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Όνοματεπώνυμο:.....

Ημερομηνία:.....

Ένδειξη βηματομετρητή:

Ημέρα πρώτη:.....

Ημέρα δεύτερη:.....

Ημέρα τρίτη:.....

Ημέρα τέταρτη:.....

Ημέρα πέμπτη:.....

Ημέρα έκτη:.....

Ημέρα έβδομη:.....

