



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού
Πανεπιστημιούπολη - 69100 Κομοτηνή



Διϊδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Κλινική Άσκηση &
Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών
Τ.Θ. 60037 Αγία Παρασκευή Αττικής

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

με τίτλο:

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
ΚΑΙ ΣΤΗ ΓΩΝΙΑ ΦΑΣΗΣ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΑΝΩ ΤΩΝ ΠΕΝΗΝΤΑ ΕΤΩΝ

ΤΟΥ

Στυλιανού Λαπαρίδη (Α.Μ. 12014/2019)

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Ελένη Δούδα
Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: Αθανάσιος Χατζηνικολάου

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: Αλεξάνδρα Αυλωνίτη

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, Σεπτέμβριος 2022



**© 2022 Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία»**

του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.) της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Σ.Ε.Φ.Α.Α.) του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.) σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» (Ε.ΚΕ.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ») - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λαπαρίδης Στυλιανός: Η επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στη σύσταση του σώματος και στη γωνία φάσης σε γυναίκες άνω των πενήντα ετών
(Με την επίβλεψη της Καθηγήτριας Ελένης Δούδα)

Η γήρανση χαρακτηρίζεται από προοδευτική μείωση της λειτουργικότητας των βιολογικών συστημάτων του ανθρώπινου σώματος καθώς και των αμυντικών εφεδρειών του σε κυτταρικό και ιστολογικό επίπεδο. Επίσης, συνδέεται με παθήσεις του μυϊκού συστήματος, όπως είναι η σαρκοπενία και μελέτες υποστηρίζουν ότι η άσκηση έχει θετικές επιδράσεις στη βελτίωση της κατάστασης του μυϊκού ιστού. Μία σημαντική παράμετρος ωστόσο για την εκτίμηση της κατάστασης των κυτταρικών μεμβρανών και της υγείας του ατόμου είναι ο δείκτης της γωνίας φάσης (Phase Angle), που αξιολογείται με την εργαστηριακή μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA). Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της συμμετοχής σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας ήπιας έντασης, γυναικών ηλικίας άνω των 50 ετών στη σύσταση σώματος, μέσω του υπολογισμού της γωνίας φάσης. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά υγιείς γυναίκες (n=39), οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες ανάλογα με το επίπεδο της φυσικής τους δραστηριότητας: α) Ομάδα άσκησης (n=20), οι οποίες συμμετείχαν σε μορφές ήπιας φυσικής δραστηριότητας όπως η βόλτα, χορός και yoga για διάστημα τουλάχιστον 2 ετών με συχνότητα 3-4 φορές την εβδομάδα και β) Ομάδα Ελέγχου (n=19), οι οποίες ήταν μη δραστήριες γυναίκες που ακολουθούσαν έναν καθιστικό τρόπο ζωής. Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση), προσδιορίστηκε ο Δείκτης Σωματικής Μάζας (BMI) και αξιολογήθηκε η σύσταση σώματος (άλιπη σωματική μάζα, μάζα λίπους, γωνία φάσης) με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA 101, Akern Italy). Ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε ότι δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων στο σύνολο των μεταβλητών. Οι δραστήριες γυναίκες παρουσίασαν παρόμοιες τιμές στη σωματική μάζα (t=0.139, df=37, p>0.05), στη γωνία φάσης (t=0.095, df=37, p>0.05) και στην άλιπη σωματική μάζα (t=0.360, df=37, p>0.05) συγκριτικά με τις μη δραστήριες γυναίκες. Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαφαίνεται ότι η ήπια



φυσική δραστηριότητα στην οποία συμμετείχαν οι γυναίκες, δε βελτίωσε τη σύσταση σώματος και τη γωνία φάσης. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την προπονητική σχέση της επιβάρυνσης-απόκρισης κατά την οποία ένα ερέθισμα ασθενέστερο από το κατώτερο όριο δεν οδηγεί σε προσαρμογές. Συστήνεται η δοσολογία της άσκησης να καθορίζεται από την ένταση της προσπάθειας, τη διάρκεια και τη συχνότητα εκτέλεσης με στόχο να προκαλεί βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα βιολογικά οφέλη που μπορούν να επηρεάσουν θετικά την υγεία και τη λειτουργική ικανότητα των συμμετεχόντων.

Λέξεις Κλειδιά: σύσταση σώματος, γυναίκες, φυσική δραστηριότητα



ABSTRACT

Laparidis Stylianos: The effect of physical activity on body composition and Phase Angle
in women older than fifty years old

(Under the supervision of Professor Dr. Helen Douda)

Aging is characterized by a progressive decrease in the functionality of the biological systems of the human body as well as its defence reserves at the cellular and histological level. It is also linked to diseases of the muscular system, such as sarcopenia, and studies suggest that exercise has positive effects on improving the condition of muscle tissue. An important parameter for assessing the condition of cell membranes and the health of the individual is the Phase Angle, which is evaluated by the method of bioelectric impedance (BIA). The aim of the present study was to examine the effect of participation in moderate-intensity physical activity programs on women over the age of 50 on body composition by calculating the phase angle. The study involved 39 healthy women, who were divided into two groups according to their level of physical activity: a) Exercise group (n = 20), who participated in forms of mild physical activity such as walking, dancing and yoga for at least 2 years with a frequency of 3-4 times a week and b) Control Group (n = 19), who were inactive women who followed a sedentary lifestyle. Measurements were made on anthropometric characteristics (body mass, height from standing position), Body Mass Index (BMI) and body composition (lean body mass, fat mass, phase angle) was evaluated by the method of bioelectric impedance. One way ANOVA showed that no statistically significant difference was observed between the two groups in the set of variables. Active women showed similar values in body mass, in the phase angle and in lean body mass compared to inactive women. The results of the present study show that the mild physical activity in which the women participated did not improve their body composition and phase angle. This confirms the charge-response coaching relationship in which a stimulus weaker than the lower limit does not lead to adjustments. It is recommended that the exercise dosage be determined by the intensity of the effort, the duration, and the



frequency of execution in order to cause short-term and long-term biological benefits that can positively affect the health and functional capacity of the participants.

Keywords: *body composition, women, physical activity*

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

| | |
|---|------------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | iii |
| ABSTRACT..... | v |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | VII |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ | ix |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ | x |
| I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 11 |
| Προσδιορισμός του προβλήματος | 11 |
| Σκοπός | 11 |
| Σημασία της έρευνας..... | 13 |
| Ερευνητική υπόθεση | 13 |
| Μηδενικές υποθέσεις..... | 13 |
| Περιορισμοί της έρευνας | 14 |
| Λειτουργικοί ορισμοί..... | 13 |
| II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ | 14 |
| Χαρακτηριστικά της γήρανσης..... | 15 |
| Οργανικές Μεταβολές κατά τη Γήρανση..... | 16 |
| Παθήσεις και Ασθένειες του Μυοσκελετικού στη Γήρανση | 17 |
| Φυσική Δραστηριότητα και Άσκηση | 19 |
| Φυσική Δραστηριότητα | 19 |
| Άσκηση..... | 20 |
| Επίδραση της Φυσικής Δραστηριότητας και Άσκησης σε Παθήσεις και Ασθένειες | 21 |
| Βιοηλεκτρική Εμπέδηση | 23 |
| Αρχές Λειτουργίας | 25 |
| Γωνία Φάσης..... | 26 |
| Γωνία Φάσης σε Παθήσεις και Ασθένειες..... | 27 |



| | |
|------------------------------|-----------|
| III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ..... | 30 |
| Δείγμα..... | 30 |
| Πειραματικός Σχεδιασμός..... | 31 |
| Διαδικασία Μετρήσεων..... | 31 |
| Όργανα Μέτρησης..... | 32 |
| Στατιστική ανάλυση..... | 33 |
| | |
| VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 34 |
| | |
| V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 43 |
| | |
| VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 46 |
| | |
| IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 48 |



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|--|----|
| Σχήμα 1. Ηλικία | 34 |
| Σχήμα 2. Σωματικό Βάρος | 35 |
| Σχήμα 3. Ύψος από όρθια θέση | 36 |
| Σχήμα 4. Δείκτης Μάζας Σώματος | 37 |
| Σχήμα 5. Γωνία Φάσης | 38 |
| Σχήμα 6. Άλιπη Σωματική Μάζα | 39 |
| Σχήμα 7. Λιπώδης Μάζα | 40 |
| Σχήμα 8. Ποσοστό Λιπώδους Μάζας | 41 |
| Σχήμα 9. Ενυδάτωση | 42 |



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1. Βιοηλεκτρική Εμπέδηση και ανάλυση διανύσματος..... | 24 |
|---|----|



Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΓΩΝΙΑ ΦΑΣΗΣ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΑΝΩ ΤΩΝ ΠΕΝΗΝΤΑ ΕΤΩΝ

Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αύξηση της χρονολογικής ηλικίας και πολλαπλοί επιγενετικοί παράγοντες, όπως περιβαλλοντικοί, διατροφή και συνήθειες της καθημερινότητας του ατόμου, είναι τα γεγονότα που σε συνδυασμό με το γενετικό υπόβαθρο μπορούν να περιγράψουν ποιοτικά το φαινόμενο της βιολογικής γήρανσης. Οι αλλαγές στους μηχανισμούς επιδιόρθωσης λαθών σε νουκλεικό επίπεδο μπορεί να εκφραστεί επαγωγικά σε κυτταρικό, ιστολογικό και οργανικό επίπεδο ως μια σταδιακή διαδικασία εκφυλισμού της δομής και λειτουργίας αυτών των συστημάτων. Οι μεταλλαγές μπορεί να προέρχονται από τη γενετικά συσσωρευμένη πληροφορία, η οποία χαρακτηρίζεται ως γενετική προδιάθεση. Αποτελεί την έκφραση της αυξημένης πιθανότητας να λάβει χώρα ένα συμβάν στην κλίμακα του γονιδιώματος, το οποίο κατά σειρά αυξάνει την πιθανότητα να υπάρξει μια φαινοτυπική αποτύπωση του. Αντίστοιχα, κάποιο επίκτητο χαρακτηριστικό ή συνήθεια στη ζωή ενός ατόμου είναι πιθανό να αποτυπωθεί γενετικά σε ιστούς του σώματος ή να επηρεάσει τη λειτουργία τους (Pal & Tyler, 2016).

Προσδιορισμός του προβλήματος

Η γήρανση ως διαδικασία, ανεξαρτήτως πρίσματος έκφρασής της, παρατηρείται ότι έχει άμεση επιρροή στη σύνθεση και λειτουργία του σώματος. Οι μεταβολές σε δομικό και λειτουργικό επίπεδο είναι ορατές σε όλα τα οργανικά συστήματα, όπως το νευρικό, το καρδιαγγειακό, το αναπνευστικό και το μυοσκελετικό. Στα οστά εντοπίζονται αλλαγές στη σύνθεση και ειδικότερα στην πυκνότητα τους, με συχνότερες σχετιζόμενες παθήσεις την οστεοπενία και την οστεοπόρωση. Ο μυϊκός ιστός σε όλη του την έκταση φαίνεται να μειώνεται σε ποσότητα αλλά να φθίνει και ποιοτικά σε επίπεδο σύνθεσης, με τη σαρκοπενία να αποτελεί τον κυριότερο παρατηρούμενο τύπο παθολογίας. Είναι σύνηθες



παράλληλα με τη μείωση της μυϊκής μάζας να δημιουργείται μια αυξητική τάση της μάζας του λιπώδους ιστού (Curtis et al., 2015).

Οι μεταβολές στη σύσταση του σώματος, όμως, δεν αποτελούν αποκλειστικά προϊόν της βιολογικής διαδικασίας αλλά και των καθημερινών συνηθειών του ατόμου. Η μείωση της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης και η εδραίωση ενός καθιστικού τρόπου ζωής με χαμηλές κινητικά και κινησιολογικά συνήθειες, αποτελούν τους κύριους παράγοντες που εντείνουν τον ρυθμό των άνωθεν αλλαγών. Η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση, πέραν της ευεργετικής τους δράσης στο καρδιαγγειακό, δρουν επιβραδυντικά στο φαινόμενο της μυοσκελετικής γήρανσης. (Brach et al., 2004)

Για τη μέτρηση και την αποτύπωση δεδομένων της σύστασης του σώματος χρησιμοποιούνται διαχρονικά εργαλεία άμεσης και έμμεσης ανάλυσης, όπως η λιπομέτρηση και ο Δείκτης Μάζας Σώματος. Από τη δεκαετία του 1980 μια νέα μέθοδος για την εκτίμηση της σύστασης του σώματος εισήχθη με την ονομασία της Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης. Κατά τη μέθοδο αυτή και με βασική αρχή την αγωγιμότητα των ιστών του σώματος στο ρεύμα, λόγω της παρουσίας νερού, αξιοποιήθηκε η αγωγή μικρού φορτίου και σταθερής συχνότητας ρεύμα στο προς μέτρηση άτομο. Η συχνότητα αγωγής και η επιστρεπτέα συχνότητα από το κύκλωμα του αγώγιμου σώματος διέφεραν αριθμητικά. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται από το γεγονός του ότι η κυτταροπλασματική μεμβράνη των κυττάρων έχει την ιδιότητα να συγκρατεί στιγμιαία τάση, λειτουργώντας ως πυκνωτής. Στην πράξη, όσο πιο υγιές είναι ένα κύτταρο, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος που δύναται να συγκρατήσει φορτίο, άρα κατά συνέπεια στα αποτελέσματα της μέτρησης να δημιουργήσει μεγαλύτερη απόκλιση στις τιμές των συχνοτήτων εισόδου και εξόδου. Η Διαφορά Φάσης είναι το μέγεθος που αξιοποιείται για να την εκτίμηση υγείας των ιστών και τη σύνθεση του σώματος. Η αποτύπωση της γίνεται σε μοίρες, και μέσου αυτού προκύπτει ο δείκτης που χρησιμοποιείται και αναφέρεται ως γωνία φάσης (Phase Angle, PhA). Η αύξηση της τιμής του είναι ανάλογη της υγείας του ατόμου (Mialich et al., 2014).

Η παρατήρηση των τιμών της γωνίας φάσης σε σχέση με την ηλικία στα δύο φύλα παρουσιάζεται ως αντιστρόφως ανάλογη με την χρονολογική ηλικία, με τους άνδρες να έχουν μεγαλύτερες τιμές από τις γυναίκες. Επιπρόσθετα, μετρήσεις σε αθλητές



υπαγορεύουν ότι η άσκηση αποτελεί έναν παράγοντα που λειτουργεί επικουρικά στην αύξηση της γωνίας φάσης.

Η γήρανση και η φυσική δραστηριότητα σε συνάρτηση με την σύσταση του σώματος και την εκτίμηση της υγείας των κυττάρων και ιστών του, είναι ένα ερευνητικό ερώτημα που μένει να απαντηθεί. Η χρήση της μεθόδου Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης είναι μια απλή, μη παρεμβατική διαδικασία που στην παρούσα μελέτη καλείται να συνεισφέρει στο ερώτημα για το αν η μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα έχει οφέλη στη ρύθμιση της σύστασης του σώματος και κατά συνέπεια την υγεία των συμμετεχουσών γυναικών άνω των πενήντα ετών.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της συμμετοχής γυναικών άνω των 50 ετών σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας ήπιας έντασης στη σύσταση του σώματος μέσω του υπολογισμού της γωνίας φάσης.

Σημασία της έρευνας

Οι διαφορές στη σύσταση του σώματος είναι ρητά συνδεδεμένες με τη ενσωμάτωση της φυσικής δραστηριότητας και άσκησης στην καθημερινότητα. Μεταβολές στη λιπώδη και άλιπη μάζα σχετίζονται με την γήρανση. Η γωνία φάσης είναι δείκτης που βιβλιογραφικά υποδηλώνει έμμεσα την σωματική υγεία του ατόμου και συσχετίζεται με πλήθος ασθενειών και συνδρόμων. Η παρούσα μελέτη έχει στόχο την κάλυψη ενός πεδίου έρευνας που συνδέει την άσκηση και τη σύσταση του σώματος με τη διαδικασία της γήρανσης, μέσω της εκτίμησης της γωνίας φάσης.

Ερευνητική υπόθεση

Η συμμετοχή γυναικών άνω των πενήντα ετών σε πρόγραμμα άσκησης ήπιας μορφής (βόλτα, χορός, yoga) μεταβάλλει τη σύσταση του σώματος σε σχέση με γυναίκες που διέπουν καθιστικό τρόπο ζωής και αναμένονται διαφορές στην ανάλυση του δείκτη της γωνίας φάσης.

Μηδενικές υποθέσεις



H1₀: Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά α) στο σωματικό βάρος, β) στο ποσοστό σωματικού λίπους, γ) στην άλιπη σωματική μάζα, δ) στη γωνία φάσης, ε) στον Δείκτη Μάζας Σώματος και στ) στο ποσοστό ενυδάτωσης στους δείκτες που καθορίζουν το BIVA, μεταξύ των γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα ήπιας άσκησης και των γυναικών που διέπουν καθιστικό τρόπο ζωής.

H2₀: Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δεικτών σύστασης σώματος α) στο σωματικό βάρος, β) στο ποσοστό σωματικού λίπους, γ) στην άλιπη σωματική μάζα, δ) στη γωνία δάσης, ε) στον Δείκτη Μάζας Σώματος και στ) στο ποσοστό ενυδάτωσης, μεταξύ των γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα ήπιας άσκησης και των γυναικών που διέπουν καθιστικό τρόπο ζωής.

Περιορισμοί της έρευνας

Οι συμμετέχουσες ήταν εθελόντριες και ο ερευνητής βασίστηκε στην προθυμία, την ειλικρίνεια και στις καλοπροαίρετες προθέσεις των συμμετεχόντων ότι δεν θα συμμετάσχουν σε κάποια άλλης μορφής άσκηση εκτός αυτής του ερευνητικού πρωτοκόλλου.

Λειτουργικοί Ορισμοί

Βιοηλεκτρική Εμπέδηση - Bioelectrical Impedance Vector Analysis: Παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ενυδάτωση και τη μάζα των κυττάρων του σώματος, καθώς και τα αξιολογεί διενεργώντας ταυτόχρονη ανάλυση των βιοηλεκτρικών παραμέτρων αντίστασης και αντίδρασης.

Γωνία Φάσης - Phase Angle (PhA): Είναι ένας δείκτης βασισμένος στην αντίδραση και την αντίσταση που προκύπτει από την ανάλυση Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης (BIVA).

Σύσταση σώματος: Η σύσταση σώματος είναι η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα στοιχεία που αποτελούν την άλιπη και λιπώδη μάζα του οργανισμού.

Φυσική δραστηριότητα: Ορίζεται οποιαδήποτε σωματική κίνηση που παράγεται από τους σκελετικούς μύες που απαιτεί ενεργειακή δαπάνη.



II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Χαρακτηριστικά της γήρανσης

Η ηλικία ενός ατόμου μπορεί να μετρηθεί βάσει χρονολογικών ή βιολογικών δεικτών. Η χρονολογική ηλικία αποτελεί την ημερολογιακή μέτρηση του χρόνου που πέρασε από τη στιγμή της γέννησης του ατόμου, εκφράζεται σε χρονικές μονάδες (έτη, μήνες, ημέρες) και αποτελεί τον κύριο κοινωνικά τρόπο προσδιορισμού του γήρατος. Ακόμα, αποτελεί βασικό παράγοντα κινδύνου για παθολογίες χρόνιου χαρακτήρα όπως νοσήματα, απώλεια σωματικής λειτουργικότητας και πνευματικής διαύγειας και θνησιμότητα. Όσο ο δείκτης μέτρησης μεγαλώνει τόσο και η γήρανση προχωρά, ανεξάρτητα από παράπλευρα γεγονότα.

Η βιολογική ηλικία είναι ένα πολυπαραγοντικό αποτέλεσμα ιατρικής και κλινικής ανάλυσης που βασίζεται σε επίκτητα χαρακτηριστικά της φυσιολογίας του ατόμου. Γνωστή και ως λειτουργική ηλικία, η βιολογική ηλικία διαφέρει από τη χρονολογική ηλικία επειδή λαμβάνει υπόψη έναν αριθμό παραγόντων εκτός από την ημερομηνία γέννησης του ατόμου. Ο προσδιορισμός της εξαρτάται από διαφορετικούς βιολογικούς παράγοντες ανάπτυξης. Μερικοί από αυτούς περιλαμβάνουν τη χρονολογική ηλικία, το γενετικό υπόβαθρο, τον τρόπο ζωής, τη διατροφή, τις ασθένειες, το φυσικό περιβάλλον κ.α.

Η βιολογική γήρανση χαρακτηρίζεται από την προοδευτική μείωση της λειτουργικότητας όλων των βιολογικών συστημάτων του ανθρώπινου σώματος καθώς και των αμυντικών εφεδρειών του σε κυτταρικό, ιστολογικό, και οργανικό επίπεδο. Για παράδειγμα, εντοπίζονται κινητικές αλλαγές στο βάδισμα και την ισορροπία εξαιτίας μείωσης της μυϊκής μάζας και της μυϊκής δύναμης, της λειτουργίας των αρθρώσεων και της οστικής πυκνότητας.

Πλήθος θεωριών έχει αναπτυχθεί κατά την διερεύνηση των αιτιών της, με τις υπερισχύουσες να επισημαίνουν πως οι διαδικασίες σε νουκλεοτιδικό και πρωτεϊνικό επίπεδο με την πάροδο του χρόνου φθίνουν σε ακρίβεια και επιδιορθωτικούς μηχανισμούς, με αποτέλεσμα η συσσώρευση των λαθών αυτών να οδηγεί σε γήρανση. Οι



παράγοντες που επηρεάζουν τις παραπάνω διαδικασίες μπορεί να είναι ενδογενείς αλλά και εξωγενείς επιγενετικοί. Το αποτέλεσμα που προκύπτει κλιμακωτά σε ιστολογικό επίπεδο είναι η προοδευτική φθίνουσα λειτουργία κυττάρων, οργάνων, ιστών και συστημάτων του οργανισμού. Θα μπορούσε να εκφραστεί ως ένας σταδιακός εκφυλισμός της δομής και λειτουργίας του οργανισμού. Ορατές μεταβολές της γήρανσης είναι οι αλλαγές στην εμφάνιση, στην κίνηση και στις γνωστικές λειτουργίες του ατόμου. Οι μεταβολές αυτές δεν μπορούν να αποδοθούν μόνον στο γήρας, αλλά και σε συνδεδόμενους παράγοντες με αυτό όπως υποκινητικότητα, αύξηση συνδετικού και λιπώδους ιστού, διάφορες ασθένειες και νοσήματα. Τυχόν συνυπάρχουσες παθήσεις περιπλέκουν τη διαδικασία γήρανσης, όμως ανεξαρτήτως νοσημάτων, το γήρας οδηγεί σε σημαντικές αλλαγές στο καρδιαγγειακό, στο αναπνευστικό, στο μυοσκελετικό και στο νευρικό σύστημα (Τοκμακίδης, 2003).

Οργανικές μεταβολές κατά τη γήρανση

Μια ειδικότερη προσέγγιση της επιρροής της γήρανσης στα οργανικά συστήματα δίνει σαφέστερη εικόνα για τις αλλαγές στη φυσιολογία του σώματος.

Στο καρδιαγγειακό σύστημα παρατηρείται μείωση της δυνατότητας της καρδιάς να αντλεί το αίμα, με επακόλουθη μείωση της αερόβιας ικανότητας και μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Συγκέντρωση αθηρωματικής πλάκας στα αγγεία και τις αρτηρίες προκαλεί αύξηση της αρτηριακής πίεσης και αυξάνει τον κίνδυνο καρδιακής προσβολής.

Στο αναπνευστικό σύστημα σημειώνονται μεταβολές στο θωρακικό τοίχωμα και τους αναπνευστικούς μύες, χωρίς όμως να παρατηρούνται κρίσιμες μεταβολές στην αναπνευστική επάρκεια, ενώ στο ανοσοποιητικό σύστημα η γήρανση προκαλεί μείωση της λειτουργίας του με αύξηση του κινδύνου λοιμώξεων.

Το νευρικό σύστημα επηρεάζεται άμεσα καθώς παρατηρείται πτώση της νευρικής αγωγιμότητας και απώλεια μεγάλου αριθμού νευρώνων. Στο αυτόνομο νευρικό σύστημα, μείωση της λειτουργίας επιφέρει αλλαγές σε ομοιοστατικούς μηχανισμούς, διαταραχές ύπνου κ.α. .



Τα αισθητήρια όργανα χάνουν ποσοστό των ιδιοτήτων τους, αναλογικά με τη γήρανση, με αποτέλεσμα ακόμα και επικοινωνιακό αποκλεισμό του ατόμου.

Στο μυοσκελετικό σύστημα, η μυϊκή μάζα και δύναμη φαίνεται να μειώνονται όσο αυξάνεται η ηλικία. Ο ρυθμός και ο βαθμός μείωσης διαφέρει σε κάθε μυϊκή ομάδα και επηρεάζεται από το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας ή άσκησης. Καθιστική ζωή και υποκινητικότητα οδηγούν σταδιακά σε μυϊκή ατροφία, μείωση της ισχύος και της αντοχής των μυών, αύξηση του συνδετικού και του λιπώδους ιστού (Δεληγιάννης, 1992).

Η ανεπαρκής σωματική δραστηριότητα σε συνδυασμό με μια καθιστική ζωή που συχνά συνοδεύει τη γήρανση οδηγούν στη σαρκοπενία, σε αδυναμία, παχυσαρκία και χρόνιες ασθένειες (Booth et al., 2017; Dent et al., 2018, 2019).

Συγκρίνοντας τη μείωση της δύναμης μεταξύ των 20 και 50 ετών (-15%) με τους άνω των 60, είναι στατιστικά διπλάσια στη δεύτερη ομάδα (30%). Επίσης, η μυϊκή μάζα ακολουθεί προοδευτική πορεία, με μείωση 10% μεταξύ 30 και 50 ετών, και μείωση μέχρι και 40% από 50 έως 80 ετών. Ανά έτος, η δύναμη έχει μια μείωση της τάξης του 1,5% και η ισχύς κατά 3,5% στους 65 έως 84 ετών (Τοκμακίδης, 2003).

Ο ακριβής τρόπος με τον οποίο ο καθιστικός τρόπος ζωής προκαλεί αποτελέσματα όπως τα παραπάνω δεν είναι ακριβής και μετρήσιμος, αλλά αντίστροφα έχει αποδειχθεί επανειλημμένα πως η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση καθυστερούν την εξέλιξή τους.

Η μείωση της μυϊκής δύναμης λόγω της γήρανσης είναι πολυπαραγοντική. Υπάρχει συσχετισμός μεταξύ του μεγέθους των μυών και της μυϊκής δύναμης. Έχει καταγραφεί ελάττωση της μυϊκής μάζας κατά 50% μετά από τομογραφία των μυών των άνω και κάτω ακρών σε νέους και ηλικιωμένους άνδρες. Το μυϊκό σύστημα των κάτω άκρων συρρικνώνεται με ταχύτερο ρυθμό από αυτό των άνω άκρων (Larsson et al., 1978).

Παθήσεις και ασθένειες του μυοσκελετικού συστήματος στη γήρανση

Σύμφωνα με επιστημονικούς φορείς [European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) και International Working Group on Sarcopenia (IWGS)], η σαρκοπενία είναι ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από προοδευτική και γενικευμένη



απώλεια σκελετικής μυϊκής μάζας και δύναμης με κίνδυνο δυσμενών εκβάσεων όπως σωματική αναπηρία, κακή ποιότητα ζωής και θάνατο (Cruz-Jentoft et al., 2014; Fielding et al., 2011).

Οι παθήσεις των οστών που συσχετίζονται με τη διαδικασία της γήρανσης είναι η οστεοπενία και η οστεοπόρωση, και συνήθως αποτελούν συνέπεια της μειωμένης εναπόθεσης οργανικών και ανόργανων αλάτων. Τα οστά έχουν την ικανότητα προσαρμογής του σχήματος και του μεγέθους τους, ανταποκρινόμενα στο μέγεθος και το είδος των μηχανικών φορτίων που δέχονται.

Η οστεοπενία αποτελεί μια συνθήκη στην οποία η οστική πυκνότητα είναι μεν χαμηλή αλλά όχι στο επίπεδο χαρακτηρισμού οστεοπόρωσης. Επιπρόσθετα, η οστική μάζα δεν είναι απαραίτητο να μειώνεται ή ο ρυθμός μείωσης της να είναι μεγάλος. Ωστόσο, στην περίπτωση των οστεοπορωτικών ασθενών παρατηρούνται μειωμένη οστική μάζα και διαταραχές στην αρχιτεκτονική της δομής των οστών που αυξάνει την επικινδυνότητα για κάταγμα. Αν και πλέον ως πάθηση η οστεοπόρωση δε σχετίζεται με τη χρονολογική ηλικία, έχει χαρακτηριστεί ως μια διαταραχή του οστικού ιστού που σχετίζεται άμεσα με τη γήρανση (Ginaldi et al., 2005).

Στις αρθρώσεις παρατηρείται απώλεια ευκινησίας και σταθερότητας και ελάττωση του εύρους κίνησης. Η δυσκαμψία προκύπτει από τις μηχανικές επιβαρύνσεις μυών, οστών και τενόντων αλλά και σε λειτουργική φθορά εξαιτίας της μείωσης τη δραστηριότητας τους. Το σύνολο της φυσικής δραστηριότητας σε ποσότητα και ποιότητα, κινητικό εύρος αλλά και συνολικής σωματικής επιβάρυνσης ανά είδος, συμμετέχει στη γήρανση των αρθρώσεων. Αντίστοιχα, τένοντες και σύνδεσμοι με μειωμένες ποσότητες κολλαγόνου και ινών ελαστίνης, σε ένα αφυδατωμένο περιβάλλον, χάνουν την ελαστικότητα τους.

Βιοχημικά και μεταβολικά, παρατηρούνται μεταβολές σε τιμές πολλών εμπλεκόμενων συστημάτων, όπως στη ρύθμιση της γλυκόζης και την αύξηση των επιπέδων χοληστερόλης LDL .



Φυσική δραστηριότητα και άσκηση

Η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση σχετίζονται άμεσα με τη υγεία και την ποιότητα ζωής σε όλες τις ηλικίες. Η αυξημένη αναλογία των ηλικιωμένων στο γενικό πληθυσμό και η ανάλυση των αποτελεσμάτων της γήρανσης έχουν κατευθύνει ένα πλήθος ερευνών στη προσέγγιση της συσχέτισης της φυσικής δραστηριότητας και της επιρροής της στο φαινόμενο της γήρανσης. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Καρδιολογική Εταιρία, υπάρχει διάκριση μεταξύ της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης (American Heart Association, 2018).

Φυσική Δραστηριότητα

Ως Φυσική δραστηριότητα ορίζεται οποιαδήποτε σωματική κίνηση που παράγεται από τους σκελετικούς μύες που απαιτεί ενεργειακή δαπάνη. Η σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε όλες τις κινήσεις, συμπεριλαμβανομένου του ελεύθερου χρόνου, για μεταφορά από και προς μέρη ή ως μέρος της εργασίας ενός ατόμου. Τόσο η μέτρια όσο και η έντονη σωματική δραστηριότητα βελτιώνουν την υγεία. Οι δημοφιλείς τρόποι φυσικής δραστηριότητας περιλαμβάνουν το περπάτημα, το ποδήλατο, τον αθλητισμό, την ενεργό αναψυχή και το παιχνίδι, και μπορούν να γίνουν σε οποιοδήποτε επίπεδο δεξιοτήτων και για απόλαυση από όλους. Η τακτική σωματική δραστηριότητα έχει αποδειχθεί ότι βοηθά στην πρόληψη και τη διαχείριση μη μεταδοτικών ασθενειών όπως καρδιακές παθήσεις, εγκεφαλικά επεισόδια, διαβήτη και αρκετών τύπων καρκίνου (συμπεριλαμβανομένων του καρκίνου του μαστού και του καρκίνου του παχέος εντέρου). Βοηθά επίσης στην πρόληψη της υπέρτασης, στεφανιαίας νόσου και μπορεί να βελτιώσει την ψυχική υγεία, την ποιότητα ζωής και την ευεξία. Μπορεί να βελτιώσει τη μυϊκή και την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, να βελτιώσει την υγεία των οστών και να βοηθήσει στη διατήρηση ενός υγιούς σωματικού βάρους. (World Health Organization, 2020).



Άσκηση

Ως άσκηση ορίζεται το σύνολο των ενεργειών που εκτελούνται μέσω επαναλαμβανόμενων κινήσεων σε σκοπό τη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας και τη μυϊκή ενδυνάμωση. Η άσκηση αποτελεί προγραμματισμένη φυσική δραστηριότητα στην οποία η ένταση και ο ρυθμός υπερβαίνουν τη συνήθη ρουτίνα. (WHO, 2005). Τα στοιχεία που περιγράφουν την άσκηση είναι η ένταση, η συχνότητα, η ποσότητα, η επιβάρυνση και η πυκνότητα. Ο διαχωρισμός της άσκησης βάσει της έντασης εκτέλεσης, τη χαρακτηρίζει ως ήπια, μέτρια ή έντονη.

Κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την ποσότητα και το είδος άσκησης ανακοινώνονται από διαφορετικούς οργανισμούς και φορείς, και μάλιστα φαίνεται να συμφωνούν στους κάτωθι βασικούς τους πυλώνες. Συγκεκριμένα, σε άτομα άνω των 18 έως 64 συστήνεται τουλάχιστον 150-300 λεπτά αερόβιας άσκησης μέτριας έντασης την εβδομάδα ή 75-150 λεπτά υψηλής έντασης, ή ένα συνδυαστικό ισοδύναμο αυτών. Ακόμα δραστηριότητες μυϊκής ενδυνάμωσης σε μέτρια ή μεγαλύτερη ένταση που συμπεριλαμβάνουν το σύνολο των μυϊκών ομάδων, συστήνονται 2-3 φορές την εβδομάδα. Περισσότερη φυσική δραστηριότητα των συνιστομένων οδηγιών και αποφυγή καθιστικής ζωής, αυξάνουν τα οφέλη για την υγεία.

Για τους ενήλικες άνω των 65, συστήνονται τα παραπάνω πρωτόκολλα με προσοχή στη διακύμανση της έντασης, ανάλογα με τη καρδιοαναπνευστική ικανότητα του ασκούμενου. Επιπρόσθετα, για τους μεγαλύτερους ηλικιακά συστήνεται ποικίλη σωματική δραστηριότητα που δίνει έμφαση στη λειτουργική προπόνηση ισορροπίας και ενδυνάμωσης σε μέτρια ή μεγαλύτερη ένταση, 3 ή περισσότερες ημέρες την εβδομάδα, για ενίσχυση της λειτουργικής ικανότητας και για την πρόληψη πτώσεων.

Δεν συνιστάται συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για τη μυϊκή ενδυνάμωση, αλλά οι ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης θα πρέπει να εκτελούνται σε σημείο που θα ήταν δύσκολη κάθε επόμενη επανάληψη. Όταν η προπόνηση με αντιστάσεις χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης, ένα σετ 8 έως 12 επαναλήψεων κάθε άσκησης είναι



αποτελεσματικό, αν και 2 ή 3 σετ μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά. Η ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και αντοχής είναι προοδευτική με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, άτομα που νοσούν από χρόνιες παθήσεις ή υποβάλλονται σε θεραπευτικά πρωτόκολλα, πρέπει να συμβουλευονται τους θεράποντες ιατρούς τους.(American Department of Health And Human Services, 2018; National Health System, 2021; World Health Organization, 2020)

Επίδραση Φυσικής Δραστηριότητας και Άσκησης σε Παθήσεις και Ασθένειες

Μελέτες υποστηρίζουν ότι η βελτίωση της ποιότητας ζωής και της φυσικής κατάστασης των ηλικιωμένων είναι άμεσα συνδεδεμένη με την καθημερινή τους δραστηριότητα, την άσκηση και με άλλους παράγοντες όπως η διατροφή (Myck, 2010).

Καθημερινές δραστηριότητες όπως το περπάτημα, οικιακές εργασίες, κηπουρική , ποδηλασία κ.α. θα πρέπει να ενθαρρύνονται σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας, καθώς ενώ αυξάνουν τη συσσωρευμένη ημερήσια δαπάνη ενέργειας και διατηρούν τη μυϊκή δύναμη, μη έχοντας επαρκή ένταση για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης, έχει αποδειχθεί πως βελτιώνουν την ποιότητα ζωής τους (Dipietro, 2001).

Πλήθος ασθενειών που έχουν χρόνο έναρξης σε μεγάλη ηλικία, μπορούν μέσω της φυσικής δραστηριότητας να έχουν καθυστέρηση στην έκβαση τους ή σημαντική βελτίωση στην εικόνα του ασθενή. Ακόμα, σε περιπτώσεις ατόμων που δεν παρουσιάσουν κάποια παθολογία, η άσκηση ή η φυσική δραστηριότητα βοηθούν στη πρόληψη ασθενειών και στην ομαλοποίηση φθινουσών διαδικασιών γήρανσης. Η αδράνεια και η έλλειψη κίνησης-μειωμένη φυσική δραστηριότητα σε όλες τις ηλικίες εκτιμάται πως ευθύνονται για άνω του 3% των ασθενειών στις ανεπτυγμένες χώρες, με το 20% από αυτές να αφορούν σε καρδιαγγειακά νοσήματα.(WHO, 2005)

Η σωματική αδράνεια είναι ένας από τους κύριους παράγοντες κινδύνου για τη θνησιμότητα από μη μεταδοτικές ασθένειες. Τα άτομα που είναι ανεπαρκώς δραστήρια έχουν 20% έως 30% αυξημένο κίνδυνο θανάτου σε σύγκριση με άτομα που είναι επαρκώς δραστήρια (World Health Organization, 2020).



Σε δωδεκαετή έρευνα με 416.175 συμμετέχοντες, άτομα που για 92 λεπτά κατά μέσο όρο την εβδομάδα συμμετείχαν σε κάποια δραστηριότητα είχαν 14% μειωμένο κίνδυνο θνησιμότητας από κάθε αιτία και κατά μέσο όρο 3 έτη μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής. Με την προσθήκη 15 λεπτών άσκησης ανά ημέρα, παρατηρήθηκε περαιτέρω μείωση 4% στη θνησιμότητα και 1% στη θνησιμότητα λόγω καρκίνου. Συνολικά, τα μη δραστήρια άτομα είχαν 17% αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας σε σύγκριση με άτομα που έκαναν χαμηλής έντασης άσκηση (Wen et al., 2011).

Η αερόβια άσκηση φαίνεται πως συνεισφέρει στην ορθότερη λειτουργία του καρδιαγγειακού και μειώνει την πιθανότητα υπέρτασης, στεφανιαίας νόσου, εμφάνιση ή αντιμετώπιση διαβήτη και ενίσχυση του αναπνευστικού. Σε έρευνα με 48 γυναίκες μέσου όρου ηλικίας 64 ετών, σε συμμετοχή τους σε πρωτόκολλα αναερόβιας άσκησης στο 60%, 90% και 110%, αποδείχθηκε πως μετά από αξιολόγηση της αθλητικής τους επίδοσης, το 90% είναι το βέλτιστο επίπεδο (Córdova et al., 2009).

Αντίστοιχα, σε μελέτη που εξέτασε την επίδραση συνδυασμού αερόβιας και αναερόβιας άσκησης σε υψηλή ένταση, διαπιστώθηκε ότι άσκηση αντιστάσεων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής μάζας, αύξηση του βασικού μεταβολικού ρυθμού και της ινσουλινοευαισθησίας ενώ η αερόβια αυξάνει τη λειτουργική ικανότητα και μειώνει τον κίνδυνο για διαβήτη τύπου II (Evans, 1997).

Οι περισσότερες των μελετών συσχετίζουν την αερόβια άσκηση με τη λειτουργική ικανότητα και τη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, ενώ σημειώνουν πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ βελτίωσης της φυσικής κατάστασης και αναερόβιας άσκησης, περιορίζοντας στους ηλικιωμένους φαινόμενα της γήρανσης, όπως η σαρκοπενία.

Η σαρκοπενία οφείλεται κυρίως στη μείωση διαφόρων ορμονών, όπως της τεστοστερόνης και της αυξητικής ορμόνης, στη μείωση της μυϊκής μάζας και στη μείωση της φυσικής δραστηριότητας. Έχει αποδειχθεί πως μπορεί να προληφθεί και να αντιμετωπιστεί με αερόβια άσκηση μέσης έντασης, άσκηση με αντιστάσεις και συνδυαστικά προγράμματα άσκησης, καθώς αυξάνει τη σωματική δραστηριότητα, συμβάλλει στην αύξηση και διατήρηση της μυϊκής μάζας, στη μείωση του σωματικού



λίπους και μειώνει τον κίνδυνο πτώσεων (Yoo et al., 2018). Σε κάθε περίπτωση, σημαντική είναι η διαβάθμιση της έντασης της άσκησης από μέτρια έως έντονη, ώστε τα αποτελέσματα να είναι ορατά και μετρήσιμα.

Βιοηλεκτρική Εμπέδηση

Η σύσταση του σώματος αποτελεί δείκτη που ενέχεται άμεσα και έμμεσα στην αξιολόγηση της υγείας ενός οργανισμού διότι συνδέεται αλληλένδετα με τη λειτουργία και τον μεταβολισμό του (Wang et al., 1992). Η ποσότητα και αναλογία λίπους σε ένα σώμα, είναι κατά κανόνα προϊόν κληρονομικότητας, διατροφικών συνηθειών, φυσικής δραστηριότητας, άσκησης, γήρανσης και παθολογιών, που είτε είναι επίκτητες είτε έχουν γενετικό υπόβαθρο. Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου η σύσταση του σώματος είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη.

Ειδικότερα, μελέτες αποδεικνύουν ότι το υπερβολικό λίπος σε σχέση με την άλιπη μάζα σώματος, οδηγεί σε παχυσαρκία που με τη σειρά της μπορεί να αυξήσει σημαντικά τους κινδύνους για καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτη, καρκίνο, οστεαρθρίτιδα και άλλα (Bautista-Castaño, 2021).

Η ανάλυση της Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης (Impedance Analysis or Bioimpedance Analysis, BIA) είναι μια μέθοδος που αποσκοπεί στην εκτίμηση της σύστασης του σώματος, μετρώντας και συγκρίνοντας τη μάζα του σωματικού λίπους με την άλιπη μάζα του σώματος. Χρησιμοποιεί την ιδιότητα του νερού που υπάρχει στο σώμα να άγει ηλεκτρικό φορτίο. Με την παροχή ενός χαμηλού φορτίου, το οποίο διαπερνά το σώμα, μετρήσεις στη διαφορά συχνότητας εισόδου και εξόδου παρέχουν δεδομένα προς επεξεργασία και ανάλυση.

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης παρέχει, επίσης, μια μέτρηση υγρών και μάζας σώματος που μπορεί να είναι ένα κρίσιμο εργαλείο αξιολόγησης για την τρέχουσα κατάσταση της υγείας. Συμπερασματικά, επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση μιας ακατάλληλης ισορροπίας στη σύνθεση του σώματος, η οποία ευνοεί την έγκαιρη παρέμβαση και την πρόληψη (Kyle et al., 2004a; Kyle et al., 2004b).

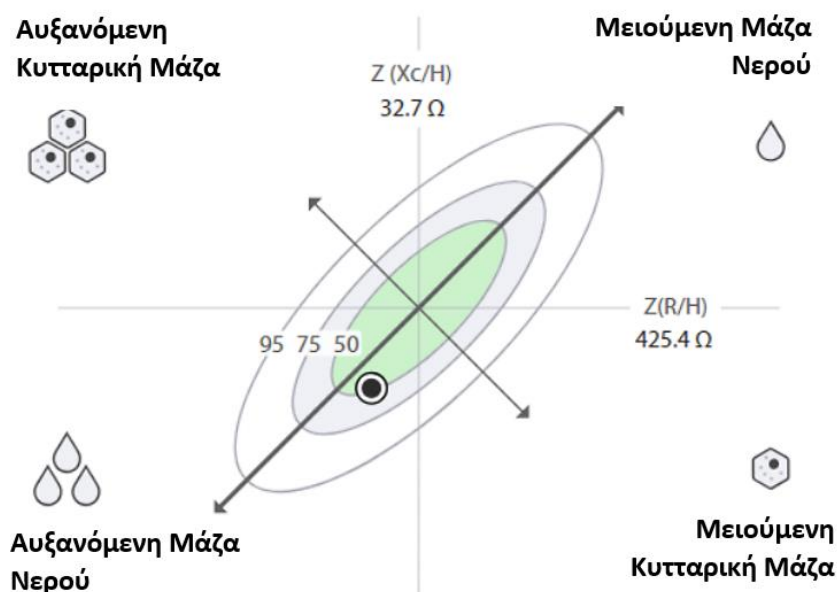


Η πρώτη εμφάνιση της μεθόδου στη δεκαετία του 1980, η απλότητα της πειραματικής εφαρμογής και της κλινικής μέτρησης, αλλά και το χαμηλό κόστος συγκριτικά με την ποιότητα των δεδομένων, την καθιέρωσαν ως μια μη παρεμβατική μέθοδο εξέτασης.

Το πλεονέκτημα της βιοηλεκτρικής εμπέδησης έγκειται στη δυνατότητά της ως αυτόνομη διαδικασία, η οποία επιτρέπει την αξιολόγηση του ασθενούς από την άμεση μέτρηση του διανύσματος σύνθετης αντίστασης και δεν εξαρτάται από εξισώσεις ή μοντέλα. Η προσέγγιση BIVA (Bioelectrical Impedance Vector Analysis), που αναπτύχθηκε αργότερα, επηρεάζεται μόνο από το σφάλμα μέτρησης εμπέδησης (impedance) και τη βιολογική μεταβλητότητα των δοκιμαζόμενων (PICCOLI et al., 1996). Στη μέθοδο BIVA, η αντίσταση (R) και η μη-ωμική αντίσταση (X_c), τυποποιημένα ως προς το ύψος, απεικονίζονται ως σημειακά διανύσματα στο επίπεδο $R-X_c$ (Εικόνα 1). Στη συνέχεια, μια μέτρηση μπορεί να συγκριθεί με τις σχηματικές ελλείψεις αναφοράς ποσοστών 50%, 75% και 95% που υπολογίζονται στον υγιή πληθυσμό του ίδιου φύλου και φυλής (μέθοδος γραφήματος $R-X_c$). Η έλλειψη ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία και το μέγεθος του σώματος (Jebb et al., 2000).

Bioelectrical Impedance Vector Analysis

BIVA



Εικόνα 1: Βιοηλεκτρική Εμπέδηση και ανάλυση διανύσματος.



Η ερμηνεία της κύλισης μεταξύ των τεταρτημορίων της ελλείψεως του διαγράμματος αποφέρει δύο ερμηνείες. Η μετατόπιση στον κάθετο άξονα της έλλειψης υποδηλώνει την κατάσταση ενυδάτωσης του ατόμου, ενώ η μετατόπιση στον οριζόντιο τον όγκο μυϊκής υποδομής (Utter et al., 1999; Piccoli et al., 1997). Κλινικές μελέτες σε νεφροπαθείς, παχύσαρκους και ασθενείς εντατικής θεραπείας έδειξαν πως άτομα που γραφικά ανήκαν εκτός του 75% στη διαγραμματική απεικόνιση της έλλειψης, έχουν μη φυσιολογική συνολική αντίσταση.

Συμπερασματικά, η αμεσότητα και η ευκολία της μέτρησης του μέσω της μεθόδου βιοηλεκτρικής εμπέδησης, την καθιστά εργαλείο στα χέρια των επιστημών της άσκησης, μέσω του οποίου μπορούν να έχουν έμμεσα ποιοτικά δεδομένα για τους ασκούμενους ή αθλητές τους.

Αρχές Λειτουργίας

Το νερό αποτελεί αγωγό ηλεκτρικού φορτίου και γνωρίζουμε πως η περιεκτικότητα στο ανθρώπινο σώμα είναι περίπου στο 60%. Σε κυτταρικό επίπεδο βρίσκεται εντός του κυττάρου ως συστατικό του κυτταροπλάσματος αλλά και εκτός κυτταρικής μεμβράνης, στον μεσοκυττάριο χώρο. Σε ιστολογικό επίπεδο γνωρίζουμε ότι η περιεκτικότητα διαφορετικών ιστών σε νερό διαφέρει, ενώ μέσω του αίματος εντοπίζεται σε όλο το σώμα.

Η βιοηλεκτρική εμπέδηση είναι μια μέθοδος που μέσω ηλεκτροδίων άγει χαμηλής έντασης εναλλασσόμενο ρεύμα στο σώμα και χρησιμοποιεί τις επιστρεφόμενες συχνότητες για να λάβει τιμές εμπέδησης (impedance values z). Βασίζεται στην υπόθεση ότι όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από το σώμα, η πτώση τάσης μεταξύ δύο ηλεκτροδίων συνδέεται με τον όγκο υγρού του σώματος σε αυτήν την περιοχή του σώματος. Αν και οι μετρήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν σε οποιαδήποτε συχνότητα, τα 50 kHz έχουν γίνει το πρότυπο για τα εμπορικά όργανα. Η μέτρηση πραγματοποιείται με τη σύνδεση ενός ζεύγους ηλεκτροδίων στον δεξιό καρπό και στον δεξιό αστράγαλο, έτσι ώστε ένα ασθενές αλλά σταθερό εναλλασσόμενο ρεύμα (800 μ A) να μπορεί να περάσει μέσα από το σώμα.



Η εμπέδηση (Impedance) είναι το μέτρο του κατά πόσο η αγωγιμότητα του ρεύματος μειώθηκε ή σταμάτησε καθώς πέρασε μέσα από κάποιο υλικό και περιέχει δύο έννοιες, της Αντίστασης (Resistance, R) και της μη-ωμικής Αντίστασης (Reactance, Xc). Πιο συγκεκριμένα, η συνολική βιοηλεκτρική αντίσταση που παρουσιάζει ένα σώμα σε ένα εναλλασσόμενο ρεύμα έχει δύο συνιστώσες που είναι η αντίσταση R και η αντίδραση Xc. Η άλιπη μάζα στο ανθρώπινο σώμα είναι ανάλογη με την αντίσταση R και η μάζα των κυττάρων του σώματος είναι ανάλογη με την μη-ωμική αντίσταση Xc. Η Γωνία Φάσης είναι μια γραμμική μέθοδος μέτρησης της σχέσης μεταξύ αντίστασης και αντίδρασης σε σειριακά ή παράλληλα κυκλώματα. Η Αντίσταση R είναι το μέτρο της ποσότητας ρεύματος που ένα υλικό έχει την ιδιότητα να σταματά. Για παράδειγμα, σε ένα σώμα ο λιπώδης ιστός αποτελούμενος από 80% λιπίδια, έχει υψηλή αντίσταση. Έτσι, το ρεύμα άγεται ευκολότερα μέσω άλλων οδών, όπως το αίμα, το εξωκυττάριο υγρό και τους μύες.

Η μη-ωμική αντίσταση Rc είναι το μέτρο της ικανότητας ενός υλικού να καθυστερεί το ρεύμα. Για παράδειγμα, οι κυτταρικές μεμβράνες μπορούν να αποθηκεύσουν προσωρινά ένα φορτίο, γεγονός που καθυστερεί τη διέλευση του ρεύματος και τις καθιστούν πυκνωτές. Κατά την αγωγή ρεύματος στο σώμα, η συχνότητα εισόδου και εξόδου δεν είναι ίδιες εξαιτίας των άνωθεν παραγόντων.

Γωνία Φάσης

Συγκρίνοντας τις συχνότητες μεταξύ τους προκύπτει μια Διαφορά Φάσης (Phase Shift) που εκφράζεται ως Γωνία Φάσης (Phase Angle, PhA).

$$\text{Γωνία Φάσης} = \text{Αντίσταση R} / \text{Αντίσταση Xc}$$

Η γωνία φάσης μπορεί να κυμαίνεται από 0 έως 90 μοίρες. 0 μοίρες εάν το κύκλωμα είναι μόνο ωμικό και 90 μοίρες εάν το κύκλωμα είναι μόνο χωρητικό. Μια γωνία φάσης 45 μοιρών θα αντανακλά ένα κύκλωμα (ή σώμα) με ίσες τιμές R και Xc σε μια δεδομένη σταθερή συχνότητα.

Η γωνία φάσης αποτελεί από μόνη της ένα πολύτιμο δείκτη για την διαπίστωση της κυτταρικής υγείας και κατά συνέπεια της συνολικής υγείας ενός ατόμου. Μικρότερες γωνίες φάσης φαίνεται να συνάδουν με χαμηλή αντίδραση Xc, άρα είτε με κυτταρικό



θάνατο είτε με διαταραχή της επιλεκτικής διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης. Οι υψηλότερες γωνίες φάσης φαίνεται να εκφράζουν υψηλή αντίσταση R, μεγάλες ποσότητες ανέπαφων κυτταρικών μεμβρανών και σωματικής κυτταρικής μάζας. Άρα όσο μεγαλύτερη η τιμή της, τόσο καλύτερο το προγνωστικό αποτέλεσμα για την υγεία.

Συμπερασματικά, υψηλότερες τιμές PhA αντανακλούν μεγαλύτερη ποσότητα υγιών, ανέπαφων κυτταρικών μεμβρανών, ενώ οι χαμηλότερες τιμές υποδηλώνουν απώλεια της ακεραιότητας της μεμβράνης και μειωμένη κυτταρική λειτουργία.

Σχετίζεται άμεσα με την ηλικία και το φύλο, καθώς έχει αποδειχθεί ότι οι τιμές της μειώνονται παράλληλα με την αύξηση της ηλικίας, με τους άνδρες να έχουν κατά κανόνα, μεγαλύτερες τιμές σε κάθε ηλικία από τις γυναίκες. (Basile et al., 2014a; Kyle et al., 2001; Norman et al., 2010a). Η μείωση της γωνίας φάσης στους ηλικιωμένους ενήλικες από την ηλικία των 65 ετών και μετά είναι πιο απότομη στους άνδρες σε σύγκριση με τις γυναίκες. Κατά συνέπεια, η προοδευτική μείωση των γωνιών φάσης στον ηλικιωμένο πληθυσμό με την αύξηση της χρονολογικής ηλικίας μπορεί να σχετίζεται με μείωση της κυτταρικής ακεραιότητας και απώλεια μάζας ιστού, η οποία συνήθως συμβαίνει κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής διαδικασίας γήρανσης (Reljic et al., 2020).

Γωνία Φάσης σε Παθήσεις και Ασθένειες

Η γωνία φάσης ενώ φαίνεται να συνδέεται κυρίως με στοιχεία της σύστασης του σώματος και της μυϊκής υγείας και φυσικής κατάστασης, συμπεριλαμβανομένου του σωματικού λίπους, της άλιπης μάζας σώματος και της μυϊκής δύναμης, δεν φαίνεται να συνδέεται με άλλους παραδοσιακούς παράγοντες κινδύνου όπως είναι ο Δείκτης Μάζας Σώματος, η συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση, η μέτρια φυσική κατάσταση και η καρδιοαναπνευστική ικανότητα (Basile et al., 2014a; Kyle et al., 2001). Η συσχέτιση του δείκτη αυτού με παθήσεις και ασθένειες αποτελεί αντικείμενο μελετών, με αποτελέσματα να δείχνουν την πρόβλεψη της πορείας χρόνιων ασθενειών.

Η γωνία φάσης αντιπροσωπεύει έναν απλό και προσιτό βιοηλεκτρικό δείκτη για την προληπτική ανίχνευση της σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους ασθενείς στους οποίους μια μέτρια χαμηλή μάζα και δύναμη σκελετικών μυών σχετίζεται με μικρότερα ποσοστά επιβίωσης. Δεδομένου ότι η αναγνώριση των ηλικιωμένων ασθενών που διατρέχουν



κίνδυνο σαρκοπενίας είναι ένας από τους στόχους της γηριατρικής ιατρικής, η χρήση του δείκτη αυτού μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα νέο και εύχρηστο γηριατρικό εργαλείο που θα προστεθεί στην πολυδιάστατη γηριατρική αξιολόγηση (Basile et al., 2014).

Ασθενείς με Αλτσχάιμερ στους οποίους υπολογίστηκε η γωνία φάσης μέσω βιοηλεκτρικής εμπέδισης, εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές από τις ομάδες ελέγχου. Νοσούντες σε ήπιο στάδιο είχαν κατά μέσο όρο γωνία φάσης 5.4 ± 0.7 μοίρες για τους άνδρες και 4.9 ± 0.7 για τις γυναίκες, σε σύγκριση με το μέσο όρο της ομάδας ελέγχου που υπολογίστηκε 6.1 ± 1.3 μοίρες. Μεγαλύτερη μείωση της γωνίας φάσης με τιμές 4.5 ± 0.7 παρατηρήθηκε στα προχωρημένα περιστατικά του δείγματος, γεγονός που σχετίζει τη νόσο με τη γωνία φάσης συνολικά αλλά και ειδικά στα στάδια εξέλιξής της (Buffa et al., 2010).

Σε ασθενείς ηλικίας 63 ± 11.8 ετών με καρκίνο παρατηρήθηκαν χαμηλές τιμές γωνίας φάσης 4.59 ± 1.12 με εύρος 2.04-8.30, ανάλογες με το στάδιο του καρκίνου (Norman et al., 2010b). Σε 207 άτομα ηλικίας 76.2 ± 6.7 ετών με εμφανή δείγματα σαρκοπενίας, η μετρήσιμη τιμή της γωνίας φάσης ήταν αρκετά χαμηλή κατά μέσο όρο με τιμές 5.1 ± 1.3 .

Ακόμα και σε μικρότερες ηλικίες (11.1 ± 4.8 ετών) παιδιών με δρεπανοκυτταρική αναιμία, όταν συγκρίθηκαν με ίδιες ηλικιακά και σωματομετρικά ομάδες ελέγχου, η μείωση της γωνίας φάσης απέδειξε πως μπορεί να αποτελέσει μια μη παρεμβατική μέθοδο για την παρακολούθηση των αλλαγών στη σύνθεση των μεμβρανών. Συσχετίζεται άμεσα με την εργαστηριακή μέτρηση της σύνθεσης των λιπαρών οξέων και της περιεκτικότητας σε χοληστερόλη των μεμβρανών των ιστών. Αγόρια με αναιμία με γωνία φάσης 5.01 ± 0.97 και κορίτσια με 4.62 ± 1.04 , συγκρίθηκαν με την αντίστοιχη ομάδα ελέγχου με τιμές 5.67 ± 1.23 και 5.79 ± 1.10 αντίστοιχα (Vanderjagt & Bode-Thomas, 2003).

Η υψηλότερη γωνία φάσης συσχετίστηκε με χαμηλότερο σχετικό κίνδυνο θνησιμότητας για ασθενείς με HIV, προσαρμοσμένο για ιϊκό φορτίο και αριθμό κυττάρων CD4+, κατά 0,49 (95% CI: 0,30, 0,81) ανά μονάδα της προ περίθαλψης με αντιρετροϊκή θεραπεία το 1996 και 0,33 (95% CI: 0,18, 0,61) με θεραπευτική αγωγή το 1997 αντίστοιχα (Schwenk et al., 2000). Επίσης, σε δωδεκαετή μελέτη με δείγμα 4.667 άτομα άνω των 60 ετών και των δύο φύλων έγινε άμεση συσχέτιση της γωνίας φάσης με τη θνησιμότητα, με



τιμές χαμηλότερες του 3, και χωρίς να σχετίζεται απαραίτητα με συνοδά νοσήματα (Wilhelm-Leen et al., 2014).

Συμπερασματικά, η γωνία φάσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από τους γενικούς ιατρούς στον προσυμπτωματικό έλεγχο ασθενών. Η αναγνώριση χαμηλού PhA μπορεί να είναι ένας χρήσιμος κλινικός δείκτης για να βοηθήσει στη συνταγογράφηση παρεμβάσεων άσκησης για τους ασθενείς. Καθώς η γωνία φάσης φαίνεται να προβλέπει ισχυρότερα τη μυϊκή υγεία και τη φυσική κατάσταση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποδείξει ασθενείς που μπορεί να ωφεληθούν περισσότερο από παρεμβάσεις που βασίζονται στην προπόνηση με αντιστάσεις (Mann et al., 2018).



III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 39 γυναίκες μετεμμηνόπαυσιακής φάσης. Κριτήρια ένταξης αποτελούσαν η ηλικία άνω των 50 ετών, ο Δείκτης Μάζας Σώματος από 25 έως 30 kg/m² και η συμμετοχή τους ή μη σε φυσική δραστηριότητα ήπιας έντασης. Η συμμετοχή σε φυσική δραστηριότητα ήπιας έντασης, όπως περπάτημα, yoga, παραδοσιακούς και μοντέρνους χορούς για διάστημα τουλάχιστον 2 ετών με συχνότητα 3-4 φορές την εβδομάδα κατέταξε το άτομο στην κατηγορία «Δραστήριες», ενώ σε αντίθετη περίπτωση, αδρανή άτομα με καθιστική ζωή κατηγοριοποιήθηκαν ως «Μη-Δραστήριες»

Παράγοντες αποκλεισμού για τη συμμετοχή αποτέλεσαν:

- i) η μη συμμόρφωση στις παραπάνω προϋποθέσεις
- ii) γνωστές αντενδείξεις για την εκτέλεση διαδικασιών της μελέτης (πχ προβλήματα κινητικότητας, χρόνιες παθήσεις, καρδιολογικά νοσήματα) και
- iii) γνωστές παθήσεις που επηρεάζουν την κατάσταση των οστών (πχ διαγνωσμένη οστεοπόρωση) ή του ποσοστού λίπους και άλιπης μάζας του σώματος (πχ καρκίνος).

Οι συμμετέχουσες ενημερώθηκαν για τα οφέλη και τους κινδύνους που απορρέουν από τη συμμετοχή τους στη μελέτη, για την τήρηση των προσωπικών τους δεδομένων, για την ανώνυμη δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων (ως μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις) και την ελευθερία αποχώρησής τους από τη μελέτη οποιαδήποτε στιγμή.



Πειραματικός Σχεδιασμός

Πραγματοποιήθηκε δημόσια πρόσκληση και κατασκευάστηκε ενημερωτικό φυλλάδιο προς ενημέρωση σε εξωτερικούς χώρους άθλησης και πολιτισμικούς συλλόγους. Μετά την αρχική πρόθεση συμμετοχής οι συμμετέχουσες προσήλθαν στο Εργαστήριο Φυσικής Αγωγής και Άθλησης στην Κατεύθυνση της Φυσικής Απόδοσης του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης για την περαιτέρω ενημέρωσή τους και την ενυπόγραφη δήλωση συγκατάθεσής τους.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις από το προσωπικό του εργαστηρίου με στόχο την ανάλυση του ιατρικού ιστορικού και τη συνολική κατάσταση της υγείας τους, σύμφωνα με όποια ιατρικά δεδομένα, εξετάσεις και διαγνώσεις διέθεταν οι ίδιες εν γνώση τους. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν είναι ποιοτικά και βασίζονται στην ειλικρινή κατάθεση τους από τις συμμετέχουσες. Στη συνέχεια τα άτομα του δείγματος κλήθηκαν να συμπληρώσουν έντυπο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της φυσικής τους κατάστασης. Κατόπιν αυτών, έγινε μέτρηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (ύψος σε όρθια θέση, σωματικό βάρος σε μηχανικό ζυγό). Υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος σύμφωνα με την εξίσωση: $\Delta\text{Μ}\Sigma \text{ (kg/m}^2\text{)} = \text{Βάρος (kg)} / \text{Ύψος (m}^2\text{)}$. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της σύστασης σώματος με το μηχάνημα AKERN (BIA 101, Ankern Italy).

Η συνολική διάρκεια της διαδικασίας από την προσέλευση έως και την ολοκλήρωση της αξιολόγησης ολοκληρώθηκε σε μια επίσκεψη με συνολική διάρκεια μικρότερη από δύο ώρες.

Διαδικασία μετρήσεων

Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά: Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της σωματικής μάζας και του ύψους από όρθια θέση σε ζυγό και φορητό αναστημόμετρο, από όπου υπολογίστηκαν ο Δείκτης Μάζας σώματος και το ποσοστό σωματικού λίπους.



Το σωματικό βάρος μετρήθηκε με ακρίβεια 100 gr στο μηχανικό ζυγό Beam Balance 710 (Seca, UK). Στις 39 εξεταζόμενες δόθηκε η οδηγία να σταθούν στο κέντρο του ζυγού και να καταλείμουν το βάρος τους εξίσου και στα δυο πόδια, ενώνοντας τις φτέρνες ενώ τα πέλματα σχημάτιζαν γωνία περίπου 60°. Το ύψος από όρθια θέση μετρήθηκε με χρήση αναστημόμετρου (Stadiometer 208, Seca) με ακρίβεια 0,1 cm. Η μέτρηση γινόταν σε όρθια θέση και ενώ η εξεταζόμενη είχε τις φτέρνες της ενωμένες και τα πέλματά του σχημάτιζαν γωνία περίπου 60°. Επίσης, δόθηκε η οδηγία, οι φτέρνες, οι γλουτοί και το πάνω μέρος της πλάτης να ακουμπούν στο αναστημόμετρο και να κοιτούν μπροστά. Αμέσως μετά έπαιρναν βαθιά εισπνοή την οποία και κρατούσαν έως ότου ο εξεταστής κατέβαζε τον οριζόντιο οδηγό όσο μπορούσε, συμπιέζοντας τα μαλλιά. Τη στιγμή εκείνη καταγραφόταν το ύψος που αναγραφόταν στο αναστημόμετρο.

Βιοηλεκτρική εμπέδηση: Στη βιοηλεκτρική εμπέδηση υπολογίζεται ο χρόνος που χρειάζεται ένα εναλλασσόμενο ρεύμα για να διαπεράσει το σώμα της δοκιμαζόμενης από τα ηλεκτρόδια, δέκτης και πομπός, που είναι τοποθετημένα στον καρπό και στον αστράγαλο. Για την πρόβλεψη της άλιπης μάζας και του σωματικού λίπους με την τεχνική της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, το βάρος και το ύψος αποτελούν τις δύο σημαντικότερες παραμέτρους πρόβλεψης. Σημαντικό ρόλο επίσης, κατέχει και η ενυδάτωση του οργανισμού. Για τον λόγο αυτό, σύμφωνα με την Αμερικανική Αθλητιατρική Εταιρεία (ACSM'S, 1995), η δοκιμαζόμενη πριν τη μέτρηση έπρεπε:

- να μην είχε σιτιστεί ή να είχε πει υγρά για τουλάχιστον 4 ώρες.
- να μην είχε ασκηθεί έντονα 12 ώρες πριν τη δοκιμασία.
- να είχε προηγηθεί εκκένωση του εντέρου.
- να μην είχε πει αλκοόλ 48 ώρες πριν τη δοκιμασία.
- να μην είχε χρησιμοποιήσει διουρητικά χάπια εκτός εάν κάτι τέτοιο είχε επιβληθεί από θεράποντα γιατρό.

Όργανα μέτρησης

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα:

- Αξιολόγηση σύστασης σώματος με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA) (BIA101 Ankern Italy).
- Μηχανικός ζυγός Seca Beam Balance 710 (UK).
- Αναστημόμετρο Seca Stadiometer 208



Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέση τιμή, τυπική απόκλιση). Για τον έλεγχο των υποθέσεων, ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση, BMI) και στις μεταβλητές της σύστασης σώματος (γωνία φάσης, άλιπη σωματική μάζα, λιπώδης μάζα) εφαρμόστηκε Independent-Samples T-test για ανεξάρτητα δείγματα. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

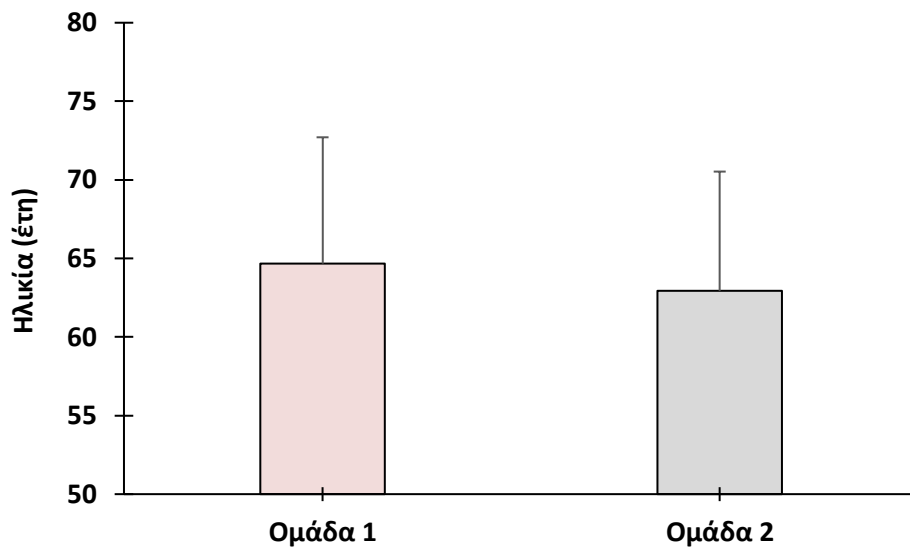


VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης με τη μορφή των μέσων όρων \pm τυπική απόκλιση. Η σειρά με την οποία παρουσιάζονται είναι η ηλικία, το σωματικό βάρος, το ύψος, ο Δείκτης Μάζας Σώματος, η γωνία φάσης, η άλιπη σωματική μάζα και η λιπώδης μάζα.

Ηλικία

Από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων [$t= 0,691$, $df=37$, $p=0,494$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.

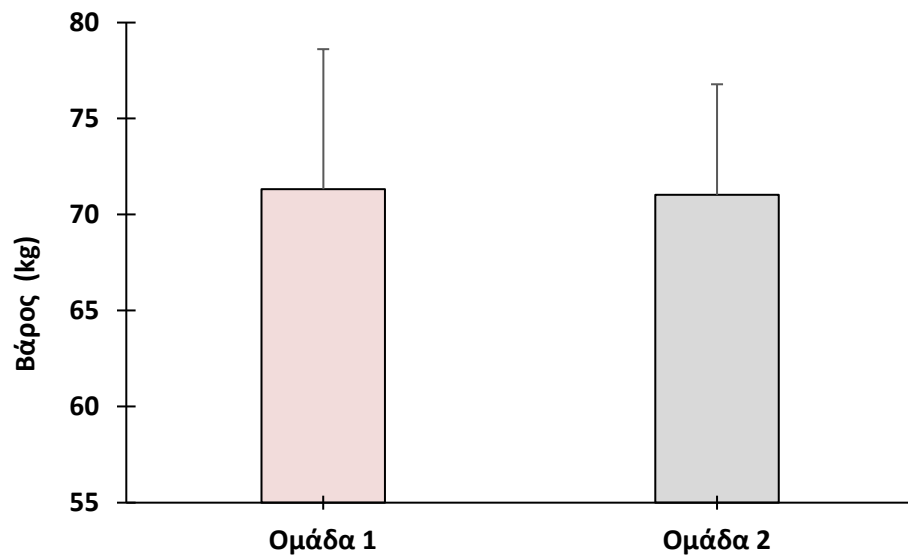


Σχήμα 1. Ηλικία των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Σωματικό Βάρος

Από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων στο σωματικό βάρος [$t= 0,139$, $df=37$, $p=0,890$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.

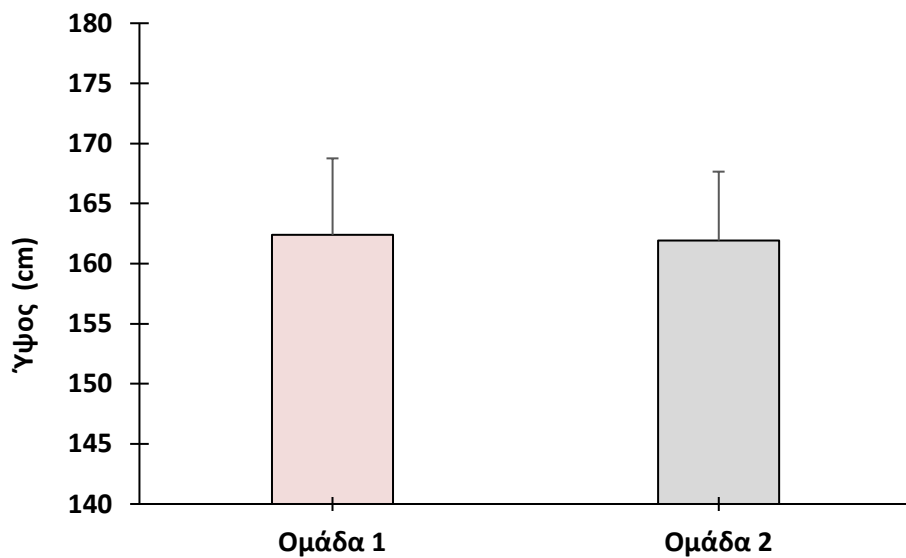


Σχήμα 2. Σωματικό βάρος των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Ύψος από όρθια θέση

Αναφορικά με το ύψος από όρθια θέση, από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων [$t= 0,244$, $df=37$, $p=0,890$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

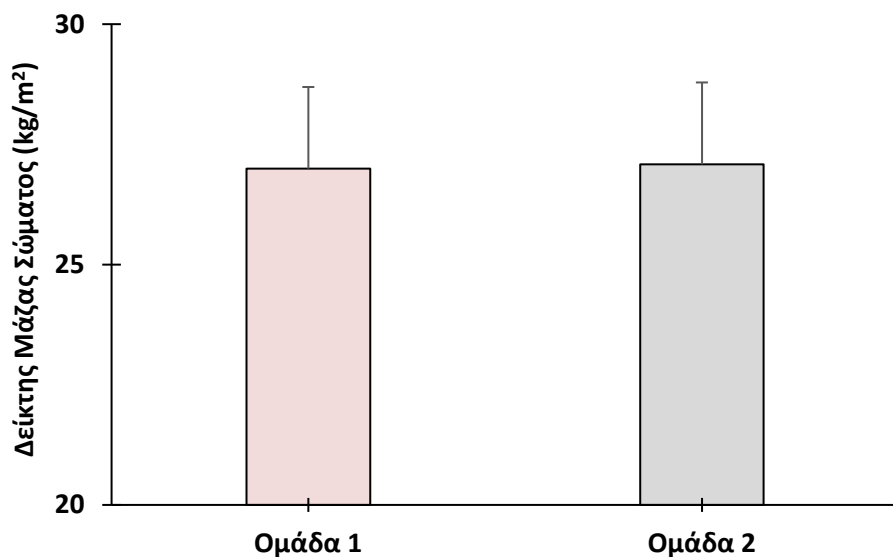


Σχήμα 3. Ύψος από όρθια θέση των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Δείκτης Μάζας Σώματος

Από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων στον Δείκτη Μάζας Σώματος [$t = -0,164$, $df = 37$, $p = 0,871$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.

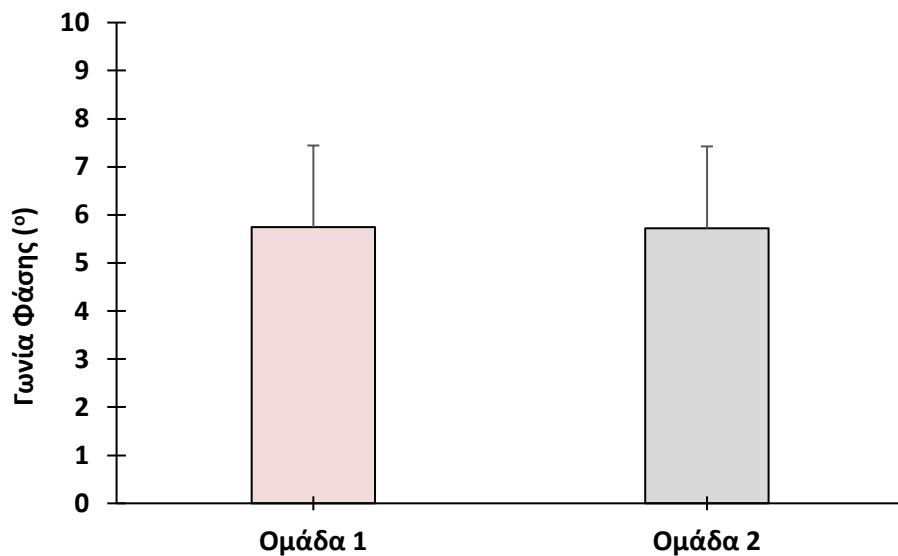


Σχήμα 4. Δείκτης Μάζας Σώματος των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Γωνία Φάσης

Στη γωνία φάσης, ο έλεγχος των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων [$t = -0,095$, $df=37$, $p=0,925$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.

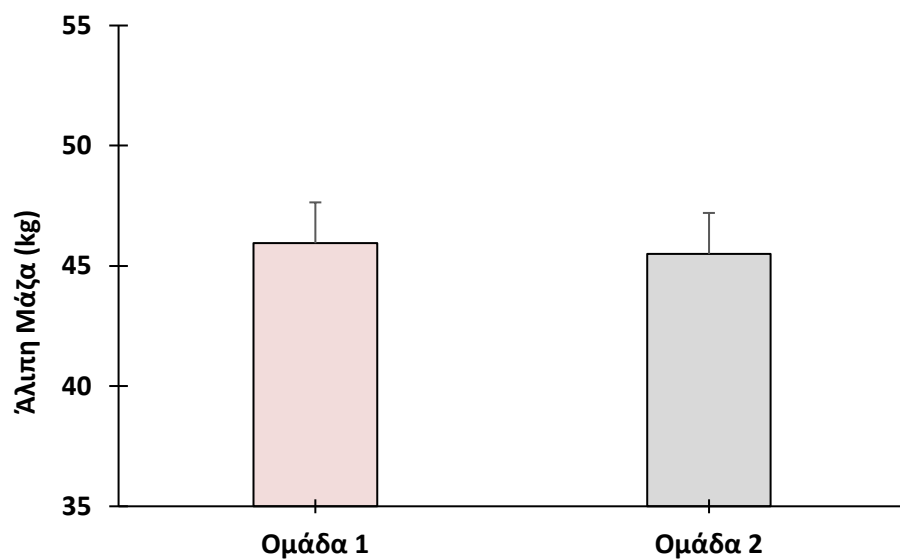


Σχήμα 5. Γωνία Φάσης των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Άλιπη Σωματική Μάζα

Από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων στην άλιπη σωματική μάζα [$t= 0,362$, $df=37$, $p=0,719$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.

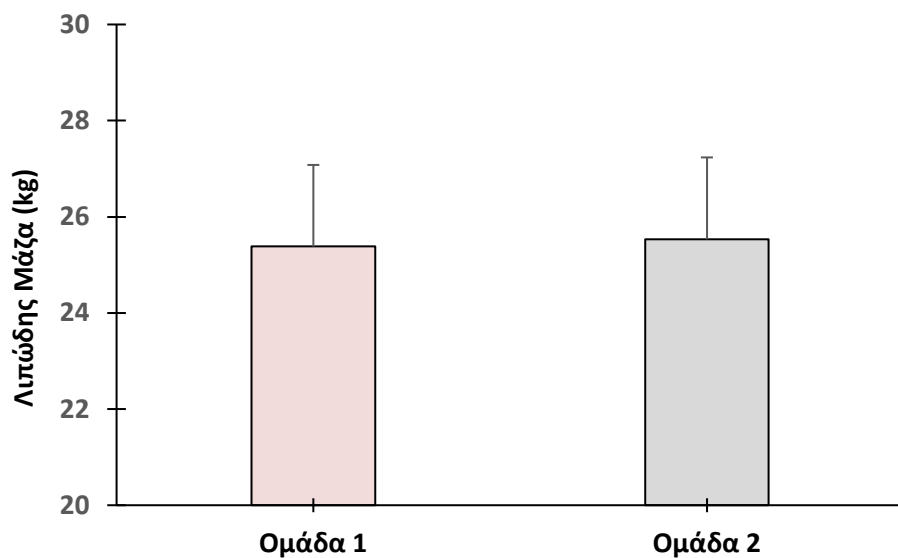


Σχήμα 6. Άλιπη σωματική μάζα των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Λιπώδης Σωματική Μάζα

Από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων στη λιπώδη σωματική μάζα [$t = -0,101$, $df = 37$, $p = 0,920$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 7.

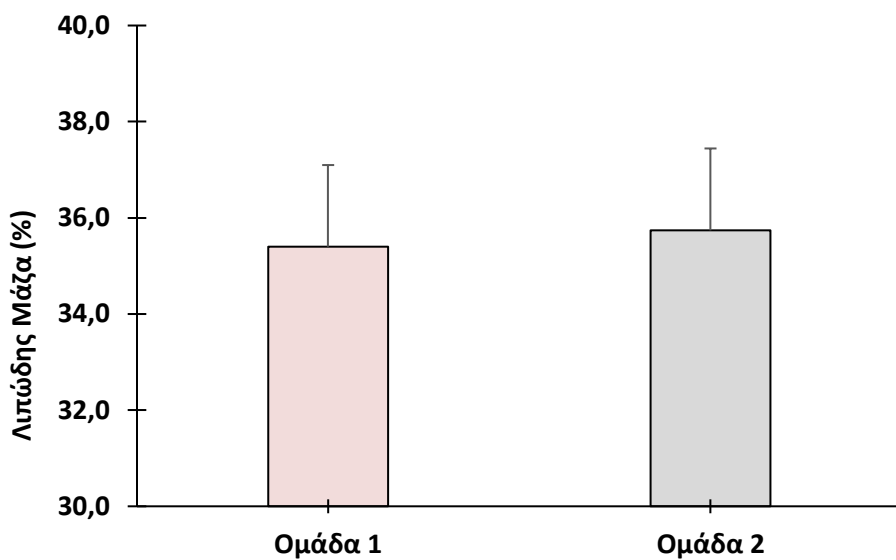


Σχήμα 7. Λιπώδης σωματική μάζα των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Ποσοστό Σωματικού Λίπους

Από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων στο ποσοστό σωματικού λίπους [$t = -0,104$, $df=37$, $p=0,920$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 8.

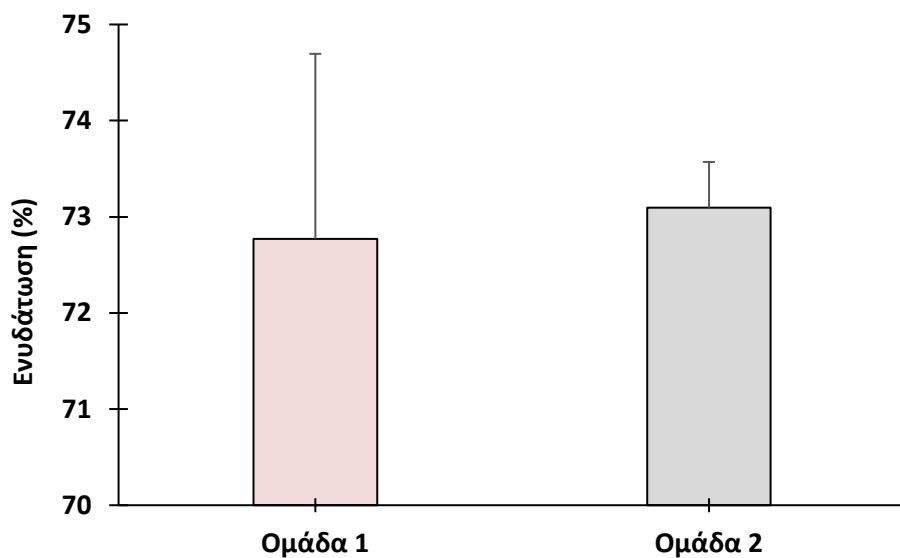


Σχήμα 8. Ποσοστό σωματικού λίπους των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



Ενυδάτωση

Αναφορικά με την ενυδάτωση, από τον έλεγχο των υποθέσεων για ανεξάρτητα δείγματα (Independent-Samples T-test), ως προς τον παράγοντα Επίπεδο Δραστηριότητας (Δραστήριες, Μη-Δραστήριες), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων [$t = -0,714$, $df = 37$, $p = 0,479$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9. Ενυδάτωση των Δραστήριων Γυναικών που συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 1) και Μη-Δραστήριων Γυναικών που δεν συμμετείχαν σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας (Ομάδα 2).



V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογήσει το κατά πόσο η ένταξη σε ένα πρόγραμμα ήπιας φυσικής δραστηριότητας μπορεί να επιφέρει αλλαγές στη γωνία φάσης, και κατά συνέπεια θετικά αποτελέσματα στη σύσταση του σώματος και στη συνολική υγεία των συμμετεχουσών. Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαπιστώθηκε ότι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τη σύσταση σώματος και τη γωνία φάσης που αποτελεί δείκτη ακεραιότητας της κυτταρική μεμβράνης

Ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) είναι μια μέτρηση που χρησιμοποιείται για τον ορισμό των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στους ενήλικες και για την ταξινόμησή τους σε ομάδες. Αντιπροσωπεύει έναν δείκτη παχυσαρκίας του ατόμου ενώ επιπλέον χρησιμοποιείται ως παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη πολλών προβλημάτων υγείας. Μια προσεγγιστική κατηγοριοποίηση σε ενήλικες, τους ορίζει για τιμές $<18,5 \text{ kg/m}^2$ ως λιποβαρείς, $18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$ ως νορμοβαρείς, $25,0\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$ ως υπέρβαρους και $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$ ως παχύσαρκους. Στη μελέτη συμμετείχαν γυναίκες οι οποίες είχαν Δείκτη Μάζα Σώματος $25\text{--}30 \text{ kg/m}^2$.

Στη βιολογική διαδικασία της γήρανσης παρατηρείται μείωση του μυϊκού ιστού και διατήρηση ή αύξηση της λιπώδους μάζας, ακόμη και σε φυσιολογικές τιμές ΔΜΣ. Ο Δείκτης Μάζας Σώματος δεν είναι ενδεικτικός της επιμέρους σωματικής σύστασης και κατανομής των συστατικών του σώματος. Δεν υπάρχουν καθολικά αποδεκτοί κανόνες για τη σύνθεση του σώματος. Αντίστοιχα, δεν έχει ακόμη καθοριστεί η ακριβής ποσοστιαία τιμή σωματικού λίπους που σχετίζεται με τον βέλτιστο κίνδυνο για την υγεία. Ωστόσο, ένα εύρος 10%–22% για τους άνδρες και 20%–32% για τις γυναίκες, θεωρείται ικανοποιητικό ως δείκτης καλής υγείας (Lohman, 1982).

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε πως αν και ο Δείκτης Μάζας Σώματος κατέτασσε τις γυναίκες στην κατηγορία των υπέρβαρων γυναικών, το ποσοστό λίπους ήταν ιδιαίτερα αυξημένο. Επιπρόσθετα από την ανάλυση δεδομένων δεν διαπιστώθηκε



σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, υποδεικνύοντας πως η φυσική δραστηριότητα χαμηλής έντασης και μέτριας συχνότητας δεν συμβάλλει ιδιαίτερα στις παραμέτρους σύστασης σώματος. Σύμφωνα με τις οδηγίες των διαφόρων επιστημονικών ενώσεων και οργανισμών, οι ενήλικες και ειδικότερα οι άνθρωποι άνω των 50 ετών ενδείκνυται να συμμετέχουν σε προγράμματα αερόβιας και αναερόβιας άσκησης για 150-300 λεπτά την εβδομάδα (American Department of Health and Human Services, 2018; National Health System, 2021; World Health Organization, 2020), και σταδιακά να εξελίσσουν τα στοιχεία επιβάρυνσης όπως ή διάρκεια της άσκησης, η ένταση ή ακόμη και το είδος της άσκησης. Η προπόνηση με αντιστάσεις είναι αποτελεσματική για την αναστροφή της μυϊκής απώλειας και της μεταβολικής πτώσης που συνοδεύουν την ανενεργή γήρανση. Η προπόνηση με αντιστάσεις και η αερόβια άσκηση αντοχής είναι αποτελεσματικές για τη μείωση του σωματικού λίπους και του κινδύνου συναφών προβλημάτων υγείας όπως ο διαβήτης τύπου 2, η αυξημένη αρτηριακή πίεση, τα ανεπιθύμητα προφίλ λιπιδίων του αίματος και οι καρδιαγγειακές παθήσεις. Οι ενήλικες άνω των 50 ετών που δεν κάνουν ασκήσεις αντίστασης μπορούν να χάσουν μυϊκή μάζα σε ποσοστό 5% έως 10% ανά δεκαετία και οστική μάζα με ποσοστό 10% έως 30% ανά δεκαετία (Marcell, 2003; Warren et al., 2008).

Η γωνία φάσης αποτελεί δείκτη ακεραιότητας της κυτταρικής μεμβράνης και η τιμή της επηρεάζεται από την κατάσταση του μυϊκού ιστού και το επίπεδο ενυδάτωσης των κυττάρων. Από μελέτες σε γηριατρικό πληθυσμό και σε ασθενείς με ασθένειες που επηρεάζουν την κατάσταση του μυϊκού ιστού έχει διαπιστωθεί πως η γωνία φάσης αποτελεί προγνωστικό παράγοντα εξέλιξης της νόσου. Στην αξιολόγηση της γωνίας φάσης διαπιστώθηκε πως οι γυναίκες ήταν ενυδατωμένες επαρκώς, οπότε η ένδειξη της γωνίας φάσης αποτελεί κριτήριο της κατάστασης του μυϊκού ιστού. Οι φυσιολογικές τιμές της γωνίας φάσης στον υγιή γενικό πληθυσμό είναι $7.321.17^\circ$, με διακύμανση $7.43 \pm 0.98^\circ$ για τους άνδρες και $7.05 \pm 1.1.58^\circ$ για τις γυναίκες τη στιγμή που οι τιμές σε παθολογικές περιπτώσεις μετριοούνται κάτω από $3,5^\circ$ (Koumar et al., 2012). Ακόμη διαπιστώνεται πως η άσκηση μπορεί να αυξήσει τις τιμές της γωνίας φάσης καθώς οι αθλητές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές. Στη βιβλιογραφία δεν συναντώνται μελέτες οι οποίες να εξετάζουν την επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στη γωνία φάσης, ιδιαίτερα σε γηριατρικό πληθυσμό. Στην παρούσα μελέτη οι τιμές κυμάνθηκαν από $4,5^\circ$ έως $8,7^\circ$, οι οποίες



χαρακτηρίζονται φυσιολογικές. Από την άλλη δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση της ήπιας μορφής φυσικής δραστηριότητας, γεγονός που αναιρεί την ερευνητική υπόθεση της παρούσας εργασίας.



VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση είναι ρητά συνδεδεμένες με τη φυσική κατάσταση του ατόμου που τις εκτελεί και κατά συνέπεια με την ορθή λειτουργία του οργανισμού του και την υγεία του. Η διαδικασία της γήρανσης, όπως αυτή περιγράφεται ποιοτικά και όχι ως συνάρτηση των ημερολογιακών ετών, αποτελεί μια αποτύπωση της συνολικής λειτουργικής κατάστασης του ατόμου, από το κυτταρικό επίπεδο μέχρι και αυτό των οργανικών συστημάτων. Κατά συνέπεια, η ένταξη αλλά και το είδος της φυσικής δραστηριότητας στην καθημερινότητα του πληθυσμού, θα μπορούσε ερευνητικά να αποτυπωθεί ως συσχέτιση του ρυθμού γήρανσης, μέσω έμμεσων δεικτών.

Στην παρούσα μελέτη, έγινε μια προσπάθεια να αναλυθεί το κατά πόσο τα προτεινόμενα πρωτόκολλα ελάχιστης φυσικής δραστηριότητας και άσκησης από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας αλλά και τις κατά τόπους αρμόδιες αρχές, μπορούν να επιφέρουν ανιχνεύσιμες αλλαγές στη σύσταση σώματος και στον ρυθμό γήρανσης μεσηλικών γυναικών, μέσω της μέτρησης δεικτών με σημαντικότερο τη γωνία φάσης.

Η αναίρεση της ερευνητικής υπόθεσης, δηλαδή η απόδειξη ότι δεν διακρίνεται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των ομάδων ήπιας άσκησης και αναφοράς, δεν αποτελεί κατάρριψη της αποδοχής της σύνδεσης των παραπάνω. Αντιθέτως, γεννά πολλά ερωτήματα από τα οποία μπορούν να προκύψουν στοχευμένα ερευνητικές υποθέσεις με πολύ ειδικότερους στόχους.

Ειδικότερα, η ανάλυση μεγαλύτερου δείγματος και μεγαλύτερου εύρους ηλικιακών ομάδων θα μπορούσε να επιφέρει ισχυρότερα στατιστικά αποτελέσματα. Το είδος, η ένταση και η διάρκεια της φυσικής άσκησης είναι οι αμεσότεροι δείκτες που θα πρέπει να μεταβληθούν, ώστε να είναι αντιληπτές οι αλλαγές επί των αποτελεσμάτων. Υποθέτουμε ότι η ένταση και το είδος της ήπιας άσκησης που μελετήθηκε δεν επαρκεί για να βελτιώσει την κλινική εικόνα των ασκούμενων, συγκριτικά με τις μη ασκούμενες. Πρωτόκολλα άσκησης μέτριας έως υψηλής έντασης με κυμαινόμενη διάρκεια πιθανά να αυξήσουν τον μετρήσιμο δείκτη της γωνίας φάσης καθώς θα έχουν επιδράσεις διαφορετικά στη βελτίωση σύστασης σώματος.



Η προσθήκη προγραμμάτων άσκησης με αντιστάσεις, φαίνεται βιβλιογραφικά να βελτιώνει την οστική και μυϊκή πυκνότητα. Προγράμματα ενδυνάμωσης που θα περιλαμβάνουν ασκήσεις επιβάρυνσης με λάστιχα και βάρη αλλά και συνδυαστικά προγράμματα με αερόβια άσκηση, πιθανά θα επιφέρουν τις επιθυμητές αλλαγές που ίσως θα είναι και ανιχνεύσιμες στα αποτελέσματα της μέτρησης της γωνίας φάσης.

Τέλος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ηλικία κατά την οποία κάποιος εντάσσει φυσική δραστηριότητα ή/και άσκηση στην καθημερινότητά του, μπορεί να δημιουργεί προοδευτικά το υπόβαθρο κατά το οποίο οι αλλαγές που μπορούν να προκύπτουν με την αύξηση της ηλικίας του, να αποτυπώνονται ευνοϊκότερα κατά τη διαδικασία της γήρανσης. Δημιουργώντας, λοιπόν, μέσω της άσκησης, υψηλές τιμές γωνίας φάσης σε κάθε ηλικία, είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα αποτελέσει αντίμετρο στη σταδιακή μείωσή τους κατά τη γήρανση.

Συμπερασματικά, η μελέτη αυτή έχει τη δυναμική να αποτελέσει έναυσμα για παρόμοιες έρευνες, δεδομένου ότι ο τρόπος προσέγγισης πειραματικά αλλά και βιβλιογραφικά, στερείται αναφορών κατά το παρελθόν.



IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alan C Utter, David C Nieman, Angela N Ward, & Diane E Butterworth. (1999). Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69 (4), 603–607.
- American Department of Health And Human Services. (2018). *Physical Activity Guidelines for Americans 2nd edition*. Retrieved from: <https://health.gov/healthypeople/tools-action/browse-evidence-based-resources/physical-activity-guidelines-americans-2nd-edition>
- American Heart Association. (2018). *Recommendations for Physical Activity in Adults and Kids*. Retrieved from <https://www.heart.org/en/healthy-living/fitness/fitness-basics/aha-recs-for-physical-activity-in-adults>
- Basile, C., Della-Morte, D., Cacciatore, F., Gargiulo, G., Galizia, G., Roselli, M., Curcio, F., Bonaduce, D., & Abete, P. (2014a). Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Experimental Gerontology*, 58, 43–46.
- Bautista-Castaño, I. (2021). *The Importance of Overall Body Fat in Human Health*. Chapter 3. In *Fats and Associated Compounds* (pp. 51–66).
- Booth, F. W., Roberts, C. K., Thyfault, J. P., Ruesegger, G. N., & Toedebusch, R. G. (2017). Role of Inactivity in Chronic Diseases: Evolutionary Insight and Pathophysiological Mechanisms. *Physiol Rev*, 97, 1351–1402.
- Brach, J. S., Simonsick, E. M., Kritchevsky, S., Yaffe, K., & Newman, A. B. (2004). The Association Between Physical Function and Lifestyle Activity and Exercise in the Health-Aging and Body Composition Study, *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(4), 502-509



- Buffa, R., Mereu, R. M., Putzu, P. F., Floris, G., & Marini, E. (2010). Bioelectrical impedance vector analysis detects low body cell mass and dehydration in patients with Alzheimer's disease. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 14(10), 823–827.
- Córdova, C., Silva, V. C., Moraes, C. F., Simões, H. G., & Nóbrega, O. T. (2009). Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in elderly females. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 42(5), 458–464.
- Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zúñiga, C., Arai, H., Boirie, Y., Chen, L. K., Fielding, R. A., Martin, F. C., Michel, J., Sieber, C., Stout, J. R., Studenski, S. A., Vellas, B., Woo, J., Zamboni, M., & Cederholm, T. (2014). Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: A systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and Ageing*, 43(6), 48–759.
- Curtis, E., Litwic, A., Cooper, C., & Dennison, E. (2015). Determinants of Muscle and Bone Aging. *Journal of Cellular Physiology*, 230(11), 2618–2625
- Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Arai, H., Kritchevsky, S. B., Guralnik, J., Bauer, J. M., Pahor, M., Clark, B. C., Cesari, M., Ruiz, J., Sieber, C. C., Aubertin-Leheudre, M., Waters, D. L., Visvanathan, R., Landi, F., Villareal, D. T., Fielding, R., Won, C. W., Vellas, B. (2018). International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, Diagnosis and Management. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 22(10), 1148–1161.
- Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Woodhouse, L., Rodríguez-Mañas, L., Fried, L. P., Woo, J., Aprahamian, I., Sanford, A., Lundy, J., Landi, F., Beilby, J., Martin, F. C., Bauer, J. M., Ferrucci, L., Merchant, R. A., Dong, B., Arai, H., Hoogendijk, E. O., Vellas, B. (2019). Physical Frailty: ICFSR International Clinical Practice Guidelines for Identification and Management. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 23(9), 771–787.
- Δεληγιάννης Π. Αστέριος. (1992). *ΙΑΤΡΙΚΗ ΤΗΣ ΑΘΛΗΣΗΣ*. University Studio Press. ISBN: 9789601222912



- Dipietro, L. (2001). Physical Activity in Aging: Changes in Patterns and Their Relationship to Health and Function. In *Special Issue II* (Vol. 56). Retrieved from: <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/>
- Evans, W. (1997). Functional and Metabolic Consequences of Sarcopenia, *The Journal of Nutrition*, 127(5), 998–1003
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., Abellan van Kan, G., Andrieu, S., Bauer, J., Breuille, D., Cederholm, T., Chandler, J., de Meynard, C., Donini, L., Harris, T., Kannt, A., Keime Guibert, F., Onder, G., Papanicolaou, D., ... Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249–256.
- Ginaldi, L., di Benedetto, M. C., & de Martinis, M. (2005). Osteoporosis, inflammation and ageing. *Immunity and Ageing*, 2, 14
- Jebb, S. A., Cole, T. J., Doman, D., Murgatroyd, P. R., & Prentice, A. M. (2000). Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *British Journal of Nutrition*, 83(2), 115–122.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., de Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., & Pichard, C. (2004a). Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., de Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., & Pichard, C. (2004b). Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23(6), 1430–1453.
- Kyle, U. G., Genton, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 17(7–8), 534–541.



- Larsson, L., Sjödin, B., & Karlsson, J. (1978). Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years. *Acta Physiologica Scandinavica*, 103(1), 31–39.
- Lohman, T. G. (1982). Body composition methodology in sports medicine. *Physician and Sportsmedicine*, 10(12), 46–47.
- Mann, S., Wade, M., Fisher, J., Giessing, J., Gentil, P., & Steele, J. (2018). Phase Angle as an Indicator of Health and Fitness in Patients Entering an Exercise Referral Scheme. In *Journal of the American Medical Directors Association*, 19(9), 809–810.
- Mialich, M. S., Sicchieri, J. M. F., & Junior, A. A. J. (2014). Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition*, 2(1), 1–10.
- Myck, M. (2010). Physical activity patterns of European 50+ populations. *Postepy Rehabilitacji*, 3, 6–13.
- National Health System, U. K. (2021, August 4). *Exercise*. Retrieved from: <https://www.nhs.uk/live-well/exercise/?tabname=fitness-guides>
- Norman, K., Stobäus, N., Zocher, D., Bosy-Westphal, A., Szramek, A., Scheufele, R., Smoliner, C., & Pirlich, M. (2010a). Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*, 92(3), 612–619.
- Norman, K., Stobäus, N., Zocher, D., Bosy-Westphal, A., Szramek, A., Scheufele, R., Smoliner, C., & Pirlich, M. (2010b). Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*, 92(3), 612–619.
- Pal, S., & Tyler, J. K. (2016). Epigenetics and aging. *Science Advances*, 2(7)



- Piccoli, A., Piazza, P., Noventa, D., Pillon, L., & Zaccaria, M. (1996). A new method for monitoring hydration at high altitude by bioimpedance analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(12), 1517–1522.
- Piccoli, A., Pillon, L., & Favaro, E. (1997). Asymmetry of the Total Body Water Prediction Bias Using the Impedance Index, *Nutrition*, 13(5), 438-441.
- Reljic, D., Zarafat, D., Jensen, B., Herrmann, H. J., Neurath, M. F., Konturek, P. C., & Zopf, Y. (2020). Phase angle and vector analysis from multifrequency segmental bioelectrical impedance analysis: New reference data for older adults. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 71(4), 1–9.
- Schwenk, A., Beisenherz, A., Römer, K., Kremer, G., Salzberger, B., & Elia, M. (2000). Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 496–501.
- Taylor J. Marcell. (2003) *Review Article: Sarcopenia: Causes, Consequences, and Preventions*, *The Journals of Gerontology: Series A*, 58(10), 911–916
- Τοκμακίδης Π. Σάββας. (2003). *Άσκηση και Χρόνιες Παθήσεις*. Ιατρικές εκδόσεις Π. Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ, ISBN:9789603990796
- Vanderjagt, D. J., & Bode-Thomas, F. (2003). *Phase angle correlates with n-3 fatty acids and cholesterol in red cells of Nigerian children with sickle cell disease Cancer metastasis, Lipids Health Dis* 2, 2
- Wang, Z. M., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19–28.
- Warren, M., Petit, M. A., Hannan, P. J., & Schmitz, K. H. (2008). Strength training effects on bone mineral content and density in premenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(7), 1282–1288.



Wen, C. P., Wai, J. P. M., Tsai, M. K., Yang, Y. C., Cheng, T. Y. D., Lee, M.-C., Chan, H. T., Tsao, C. K., Tsai, S. P., & Wu, X. (2011). Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The Lancet*, 378(9798), 1244–1253.

Wilhelm-Leen, E. R., Hall, Y. N., Horwitz, R. I., & Chertow, G. M. (2014). Phase angle, frailty and mortality in older adults. *Journal of General Internal Medicine*, 29(1), 147–154.

World Health Organization. (2020). *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*, ISBN: 9789240015128

Yoo, S. Z., No, M. H., Heo, J. W., Park, D. H., Kang, J. H., Kim, S. H., & Kwak, H. B. (2018). Role of exercise in age-related sarcopenia. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(4), 551–558.