

**Π.Μ.Σ. ΑΘΛΗΣΗ & ΥΓΕΙΑ**  
**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΚΑΛΥΒΑ**

Τίτλος διπλωματικής εργασίας:

**Η επίδραση της διατροφικής πρόσληψης πρωτεϊνών στην απόδοση ασθενών με  
σακχαρώδη διαβήτη τύπου II.**

**ΑΘΗΝΑ 2024**



Αφιερωμένη στην οικογένειά μου

	Σελ.
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
1.1. Σκοπός της έρευνας	4
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις	4
<b>2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	<b>6</b>
<u>2.1. Σακχαρώδης διαβήτης</u>	6
2.1.1. Ορισμός και επιπολασμός της νόσου	6
2.1.2. Σακχαρώδης διαβήτης και ευπαθείς ομάδες	7
2.1.3. Παθοφυσιολογία της νόσου	7
2.1.4. Σακχαρώδης διαβήτης και φλεγμονή	8
2.1.5. Σακχαρώδης διαβήτης και γήρας	9
2.1.6. Ινσουλινοαντίσταση	10
<u>2.2. Σαρκοπενία</u>	10
2.2.1. Ορισμός της σαρκοπενίας	10
2.2.2. Διαγνωστικά κριτήρια	12
2.2.3. Σαρκοπενία και εκφυλιστικά μυϊκά σύνδρομα	13
2.2.4. Παθοφυσιολογία της σαρκοπενίας	14
2.2.5. Σαρκοπενία: ένα γηριατρικό σύνδρομο	15
<u>2.3. Διατροφική αντιμετώπιση σαρκοπενίας στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου II</u>	16
2.3.1. Η αξία της ισορροπημένης διατροφής	16
2.3.2. Διατροφή και σακχαρώδης διαβήτης τύπου II	17
2.3.3. Διατροφικές παρεμβάσεις και σαρκοπενία	19
<u>2.4. Σκελετικοί μύες</u>	20
2.4.1. Ρυθμιστικοί μηχανισμοί σκελετικής μάζας	20
2.4.2. Σκελετικοί μύες και γήρανση	21
2.4.3. Σκελετικοί μύες και φλεγμονή	21
<u>2.5. Μυϊκή δύναμη και αξιολόγηση</u>	22
2.5.1. Ισοκινητική δυναμομέτρηση	23
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	<b>24</b>
<u>3.1. Συμμετέχοντες/-χουσες</u>	24
<u>3.2. Πειραματικός σχεδιασμός</u>	25
<u>3.3. Εργαλεία αξιολόγησης</u>	25
3.3.1. Διατροφικές συμπεριφορές/συνήθειες	25
3.3.2. Σωματομετρία	26
3.3.3. Αρτηριακή πίεση	27
3.3.4. Αξιολόγηση μυϊκής δύναμης	27
3.3.5. Ισοκινητική δυναμομετρία	27
3.3.6. Λειτουργικά τεστ αξιολόγησης	28
<u>3.4. Στατιστική ανάλυση</u>	28
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>29</b>
<b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>41</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ/ABSTRACT</b>	<b>45</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>47</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>63</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σελ.

### **ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Διαγνωστικά κριτήρια σαρκοπενίας (EWGSOP 2)**

12

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

<b>Γράφημα 4.1.</b> Ποσοστό των προσλαμβανόμενων πρωτεϊνών, λιπιδίων και υδατανθράκων μέσω της τροφής πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	29
<b>Γράφημα 4.2.</b> Η προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη σε γραμμάρια (gr) και σε γραμμάρια ανά κιλό σωματικής μάζας ανά ημέρα (gr/kg/day) πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	31
<b>Γράφημα 4.3.</b> Σωματική μάζα πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	32
<b>Γράφημα 4.4.</b> Συνολική λιπώδης μάζα και συνολικό ποσοστό λιπώδους μάζας πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	33
<b>Γράφημα 4.5.</b> Άλιπη σωματική μάζα πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	33
<b>Γράφημα 4.6.</b> Συστολική και διαστολική πίεση πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	34
<b>Γράφημα 4.7.</b> Χειροδυναμομέτρηση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	35
<b>Γράφημα 4.8.</b> Αξιολόγηση έκτασης και κάμψης του ώμου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	36
<b>Γράφημα 4.9.</b> Αξιολόγηση έκτασης και κάμψης του γόνατος πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	37
<b>Γράφημα 4.10.</b> Ισοκινητική αξιολόγηση δεξιών και αριστερών πρόσθιων και δεξιών και αριστερών οπίσθιων μηριαίων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	38
<b>Γράφημα 4.11.</b> Time up and go test πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	39
<b>Γράφημα 4.12.</b> 10m Walk test πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	40
<b>Γράφημα 4.13.</b> Sit to stand πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.	40

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γήρας αποτελεί μία φυσιολογική και μη αναστρέψιμη εκφυλιστική διαδικασία. Το ανθρώπινο σώμα από την ηλικία των 50 ετών και έπειτα αρχίζει να αλλάζει με προοδευτικό και σταθερό ρυθμό (Granic, Sayer, & Robinson, 2019). Οι αλλαγές αυτές όμως παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια από άτομο σε άτομο και φέρουν διαφορετικό αντίκτυπο στην υγεία και στην καθημερινότητά του (Lowsky et al., 2014; Mitnitski, Howlett, & Rockwood, 2017). Η διαπίστωση αυτή δεν είναι τυχαία και συνδέεται με συμπεριφοριστικούς παράγοντες όπως η διατροφή, ο ύπνος, η ενυδάτωση και η άσκηση, οι οποίοι αποτελούν εχέγγυα μιας ποιοτικής ζωής που μπορούν να αναχαιτίσουν τον εκφυλιστικό ρυθμό της γήρανσης και να επιμηκύνουν το προσδόκιμο όριο ζωής (Robinson, Cooper, & Sayer; 2012).

Η ερευνητική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες ερευνά σε βάθος την αξία της διατροφής ως παράγοντα πρόληψης και αντιμετώπισης ασθενειών που σχετίζονται με το γήρας όπως η σαρκοπενία, η οστεοπόρωση, ο διαβήτης και ο καρκίνος (Volpi et al., 2013). Η ισορροπημένη διατροφή δίνει έμφαση τόσο στην ποιότητα των διατροφικών επιλογών όσο και στην ποσότητα των γευμάτων (Martinez-Gonzalez & Martin-Calvo, 2016; Sofi et al., 2014). Σε μελέτες που διεξήχθησαν σε χώρες εντός και εκτός της περιοχής της Μεσογείου βρέθηκε πως όσα άτομα προχωρημένης ηλικίας, άνω των 55 ετών, πρόσεχαν τη διατροφή τους, εφαρμόζοντας παράλληλα ήπιας μορφής άσκησης, εμφάνισαν δυνατότερο μυοσκελετικό σύστημα (Bollwein et al., 2012; Fougère et al., 2016; Isanejad et al., 2018; Nikolov et al., 2015; Tyrovolas et al., 2016; Zbeida et al., 2014), πιο λειτουργικό και ανθεκτικό σε πτώσεις από αστάθειες και μυϊκές ανισορροπίες συγκριτικά με συνομηλικούς τούς (Shahar et al., 2012).

Ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται όλα τα μακροθρεπτικά συστατικά (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λίπος) για να επιτελέσει τις βασικές του λειτουργίες (Argyropoulou, 2022). Η σημασία των πρωτεϊνών στη λειτουργία του οργανισμού είναι αδιαμφισβήτητη όπως αποδίδεται και ετυμολογικά από τη λέξη «πρωτεΐος» («πρώτος στην κατάταξη») και την κατάληξη -ίνη (υποδηλώνει κατηγορία οργανικών ενώσεων, τις αμίνες). Ανάμεσα από τις αναρίθμητες βιοχημικές ενώσεις που συμμετέχει διακρίνονται εκείνες που ευθύνονται τόσο για τη μυϊκή ανάπτυξη και λειτουργία όσο και για την ομοίωση των ιστών (Volpi et al., 2013). Είναι σημαντικό πως ο ανθρώπινος οργανισμός δε διαθέτει αποθέματα πρωτεΐνης στο σώμα όπως συμβαίνει στους υδατάνθρακες και στα λίπη ενώ υπάρχουν αμινοξέα που μόνο μέσω της τροφής μπορούν να προσληφθούν. Συνολικά ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται 20 διαφορετικά

αμινοξέα, τα πρώτα 11 συντίθενται σε επαρκείς ποσότητες στους ιστούς («μη απαραίτητα») ενώ τα υπόλοιπα 9 προσλαμβάνονται μέσω των τροφών («απαραίτητα»). Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η πρωτεϊνοσύνθεση απαιτείται η παρουσία και των 20 αμινοξέων σε επαρκείς ποσότητες (Baum & Wolfe, 2015).

Σε ενήλικες, ανεξαρτήτου φύλου και ηλικίας, η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (Recommended Dietary Allowance: RDA) πρωτεΐνης είναι τα 0,8 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικής μάζας ανά ημέρα (g/kg BM/day) (Argyropoulou, 2022; Deer & Volpi, 2015). Σύμφωνα με την έρευνα των Bauer και των συνεργατών του, (2013) σε υγιείς ηλικιωμένους προτείνεται μια μέση ημερήσια πρόσληψη πρωτεϊνών από 1,0 έως 1,2 γραμμαρίων πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικής μάζας ανά ημέρα (g/kg BM/day) για διατήρηση της μυϊκής μάζας και της λειτουργικότητας. Η διατήρηση της μυϊκής μάζας όμως σε άτομα προχωρημένης ηλικίας, με συνοδά προβλήματα, τις περισσότερες φορές, απαιτεί μεγαλύτερη πρόσληψη πρωτεϊνών, ποσότητα που ξεπερνά τελικά τη μέχρι τώρα συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (Deer & Volpi, 2015). Προς το παρόν, υπάρχουν γενικές οδηγίες ως προς την ποσότητα και την ποιότητα κατανάλωσης πρωτεϊνών όχι όμως εξατομικευμένες διατροφικές συστάσεις σε γερασμένους πληθυσμούς που να αποβλέπουν στη διατήρηση του πρωτεϊνικού ισοζυγίου και κατά επέκταση της μυϊκής μάζας (Argyropoulou, 2022).

Η πρωτεϊνική ομοιόσταση επηρεάζεται i) από την ποσότητα των διαιτητικών πρωτεϊνών, δηλαδή εκείνων που λαμβάνει κανείς μέσω της τροφής, ii) από την ποιότητά αυτών, iii) από τη χρονική στιγμή πρόσληψης μέσα στην ημέρα και iv) από τα συνοδευτικά μακροθρεπτικά στοιχεία του γεύματος (Argyropoulou, 2022; Baum & Wolfe, 2015; Deer & Volpi, 2015). Επιπλέον, η μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση φαίνεται να διαφέρει ανάλογα με την πηγή πρωτεΐνης. Οι ζωικές πρωτεΐνες συμμετέχουν πιο ενεργά στον αναβολικό κύκλο της πρωτεϊνοσύνθεσης συγκριτικά με τις φυτικές. Πιθανόν αυτό να οφείλεται στο γεγονός πως το περιεχόμενο και η σύσταση των αμινοξέων παρουσιάζει μεταβλητότητα μεταξύ των πρωτεϊνών, με τις ζωικές να υπερέχουν σε λευκίνη (Argyropoulou, 2022). Τέλος, η διατήρηση μυϊκής μάζας και η βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας μπορεί να επιτευχθεί και με συμπληρώματα αμινοξέων με λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη (Baum & Wolfe, 2015).

Μία ακόμη σημαντική παράμετρος που επηρεάζεται από την πρωτεϊνική πρόσληψη είναι η ομοιόσταση της γλυκόζης (Layman & Baum, 2004; Layman et al., 2003). Μελέτες σε φυσιολογικούς ή διαβητικούς ανθρώπους έδειξαν ότι οι διαιτητικές πρωτεΐνες διεγείρουν την

έκκριση ινσουλίνης και μειώνουν την υπεργλυκαιμία (Linn et al., 2000). Μάλιστα στην έρευνα των Tremblay και συν. (2007) αναδείχθηκε ο βαρυσήμαντος ρόλος των αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας, λευκίνης και ισολευκίνης, στο να διευκολύνουν τη διαδικασία πρόσληψης γλυκόζης από το σκελετικό μυ μέσω της αυξημένης δραστηριότητας συνθάσης γλυκογόνου και των μεταφορέων γλυκόζης GLUT1 και GLUT4 στη μεμβράνη του πλάσματος. (Baum & Wolfe, 2015).

Οι περισσότερες έρευνες έχουν αξιολογήσει ηλικιωμένους πληθυσμούς ως προς τη μυοσκελετική τους υγεία σε συνάρτηση με την άσκηση και ένα συγκεκριμένο διατροφικό στοιχείο, για παράδειγμα πρωτεΐνη ή βιταμίνη D (Beasley, Shikany, & Thomson, 2013; Deutz et al., 2014; Muir & Montero-Odasso, 2011). Σύγχρονες ερευνητικές προτάσεις αρχίζουν να συμπεριλαμβάνουν ολοκληρωμένα διατροφικά προγράμματα προκειμένου να προσδιοριστεί ο βαθμός που επηρεάζει η διατροφή συνολικά τη σαρκοπενία, το σακχαρώδη διαβήτη ή και άλλες δυσμενείς καταστάσεις (Craig et al., 2017; Inzitari et al., 2011; McClure & Villani, 2017; Silva et al., 2018). Εάν λάβει κανείς υπόψιν την ετερογένεια των αποτελεσμάτων όσον αφορά τη μυϊκή δύναμη, τη μυϊκή ισχύ και τη λειτουργικότητα του ατόμου μετά την ηλικία των 60 ετών γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η σκελετική υγεία και απόδοση είναι απόρροια πολλών διαπλεκόμενων παραγόντων (Granic et al., 2019).

Νεότερα δεδομένα δείχνουν ότι η απώλεια μυϊκής σκελετικής μάζας είναι μεγαλύτερη σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II συγκριτικά με άτομα ίδιας ηλικίας με φυσιολογικό γλυκαιμικό προφίλ (DeFronzo et al., 2015; Goodpaster et al., 2006; Nathan, 2015). Η αντίσταση στην ινσουλίνη δυσχεραίνει το έργο της πρωτεϊνοσύνθεσης με αποτέλεσμα την προοδευτική απώλεια μυϊκών ινών. Η απώλεια αυτή σε συνδυασμό με την ατροφία μυϊκών ινών τύπου II λόγω γήρατος οδηγεί άτομα προχωρημένης ηλικίας σε συνθήκες σαρκοπενίας και αδυναμίας (Park et al., 2006; Park et al., 2009). Η διατήρηση της μυϊκής μάζας είναι απαραίτητη για τη γλυκαιμική ομοιόσταση και την αναχαίτιση μιας χρόνιας μεταβολικής νόσου προ των πυλών (Argyropoulou, 2022).

Η αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης αποτελεί μία σημαντική κλινική παράμετρο για ασθενείς με νευρολογικά και μυοσκελετικά προβλήματα, ιδίως πριν και μετά την εφαρμογή παρεμβατικών προγραμμάτων ώστε να ποσοτικοποιηθεί η πρόοδος των συμμετεχόντων/-χουσών (Chamorro et al., 2017). Η ισοκινητική δυναμομετρία αποτελεί το «χρυσό εργαλείο» στη μυϊκή αξιολόγηση καθώς υπολογίζει τη μέγιστη ροπή που δύναται να αναπτύξει μία άρθρωση σε όλο το εύρος της



κίνησης. Αποτελεί μία ασφαλή μέθοδο αξιολόγησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από παιδιά μέχρι και ασθενείς σε φάση αποκατάστασης (Dvir & Müller, 2019). Η αξιολόγησή της μπορεί να προλάβει μυϊκούς τραυματισμούς και την απαρχή μυϊκών ατροφιών που θα καθηλώσουν το άτομο (De Ste Croix, Deighan, & Armstrong; 2003).

Οι μεταβολές που επέρχονται στο μυοσκελετικό σύστημα λόγω ηλικίας χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης όπως και η παράμετρος της διατροφής με έμφαση στην πρωτεϊνική πρόσληψη. Οι ηλικιωμένοι χρειάζονται περισσότερη πρωτεΐνη για την αντιστάθμιση φλεγμονωδών και καταβολικών καταστάσεων που σχετίζονται με χρόνιες και οξείες ασθένειες (Argyropoulou, 2022), πόσο μάλλον ηλικιωμένα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II. Η μέχρι τώρα διαθέσιμη βιβλιογραφία κάνει λόγο για γενικές διατροφικές συστάσεις, όμως η ανάγκη για εξειδικευμένα διατροφικά προγράμματα με έμφαση στην πρωτεϊνική πρόσληψη κρίνεται αναγκαία. Μέσα από προσεγμένα διατροφικά προγράμματα άνθρωποι από την ηλικία των 50 ετών και άνω με συνοδά προβλήματα όπως ο σακχαρώδης διαβήτης θα έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τη φυσική τους κατάσταση και ως εκ τούτου την ποιότητα της ζωής τους.

### **1.1. Σκοπός της έρευνας**

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί να εξετάσει την επίδραση της αυξημένης διαιτητικής πρόσληψης πρωτεϊνών στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη άνω και κάτω άκρων, την ισοκινητική ροπή των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων και τη λειτουργική ικανότητα ενηλίκων μεγαλύτερης ηλικίας που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (μη ινσουλινοεξαρτώμενων). Μέσω της διατροφής η μεγαλύτερη πρόσληψη πρωτεΐνης από τη συνιστώμενη για άτομα όψιμης ηλικίας με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II θα οδηγήσει σε διόρθωση της διαιτητικής οδηγίας που θα συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων αυτών.

### **1.2. Ερευνητικές υποθέσεις**

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη των 1,2-1,6 g/kgρ σωματικής μάζας/ημέρα πρωτεΐνης σε υγιείς και μη ηλικιωμένους φαίνεται να συμβάλλει στην επιβράδυνση της απώλειας των μυών και στη βελτίωση των μετρήσεων της μυϊκής δύναμης και λειτουργικότητας (Argyropoulou et al., 2021; Bauer et al., 2013; Deer & Volpi, 2015; Deutz et al., 2013; Paddon-Jones & Leidy, 2014; Volpi et al., 2013). Με δεδομένο πως η ομάδα παρέμβασης της παρούσας εργασίας καταναλώνει πρωτεΐνη που αντιστοιχεί σε 1,5g/kgρ σωματικής μάζας/ημέρα εντός 12 εβδομάδων

σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου η οποία καταναλώνει 0,8-1,0g/kgf σωματικής μάζας/ημέρα, αναμένουμε τα εξής:

**A)** Η ερευνητική ομάδα θα μειώσει το ποσοστό της λιπώδους σωματικής μάζας και θα αυξήσει την άλιπη σωματική μάζα. Στη μελέτη των Houston και συν., (2008) φάνηκε πως όσοι ηλικιωμένοι κατανάλωναν  $1,2 \pm 0,4$ g/kg/ημέρα πρωτεΐνης έχασαν λιγότερη άλιπη μάζα σώματος σε διάστημα τριών ετών συγκριτικά με συνομηλίκους που κατανάλωναν 0,8g/kg/ημέρα πρωτεΐνης.

**B)** Η ερευνητική ομάδα θα σημειώσει μεγαλύτερη βελτίωση στα τεστ αξιολόγησης δύναμης (χειροδυναμόμετρηση, δύναμη άνω και κάτω άκρων, σύγκεντρη ισοκινητική δυναμομέτρηση πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων).

**Γ)** Η ερευνητική ομάδα θα επιτύχει καλύτερες επιδόσεις στα λειτουργικά τεστ αξιολόγησης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1. Σακχαρώδης διαβήτης

#### 2.1.1. Ορισμός του σακχαρώδους διαβήτη και επιπολασμός της νόσου

Ο σακχαρώδης διαβήτης αποτελεί ένα χρόνια πρόβλημα υγείας που ταλανίζει εκατομμύρια ανθρώπους σε παγκόσμια κλίμακα. Επρόκειτο για μία εκφυλιστική παθολογική κατάσταση κατά την οποία απορρυθμίζεται ο μεταβολισμός των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών (DeFronzo et al., 2015). Η ανεπαρκής έκκριση ινσουλίνης θεωρείται η πηγή του προβλήματος. Η ινσουλίνη, δεσμευτική ορμόνη της γλυκόζης, είτε δεν παράγεται σε επαρκείς ποσότητες από το πάγκρεας είτε οι ανάγκες του οργανισμού είναι τόσο αυξημένες που δε δύναται να καλυφθούν με την εκκρινόμενη ποσότητα αυτής (Nathan, 2015). Ο σακχαρώδης διαβήτης μπορεί να διακριθεί σε σακχαρώδη διαβήτη τύπου I, τύπου II, προδιαβήτη, διαβήτη κύησης και σε άλλους ειδικούς τύπους. Παρά τις πολυεπίπεδες διαφορές μεταξύ τους έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό, την υπεργλυκαιμία, δηλαδή αυξημένες τιμές σακχάρου στο αίμα (Argyropoulou et al., 2022; DeFronzo et al., 2015; Nathan, 2015).

Σύμφωνα με πρόσφατα διεθνή στατιστικά στοιχεία ένας στους 11 ενήλικες πάσχει από σακχαρώδη διαβήτη, ενώ μέχρι το 2040 θα νοσεί ένας στους δέκα (Μήτρου, 2017). Η Διεθνή Ομοσπονδία για το διαβήτη εκτιμά πως το 87%-91% του συνόλου των ανθρώπων με διαβήτη πάσχει από σακχαρώδη διαβήτη τύπου II, το 7%-12% από σακχαρώδη διαβήτη τύπου I και το 1%-3% από άλλους σπάνιους τύπους διαβήτη. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός πως ένας στους δύο ενήλικες παραμένει αδιάγνωστος. Τα συγκεκριμένα στατιστικά στοιχεία είναι πολύ σημαντικά αν λάβει κανείς υπόψη το υψηλό υγειονομικό κόστος περίθαλψης αλλά και τον υψηλό δείκτη νοσηρότητας και θνητότητας (Μήτρου, 2017). Σε επίσημη καταγραφή από τη Διεθνή Ομοσπονδία Διαβήτη το 2015 απεβίωσαν 5 εκατομμύρια άνθρωποι, δηλαδή ένας θάνατος κάθε έξι δευτερόλεπτα, όταν ετησίως πεθαίνουν 1,5 εκατομμύρια άνθρωποι από HIV/AIDS ή φυματίωση και 0,6 εκατομμύρια από ελονοσία. Επιπλέον εκτιμάται πως οι περισσότερες χώρες δαπανούν το 5%-20% των κρατικών εσόδων στην υγεία του διαβήτη. Με τόσο υψηλό κόστος σε χρήμα και ανθρώπινες ζωές ο σακχαρώδης διαβήτης αποτελεί ένα μείζον πρόβλημα για τα υγειονομικά συστήματα (Μήτρου, 2017).

### 2.1.2. Σακχαρώδης διαβήτης τύπου II και ευπαθείς ομάδες

Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II έχει τεθεί στο μικροσκόπιο των περισσότερων ερευνητικών εργασιών αφενός γιατί ο επιπόλασμός του είναι υψηλότερος από κάθε άλλο τύπο διαβήτη και αφετέρου επειδή η πορεία και η εξέλιξή του δεν εξαρτάται μόνο από γενετικά προκαθορισμένα κριτήρια αλλά κυρίως από το σύγχρονο τρόπο ζωής, τις θεραπευτικές παρεμβάσεις, τη διατροφή και την άσκηση (Argyropoulou et al., 2022; Nathan, 2015; Μήτρου, 2017).

Έχει αποδειχθεί ερευνητικά πως όταν η μητέρα πάσχει από σακχαρώδη διαβήτη τύπου II οι πιθανότητες μεταβίβασης της νόσου στο έμβρυο αυξάνονται δραματικά. Το ίδιο δε φαίνεται να συμβαίνει στην περίπτωση που ο πατέρας φέρει τη συγκεκριμένη ασθένεια (Groop et al., 1996 όπως αναφ. σε DeFronzo et al., 2015). Επίσης αυξημένο ρίσκο εμφάνισης σακχαρώδους διαβήτη τύπου II φέρουν όσοι/-ες εμφανίζουν δείκτη μάζας σώματος  $\geq 30$  (kg/m<sup>2</sup>), δηλαδή όσοι/-ες εμπίπτουν στις κατηγορίες του/της υπέρβαρου/-ης και του/της παχύσαρκου/ης αλλά και όσοι/-ες παρουσιάζουν μη φυσιολογικές τιμές γλυκόζης στο αίμα μετά από νηστεία, συγκεντρώσεις δηλαδή  $> 5,5$  mmol l<sup>-1</sup> (Lyssenko et al., 2005). Οι DeFronzo et al., (2015) κατέγραψαν τους παράγοντες εκείνους που φαίνεται να προκαλούν ή να επιταχύνουν την εμφάνιση σακχαρώδους διαβήτη τύπου II. Ειδικότερα αναφέρεται πως άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, με μεταβολικό σύνδρομο, με καρδιολογικής φύσεως προβλήματα, γυναίκες με σύνδρομο πολυκυστικών ωοθηκών, άτομα με καθιστική ζωή, με φτωχή ποιότητα διατροφής και με απορρυθμισμένο πρόγραμμα ύπνου, καπνιστές, νεογνά άνω των 4kgg συγκαταλέγονται στις ευάλωτες κοινωνικά ομάδες που εν δυνάμει μπορούν να εμφανίσουν σακχαρώδη διαβήτη τύπου II.

### 2.1.3. Παθοφυσιολογία της νόσου

Ποικίλες είναι οι παθοφυσιολογικές διαταραχές που πυροδοτούνται από το σακχαρώδη διαβήτη τύπου II. Επρόκειτο για μία πολύπλοκη μεταβολική νόσο που απορρυθμίζει τα α- και β-κύτταρα του παγκρέατος, του μυϊκού ιστού, του ήπατος, του λιπώδους ιστού, του γαστρεντερικού σωλήνα, των νεφρών και του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ). Βιβλιογραφικά, οι διαταραχές αυτές αναφέρονται ως «δυσοίωνα οκτάδα» ή «ominus octet» (DeFronzo et al., 2015; Μήτρου, 2017).

Στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου II, όπως συμβαίνει και στην παχυσαρκία, υπάρχει αντίσταση του μυϊκού και του λιπώδους ιστού στην αγγειοδιασταλτική δράση της ινσουλίνης με αποτέλεσμα την επιδείνωση του μεταβολισμού της γλυκόζης στους περιφερικούς ιστούς αλλά

και τη διαταραχή των ενζύμων (HSL και LPL) που συμμετέχουν στο μεταβολισμό των λιπιδίων. Από την άλλη πλευρά, ο γαστρεντερικός σωλήνας εκκρίνει μεταξύ πολλών τα πεπτίδια: Glucagon-like peptide 1 (GLP-1) και Glucose-dependent insulintropic peptide (GIP), γνωστά και ως ινκρετίνες. Το GLP-1 δρα στα β-κύτταρα όπου διεγείρει την έκκριση ινσουλίνης καθώς και στα α-κύτταρα για καταστολή της γλυκαγόνης. Επειδή οι δράσεις αυτές εξαρτώνται από τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου II η απάντηση των κυττάρων του παγκρέατος στο GLP-1 είναι παθολογική και προκαλεί υπο-ινσουλιναίμια και υπερ-γλυκαγοναιμία.

Όσον αφορά τα νεφρά στα υγιή άτομα το 99% της γλυκόζης επαναρροφάται και επιστρέφει στην κυκλοφορία του αίματος. Στα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II ο μηχανισμός αυτός, της αυξημένης επαναρρόφησης γλυκόζης, αντί να επιτρέψει στα νεφρά να αποβάλλει την περιττή συγκέντρωση γλυκόζης τη συγκρατεί επιδεινώνοντας την υπεργλυκαιμία.

Τέλος, σπουδαίο ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού κατέχει το ΚΝΣ. Ο υποθάλαμος επηρεάζει την έκκριση ινσουλίνης και την ενδογενή παραγωγή γλυκόζης συντονίζοντας στο ήπαρ τις δράσεις ινσουλίνης-γλυκόζης-ελεύθερων λιπαρών οξέων. Μειωμένη δράση ινσουλίνης στον υποθάλαμο μπορεί να οδηγήσει σε υπερφαγία και μακροπρόθεσμα σε παχυσαρκία. Το συμπαθητικό και το παρασυμπαθητικό σύστημα από την άλλη, μέσω των νευρικών οδών και των συνάψεων, ρυθμίζουν το μεταβολισμό της γλυκόζης ελέγχοντας είτε την έκκριση ινσουλίνης – γλυκαγόνης είτε την ηπατική παραγωγή γλυκόζης» (Μήτρου, 2017). Συνεπώς, το απορρυθμισμένο γλυκαιμικό προφίλ είναι απόρροια πολλαπλών παθοφυσιολογικών διαταραχών που χρήζουν περαιτέρω επιστημονικής διερεύνησης.

#### **2.1.4. Σακχαρώδης διαβήτης και φλεγμονή**

Η έρευνα των Mesinovic et al., (2019) έχει δείξει ότι άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις φλεγμονωδών δεικτών. Εκείνοι που συσχετίζονται θετικά με την ινσουλινοαντίσταση και με τη λιπώδη μάζα είναι η ιντερλευκίνη-6 (IL-6), ο παράγοντας νέκρωσης όγκου-άλφα (TNF-a) και η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP). Οι περισσότερες έρευνες που αξιολογούν τη μυϊκή μάζα και δύναμη έχουν εστιάσει στην IL-6 επειδή παράγεται τόσο από το σπλαχνικό λιπώδη ιστό όσο και από μυοκύτταρα κατά τη διάρκεια της άσκησης. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις της IL-6 διευκολύνουν τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στο σώμα και συμβάλλουν στη μυϊκή υπερτροφία (Argyropoulou et al., 2022). Ωστόσο η υψηλή συγκέντρωσή

της έχει αποδειχθεί να συσχετίζεται αρνητικά αφενός με τη μυϊκή δύναμη σε υπέρβαρους-παχύσαρκους ηλικιωμένους (Mesinovic et al., 2019) και σε υγιείς τρίτης ηλικίας (Park et al., 2007), αφετέρου με τη μυϊκή μάζα σε διαβητικούς ηλικιωμένους (Mesinovic et al., 2019). Συνεπώς, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II πέρα από χρόνια εκφυλιστική ασθένεια (Nathan, 2015) σχετίζεται με χρόνια συστηματική φλεγμονή που επηρεάζει δυσμενώς τη γλυκόζη και την ομοιόσταση των μυών.

### **2.1.5. Σακχαρώδης διαβήτης και γήρας**

Το γήρας και ο σακχαρώδης διαβήτης έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό, το αυξημένο οξειδωτικό στρες, δηλαδή ελεύθερες ρίζες μέσα στον οργανισμό που δύνανται να επηρεάσουν τα δορυφορικά κύτταρα καταστρέφοντας το DNA τους (Scicchitano et al., 2018). Ερευνητικά έχει αποδειχθεί ότι ηλικιωμένα άτομα έχουν έως και 50% χαμηλότερη οξειδωτική ικανότητα και είναι επιρρεπείς σε μεταλλάξεις του μιτοχονδριακού DNA συγκριτικά με τους νεότερους (Mesinovic et al., 2019). Επιπλέον η παρουσία του σακχαρώδους διαβήτη επιφέρει μικροαγγειακές και μακροαγγειακές επιπλοκές. Η χρόνια υπεργλυκαιμία, οι υψηλοί φλεγμονώδεις δείκτες και το οξειδωτικό στρες εκφυλίζουν την αγγείωσή των ιστών. Με άλλα λόγια, οι ιστοί δε λαμβάνουν θρεπτικά συστατικά, δεν είναι σε θέση να αποβάλλουν τα “απορρίμματα” τους και δεν οξυγονώνονται επαρκώς. Το αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η διακοπή κυτταρικών οδών όπως συμβαίνει στη μυοπάθεια και στη σαρκοπενία (Argyropoulou et al., 2022).

Σε ηλικιωμένα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση της σκελετικής μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης και της λειτουργικής ικανότητάς συγκριτικά με άτομα ίδιας ηλικίας με φυσιολογικό γλυκαιμικό προφίλ (Park et al., 2006; 2009). Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες μεταξύ διαβητικών και μη. Συγκεκριμένα, άνθρωποι με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II έχουν τριπλάσια πιθανότητα να εμφανίσουν χαμηλή μυϊκή μάζα (Kim et al., 2010; 2014) και αυξημένο ενδομυϊκό λίπος συγκριτικά με μη διαβητικούς (Fielding et al., 2011). Η μειωμένη μυϊκή δύναμη στα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη φαίνεται να σχετίζεται περισσότερο με το ενδομυϊκό αποθηκευμένο λίπος και λιγότερο με τα χαμηλά επίπεδα σωματικής άσκησης και με τα χαμηλά επίπεδα αναβολικών ορμονών (ινσουλινικού αυξητικού παράγοντα-1, τεστοστερόνης, γκρελίνης) (Park et al., 2006; 2009). Εν τούτοις ο πιο σημαντικός παράγοντας που ενισχύει τη σαρκοπενία στα διαβητικά άτομα είναι η απορρύθμιση της

γλυκόζης. Σε συνθήκες υπεργλυκαιμίας ο ανθρώπινος οργανισμός δέχεται μια σειρά από μεταβολικές αλλαγές που ενισχύουν χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις και οδηγούν σε προοδευτική μείωση της μυϊκής μάζας (Nomura et al., 2018; Umegaki, 2015). Από την άλλη πλευρά, σε συνθήκες υπογλυκαιμίας, η ανεπαρκής έκκριση ινσουλίνης ή η αντίσταση στην ινσουλίνη οδηγεί σε ανεπαρκή σύνθεση πρωτεϊνών και σε αυξημένη αποδόμηση μυϊκών πρωτεϊνών με αποτέλεσμα την εμφάνιση της σαρκοπενίας (Cui et al., 2020).

### **2.1.6. Ινσουλινοαντίσταση**

Η αντίσταση στην ινσουλίνη είναι το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα του σακχαρώδους διαβήτη που απορρυθμίζει το γλυκαιμικό προφίλ και ενισχύει τη σαρκοπενία στα διαβητικά άτομα. Η αντίσταση στην ινσουλίνη ορίζεται ως η μειωμένη απόκριση των ιστών (σκελετικού ιστού) στην ινσουλίνη και είναι το πρώτο εμφανές σύμπτωμα δεκαετίες πριν από τη δυσλειτουργία των β-κυττάρων (Argyropoulou et al., 2022). Συνεπώς, η αντίσταση στην ινσουλίνη μπορεί να αποτελέσει έναν προγνωστικό παράγοντα για την υγεία του σκελετικού μυός. Μία επιπλέον παράμετρος που αξιολογείται και συμβάλλει στον έλεγχο του γλυκαιμικού προφίλ είναι η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c). Η έρευνα των Yoon et al., (2016) έδειξε ότι άνδρες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II άνω των 65 ετών και με επίπεδα HbA1c  $\geq 8.5\%$  εμφάνισαν μειωμένη φυσική απόδοση. Ανάλογο εύρημα απαντάται στη μελέτη των Kalyani et al., (2015) όπου η ισχύς έκτασης γονάτου ήταν χαμηλότερη στα άτομα με αυξημένα επίπεδα HbA1c. Όταν το γλυκαιμικό ισοζύγιο παρουσιάζει ανισορροπίες, δηλαδή όταν η πρωτεϊνική αποδόμηση δεν ακολουθεί τους ρυθμούς της πρωτεϊνικής σύνθεσης, ο οργανισμός οδηγείται σε καταβολική κατάσταση με άμεση συνέπεια την απώλεια μυϊκής μάζας (Argyropoulou et al., 2022).

## **2.2. Σαρκοπενία**

### **2.2.1. Ορισμός της σαρκοπενίας**

Γλωσσολογικά, η σαρκοπενία σχηματίζεται από τις λέξεις «σαρξ» και «πενία», δηλαδή φτωχή μυϊκή μάζα. Επρόκειτο για μία ασθένεια των μυών σύμφωνα με την οποία άτομα είτε προχωρημένης είτε σχετικά νεότερης ηλικίας παρουσιάζουν προοδευτική απώλεια μυϊκής μάζας, δύναμης και λειτουργικότητας (Argyropoulou et al., 2022; Bloom et al., 2018; Granic, Sayer, & Robinson, 2019). Δεν υπάρχει ένας παγκόσμιος αποδεκτός ορισμός και αυτό αποδίδεται στη

μεγάλη ετερογένεια της επιδημιολογίας, της αιτιολογίας και των συνεπειών που φέρει η συγκεκριμένη παθολογική κατάσταση (Bachettini et al., 2020). Ερευνητικά έχει αποδειχθεί ότι μετά την ηλικία των 60 ετών η μυϊκή μάζα μειώνεται κατά 3% σε ετήσια βάση. Στη φυσιολογία αυτό σημαίνει ότι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής τύπου II μετατρέπονται σε μυϊκές ίνες βραδείας συστολής τύπου I σε συνδυασμό με μικρότερη επιστράτευση κινητικών μονάδων για την εκτέλεση οποιασδήποτε εκούσιας κίνησης και τη συσσώρευση ενδομυϊκού λίπους (McGregor, Cameron-Smith, & Poppit, 2014; Koster et al., 2011). Φυσικά, η μυϊκή έκπτωση της δύναμης και της ισχύς παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα ανάλογα με τον τρόπο ζωής των ανθρώπων, τα επίπεδα της σωματικής τους άσκησης, τη διατροφή και την παρουσία/απουσία λοιπών παθολογικών καταστάσεων (Granic et al., 2019). Παρόλο που η σαρκοπενία είναι μια πολυπαραγοντική κατάσταση η εξέλιξη της σχετίζεται με την ηλικία (γήρανση) και για αυτό συγκαταλέγεται στα γηριατρικά σύνδρομα (Argyropoulou et al., 2022; Cruz-Jentoft et al., 2010).

Η σαρκοπενία μπορεί να κατηγοριοποιηθεί και να μελετηθεί ανάλογα με τα εκάστοτε κριτήρια αξιολόγησης. Πιο συγκεκριμένα, όταν η σαρκοπενία είναι απόρροια της σταδιακής εκφύλισης των μυϊκών ιστών λόγω γήρατος θεωρείται «πρωτογενής» ενώ όταν προκύπτει από άλλες αιτίες ονομάζεται «δευτερογενής» (Argyropoulou et al., 2022). Λαμβάνοντας υπόψη τα τρία βασικά διαγνωστικά κριτήρια για τη σαρκοπενία (χαμηλή μυϊκή μάζα/μυϊκή δύναμη/φυσική απόδοση) προκύπτουν τρεις επιπλέον κατηγοριοποιήσεις. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας για τη σαρκοπενία σε ηλικιωμένους (EWGSOP) όταν ένα άτομο εμφανίσει μόνο χαμηλή μυϊκή μάζα, συγκριτικά με την ηλικιακή του νόρμα, βρίσκεται στο στάδιο της «προσαρκοπενίας». Εάν η κατάσταση εξελιχθεί και παρουσιάσει είτε χαμηλή μυϊκή δύναμη είτε χαμηλή φυσική απόδοση γίνεται λόγος για «σαρκοπενία». Το τρίτο στάδιο είναι η «σοβαρή σαρκοπενία» όπου το άτομο πληροί όλα τα διαγνωστικά κριτήρια (Bachettini et al., 2020). Ακόμη έρχεται να προστεθεί η «οξεία» και «χρόνια σαρκοπενία», μία καινούρια κατηγοριοποίηση από την EWGSOP η οποία θέτει ως κριτήριο διαχωρισμού τη διάρκεια της ασθένειας. Η «οξεία σαρκοπενία» είναι μια παροδική, όχι περισσότερο από 6 μήνες διάρκειας, ασθένεια. Από την άλλη πλευρά, η «χρόνια σαρκοπενία» αφορά πιο μακροπρόθεσμες και προοδευτικές καταστάσεις και συνήθως συνδέεται με άλλες ασθένειες όπως παχυσαρκία, διαβήτης και καχεξία (Argyropoulou et al., 2022).



### 2.2.2. Διαγνωστικά κριτήρια σαρκοπενίας

Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει μία σημαντική ερευνητική δραστηριοποίηση σχετικά με την εμφάνιση και την αντιμετώπιση της σαρκοπενίας. Ειδικότερα η EWGSOP, η Διεθνής Ομάδα Εργασίας για τη σαρκοπενία (IWGS), η Ασιατική Ομάδα Εργασίας για τη σαρκοπενία (AWGS) και το Αμερικανικό Ίδρυμα για τα Εθνικά Ινστιτούτα Υγείας (FNIH) πραγματοποιούν μελέτες και προσπαθούν να προσδιορίσουν με ακρίβεια και σαφήνεια τα διαγνωστικά κριτήριά της (Paradouroulou, 2020). Παρόλα αυτά δεν υπάρχουν κοινά διαγνωστικά κριτήρια και όπως αναφέρει η Bachettini και οι συν. της η παρουσία ενός έγκυρου και πλήρους διαγνωστικού διαγράμματος είναι απαραίτητη. Η EWGSOP (2) μέσα από επιστημονικά και κλινικά δεδομένα της τελευταίας δεκαετίας παρουσίασε συγκεντρωτικά τα πιο σημαντικά διαγνωστικά κριτήρια της σαρκοπενίας καθώς και τις μεθόδους αξιολόγησής τους (Πίνακας 1) (Cruz-Jentoft et al., 2019).

**Πίνακας 1.** Διαγνωστικά κριτήρια σαρκοπενίας (EWGSOP 2)

<b>Μυϊκή μάζα</b>	
<b>Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά</b>	Περιφέρεια κνήμης <31cm (άνδρες: <32cm και γυναίκες: <18cm)
<b>Βιοηλεκτρική εμπέδηση (BIA)</b>	Τύπος πρόβλεψης μυϊκής μάζας: σκελετική μάζα/ύψος <sup>2</sup> (άνδρες: 8,87kg/m <sup>2</sup> και γυναίκες 6,42kg/m <sup>2</sup> ) Δείκτης Σκελετικής Μάζας: Απόλυτη μυϊκή μάζα/ύψος <sup>2</sup> (NHANES III) Άνδρες: σοβαρή σαρκοπενία ≤ 8,50kg/m <sup>2</sup> , μέτρια σαρκοπενία 8,51-10,75kg/m <sup>2</sup> , κανονική μυϊκή μάζα ≥ 10,76kg/m <sup>2</sup> Γυναίκες: σοβαρή σαρκοπενία ≤5,75kg/m <sup>2</sup> , μέτρια σαρκοπενία 5,76-6,75kg/m <sup>2</sup> , κανονική μυϊκή μάζα ≥ 6,76kg/m <sup>2</sup>
<b>Απορροφησιομετρία διπλής ενέργειας (DXA)</b>	Δείκτης σκελετικής μυϊκής μάζας: Περιφερική σκελετική μυϊκή μάζα/ ύψος <sup>2</sup> (άνδρες: 7,0kg/m <sup>2</sup> και γυναίκες: 5,5kg/m <sup>2</sup> )
<b>Μυϊκή Δύναμη</b>	
<b>Δύναμη χειρολαβής (χειροδυναμόμετρο)</b>	Άνδρες: <27kg και Γυναίκες: <16kg
<b>Δύναμη τετρακεφάλων (sit to stand test)</b>	>15s για 5 «σηκώματα»
<b>Μυϊκή Λειτουργία</b>	
<b>Short Physical Performance Battery</b>	≤8
<b>Ταχύτητα βάρδισης για 6μ.</b>	<0,8m/s
<b>Get up and go test</b>	>20s
400μ. βάρδιση	Μη ολοκλήρωση ή ≥ 6min για ολοκλήρωση

Όσον αφορά την αξιολόγηση της μυϊκής μάζας σε κλινικές μελέτες η ανάλυση της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA) και η απορροφησιμετρία ακτίνων διπλής ενέργειας (DXA) θεωρούνται οι πιο έγκυρες και αξιόπιστες (Bloom et al., 2018). Ακόμη σε ερευνητικές μελέτες συστήνεται η χρήση μαγνητικής τομογραφίας (MRI) και υπολογιστικής τομογραφίας (CT) για πιο ακριβή αποτελέσματα (Papadopoulou, 2020). Τέλος η μέτρηση της μυϊκής μάζας μέσω της δευτεριωμένης κρεατίνης (D3Cr) μπορεί να υπολογίσει αξιόπιστα τη μυϊκή μάζα και να δώσει πληροφορίες σχετικά με τη φυσική κατάσταση του ατόμου (Argyropoulou et al., 2022).

### **2.2.3. Σαρκοπενία και εκφυλιστικά μυϊκά σύνδρομα**

Κατά καιρούς η σαρκοπενία έχει συνδεθεί με άλλες μυϊκές παθήσεις, όπως η καχεξία και η αδυναμία. Παρόλο που εμφανίζουν κοινά στοιχεία, διαφοροποιούνται ως προς τις αιτίες πρόκλησής τους και τη μετέπειτα κλινική τους εικόνα (Argyropoulou et al., 2022). Ειδικότερα, η σαρκοπενία προκαλείται συνήθως από συνδυασμούς παραγόντων που επηρεάζουν δυσμενώς τη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη και τη λειτουργία των σκελετικών μυών (Bachettini et al., 2020). Οι παράγοντες που την πυροδοτούν συσχετίζονται με την άσκηση, τη διατροφή, το γενετικό υπόβαθρο, την ηλικία και άλλα (Papadopoulou, 2020; Sayer et al., 2008). Η καχεξία, εν αντιθέσει, προκαλείται από σοβαρές ασθένειες όπως ο καρκίνος ή η ανεπάρκεια οργάνων. Οι καχεκτικοί ασθενείς μπορούν να είναι και σαρκοπενικοί (δευτερογενής σαρκοπενία), το αντίστροφο όμως δε μπορεί να ισχύσει. Μία σημαντική διαφορά μεταξύ αυτών των δύο παθήσεων σχετίζεται με τη σωματική μάζα. Οι καχεκτικοί ασθενείς οδηγούνται σε σοβαρή απώλεια αυτής ενώ οι σαρκοπενικοί ενδέχεται να μην παρουσιάσουν καμία μεταβολή. Ωστόσο, στη σαρκοπενία η αναλογία λιπώδους με άλιπης μυϊκής μάζας αυξάνει μέσω της συσσώρευσης σπλαχνικού και ενδομυϊκού λίπους (σαρκοπενική παχυσαρκία). Αυτό πρακτικά σημαίνει πως δεν αλλάζει η σωματική μάζα αλλά η ποιότητα σύνθεσής της με δυσμενείς συνέπειες στην υγεία του ατόμου (Weidmer et al., 2020; Cruz-Jentoft et al., 2019).

Μετά την ηλικία των 50 ετών ξεκινά μία προοδευτική έκπτωση της φυσικής κατάστασης και της λειτουργικότητας του ατόμου. Η ομοιόσταση και η ανοχή του οργανισμού σε στρεσογόνες καταστάσεις όπως είναι η άσκηση αρχίζουν με την πάροδο του χρόνου να εξασθενούν. Η κατάσταση αυτή αποκαλείται «Αδυναμία», εκλαμβάνεται ως γηριατρικό σύνδρομο και συνδέεται άμεσα με τη νοσηλεία και τη θνησιμότητα. Η σαρκοπενία και η αδυναμία είναι δύο παθήσεις που συνυπάρχουν σε άτομα προχωρημένης ηλικίας (Argyropoulou et al., 2022).

#### 2.2.4. Παθοφυσιολογία της σαρκοπενίας

Η γνώση για την επιδημιολογική και κλινική εικόνα της σαρκοπενίας προϋποθέτει την κατανόησή των παθοφυσιολογικών παραγόντων που την προκαλούν. Παρουσιάζει σύνθετη αιτιολογία και αυτό γιατί παράγοντες όπως η ακινησία ή η μειωμένη σωματική δραστηριότητα (Montero-Fernández & Serra-Rexach, 2013; Marzetti et al., 2017), η μειωμένη πρωτεϊνική σύνθεση (Cuthbertson et al., 2005; Breen & Phillips, 2011; Burd, Gorissen, & van Loon, 2013), οι νευροεκφυλιστικές διαδικασίες (Fielding et al., 2011), η μιτοχονδριακή δυσλειτουργία (Dela & Helge, 2013; Joseph, Adhietty, & Leeuwenburgh, 2016), το οξειδωτικό στρες (Gomes et al., 2017; Joseph et al., 2016), η χρόνια φλεγμονώδης κατάσταση (Batsis et al., 2016; Beyer, Mets, & Bautmans, 2012), υποκείμενες συνοσηρότητες (Bianchi & Volpato, 2016; Springer, J., Springer, J.I., & Anker, 2017) και άλλοι ενδοκρινικοί παράγοντες που σχετίζονται με το γήρας (Alemán-Mateo et al., 2014; Dela & Helge, 2013) την επηρεάζουν άμεσα. Η ατροφία των μυϊκών ινών, κυρίως των ινών ταχείας συστολής τύπου II, οφείλεται σε α) μείωση της ποσότητάς τους, κάποιες από αυτές μάλιστα μετατρέπονται σε μυϊκές ίνες βραδείας συστολής τύπου I, β) του μεγέθους τους και γ) του αριθμού των μιτοχονδρίων τους (Granic et al., 2019). Επιπλέον η ακινησία ή η μειωμένη φυσική δραστηριότητα εντείνει την ατροφία και τη συσσώρευση ενδομυϊκού λίπους (Volpi et al., 2013).

Σημαντικές είναι και οι ορμονικές αλλαγές που παρατηρούνται με την πάροδο της ηλικίας τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες. Συγκεκριμένα, τα χαμηλά επίπεδα της αυξητικής ορμόνης, της τεστοστερόνης, των θυροειδικών ορμονών και του ινσουλινικού αυξητικού παράγοντα οδηγούν σε μείωση της μυϊκής μάζας και της μυϊκής δύναμης (Alemán-Mateo et al., 2014; Wolfe, 2000).

Η διατροφή αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα που επηρεάζει την εμφάνιση και την εξέλιξη της σαρκοπενίας (Argyropoulou et al., 2022). Η κατανάλωση πρωτεϊνών, πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας (LCPUFAs), αντιοξειδωτικών και τροφών πλούσιων σε βιταμίνη D αποτελούν τις κύριες διατροφικές παρεμβάσεις σε σαρκοπενικούς ασθενείς προκειμένου το πρωτεϊνικό ισοζύγιο να διατηρείται σταθερό (Bloom et al., 2108).

Τέλος, το γενετικό υπόβαθρο φαίνεται να καθορίζει σε κάποιο βαθμό τη δομή, τη λειτουργία και το μεταβολισμό των μυϊκών ινών. Συνεπώς, η σαρκοπενία μπορεί να επηρεαστεί από τη γενετική πληροφορία και να εξελιχθεί ανάλογα με την υποκείμενη κατάσταση του ατόμου (Sayer et al., 2008).

### **2.2.5. Σαρκοπενία: ένα γηριατρικό σύνδρομο**

Η σαρκοπενία αντιμετωπίζεται ως γηριατρικό σύνδρομο καθώς η δυσλειτουργία των σκελετικών μυών και η λειτουργική παρακμή των ατόμων προχωρημένης ηλικίας είναι απόρροιες των κύριων, ανταγωνιστικών και ολοκληρωμένων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της γήρανσης (Argyropoulou et al., 2022).

Σύμφωνα με τους Wiedmer et al., (2020) και López-Otín et al., (2013) τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα της γήρανσης αφορούν κυτταρικές βλάβες και περιλαμβάνουν: α) γονιδιωματική αστάθεια, β) φθορά τελομερών, γ) επιγενετική αλλοίωση και δ) απώλεια πρωτεόστασης. Η γήρανση των μυών επέρχεται μέσα από βλάβες του DNA, ιδίως στα δορυφορικά κύτταρα και στην ικανότητά τους να επιδιορθώνουν λανθασμένες αντιγραφές του γενετικού υλικού. Ακόμη, η φθορά των τελομερών που πραγματοποιείται στα δορυφορικά κύτταρα δυσχεραίνει την ικανότητα αναγέννησης υγιούς ιστού. Οι επιγενετικές αλλοιώσεις και συγκεκριμένα το πρότυπο μεθυλίωσης και τα είδη microRNA σχετίζονται με τη δυσλειτουργία των σκελετικών μυών. Επιπλέον η ατροφία των μυϊκών ινών συνδέεται με διαταραχές της πρωτεόστασης, σύμφωνα με την οποία ενδοκυτταρικές τροποποιήσεις πρωτεϊνών οδηγούν σε ενζυματικές δυσλειτουργίες και σε αυξημένη ευαισθησία του οξειδωτικού στρες.

Όσον αφορά τα ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της γήρανσης επρόκειτο για μεταβολικές αποκρίσεις που σχετίζονται με την ηλικία, όπως: α) εξασθενημένη λειτουργία της αυξητικής ορμόνης (GH) και του ινσουλινοαυξητικού παράγοντα-1 (IGF-1), β) μιτοχονδριακή δυσλειτουργία και γ) κυτταρική γήρανση. Όταν τα επίπεδα αυξητικής ορμόνης (GH) και ινσουλινοαυξητικού παράγοντα-1 (IGF-1) είναι χαμηλά αναστέλλεται η σύνθεση μυϊκών πρωτεϊνών. Από την άλλη πλευρά, σε ηλικιωμένους σκελετικούς μύες η παροχή ενέργειας από τα μιτοχόνδρια είναι ελάχιστη ενώ το ενδοκυτταρικό οξειδωτικό στρες αυξάνεται σημαντικά.

Οι φυσιολογικές συνέπειες όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της γήρανσης οδηγούν τα άτομα προχωρημένης ηλικίας σε λειτουργική παρακμή και σύμφωνα με τους ερευνητές συνθέτουν τα ολοκληρωμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της γήρανσης. Σε αυτό το επίπεδο η δραστηριότητα των βλαστικών κυττάρων και η μεταξύ τους ενδοκυτταρική επικοινωνία δυσχεραίνεται. Ελεύθερες οξειδωτικές ρίζες (ROS) και πιθανές χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις προάγουν τη «μεταδοτική γήρανση» από κύτταρο σε κύτταρο.

## **2.3. Διατροφική αντιμετώπιση σαρκοπενίας στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου II**

### **2.3.1. Η αξία της ισορροπημένης διατροφής**

Η διατροφή αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τροποποιήσιμους συμπεριφοριστικούς παράγοντες τόσο στη διαχείριση της μυϊκής μάζας και δύναμης, όσο και της λειτουργικότητάς του ατόμου. Η σωστή και ισορροπημένη διατροφή αποτρέπει, προλαμβάνει σοβαρές παθήσεις, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, διαβήτης και υπέρταση, ενώ συμμετέχει ενεργά στον τρόπο αντιμετώπισής τους και προάγει την ευζωία του ατόμου (Bloom et al., 2018; Volpi et al., 2013). Ο υποσιτισμός και η κατανάλωση τροφών χαμηλής διατροφικής αξίας διαταράσσουν την ομοιόσταση του οργανισμού και τον καθιστούν ευάλωτο σε παθογενείς καταστάσεις (Granic et al., 2019). Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα (Maastricht Sarcopenia Study) σαρκοπενικοί ενήλικες άνω των 65 ετών σημείωσαν α) 10-18% χαμηλότερη πρόσληψη θρεπτικών διατροφικών στοιχείων (n-3 λιπαρά οξέα, βιταμίνη 6, φολικό οξύ. Βιταμίνη E και μαγνήσιο), β) 7% χαμηλότερους βιοχημικούς δείκτες για το n-6 λιπαρό οξύ και γ) 27% υψηλότερα επίπεδα ομοκυστεΐνης συγκριτικά με μη σαρκοπενικούς ενήλικες, ίδιας ηλικιακής κατηγορίας και παρόμοιων ενεργειακών αναγκών (Borg et al., 2016). Συνεπώς, προκειμένου να αποφευχθούν ή/και να μετριαστούν καταστάσεις όπως σαρκοπενία (Baumann et al., 2016; Meng & Yu, 2010), ινσουλινική αντίσταση (Abbatecola et al., 2011; Boccardi & Paolisso, 2014; Cleasby et al., 2016), φλεγμονές και στρες (Cesari et al., 2004; Windham et al., 2016) κρίνεται απαραίτητη η τήρηση μιας πλούσιας διατροφής σε βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία. Η Μεσογειακή Διατροφή αποτελεί τον καταλληλότερο διατροφικό οδηγό για άριστη ποιότητα ζωής και μακροζωίας (Dietary Guidelines for Americans, 2018; Milaneschi et al., 2011; Shahar et al., 2012).

Με την πάροδο της ηλικίας οι ενεργειακές ανάγκες του εκάστοτε οργανισμού λιγοστεύουν για αυτό και σε ηλικιωμένους πληθυσμούς παρατηρείται το φαινόμενο παράληψης γευμάτων γνωστό και ως «ανορεξία της γήρανσης» (Argyropoulou et al., 2022). Άτομα προχωρημένης ηλικίας αντιμετωπίζουν δυσκολία στην παρασκευή των γευμάτων τους ενώ τις περισσότερες φορές η απώλεια γεύσης και όσφρησης, η δυσκολία της μάσησης και η μειωμένη λειτουργία του εντέρου ελαχιστοποιεί την όρεξη για κατανάλωση γεύματος (Volpi et al., 2013). Επιπροσθέτως τα ψυχολογικά και νευρολογικά προβλήματα όπως κατάθλιψη και άνοια αντίστοιχα, αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν δυσμενώς τη διατροφική πρόσληψη (Argyropoulou et al., 2022).

### 2.3.2. Διατροφή και σακχαρώδης διαβήτης τύπου II

Σε ηλικιωμένα σαρκοπενικά άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II η διατροφή κατέχει βαρυσήμαντο ρόλο. Με κατάλληλες διατροφικές παρεμβάσεις τα άτομα μπορούν είτε να αποβάλλουν το περιττό ενδοσπλαχνικό λίπος («σαρκοπενική παχυσαρκία») δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη της μυϊκής μάζας είτε να αυξήσουν την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων για διατήρηση και ανάπτυξη του σκελετικού συστήματος (Granic et al., 2019). Οι πιο ουσιαστικές διατροφικές παρεμβάσεις στο συγκεκριμένο προφίλ ασθενών είναι η πρόσληψη πρωτεϊνών, βιταμίνης D, αντιοξειδωτικών και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας (LCPUFAs) (Ter Borg et al., 2016; Welch, 2014).

Οι ηλικιωμένοι χρειάζονται μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεΐνης στο διατροφικό τους πρόγραμμα συγκριτικά με τους νεότερους ώστε να θωρακίσουν την υγεία τους, να διατηρήσουν τη λειτουργικότητά τους και να ενισχύσουν το ρυθμό αποκατάστασης μετά από κάποια ασθένεια (Deer & Volpi, 2015). Οι πρωτεΐνες της διατροφής παρέχουν αμινοξέα που είναι απαραίτητα για την πρωτεϊνική σύνθεση. Ειδικότερα τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας: λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη αυξάνουν τη σύνθεση πρωτεΐνης στους σκελετικούς μύες (Borack, Michael, & Volpi, 2016; Robinson et al., 2018). Στην έρευνα των Wilkinson και των συνεργατών του (2013) 2,5g κρυσταλλικής λευκίνης μπόρεσαν να αυξήσουν την αναβολική απόκριση σε ηλικιωμένους άντρες. Μάλιστα, σε παρεμβατική μελέτη δέκα ημερών βρέθηκε πως μέσω της συμπλήρωσης με β-υδροξυ-β-μεθυλοβουτυρικό (HMB), ενός μεταβολίτη λευκίνης ο οποίος συμβάλλει τόσο στη σύνθεση όσο και στη διάσπαση της πρωτεΐνης και η ποσότητά του φθίνει κατά τη γήρανση, υγιή ηλικιωμένα άτομα θα μπορούσαν να διατηρήσουν τη μυϊκή τους μάζα (Kuriyan et al., 2016). Τα συμπληρώματα HMB έχουν αποδειχθεί εξίσου ικανά στο να επιβραδύνουν τη μυϊκή απώλεια και να βελτιώνουν τη μυϊκή δύναμη ηλικιωμένων ατόμων (Wilkinson et al., 2013). Είναι πλέον αυταπόδεικτο πως η αναβολική αντίσταση αντιμετωπίζεται με αύξηση στην προσλαμβανόμενη ποσότητα πρωτεΐνης (Burd, Gorissen, & van Loon, 2013; Dickinson, Volpi, & Rasmussen, 2013).

Εξίσου σημαντικός παράγοντας για τη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση αποτελεί η πηγή των πρωτεϊνών (Argyropoulou et al., 2022). Ειδικότερα, οι ζωικές πρωτεΐνες επειδή περιέχουν λευκίνη σε μεγαλύτερη ποσότητα συγκριτικά με τις φυτικές ενισχύουν τις αναβολικές αντιδράσεις και εξασφαλίζουν την πρωτεϊνική ομοίωση (Robinson et al., 2018; van Vliet et al., 2015). Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι η υψηλής ποιότητας πρωτεΐνη (ζωϊκή πρωτεΐνη) και η

ποσότητα των 15-30g ενεργοποιούν το κατώφλι της πρωτεϊνοσύνθεσης σε άτομα προχωρημένης ηλικίας (Deutz & Wolfe, 2013; Luiking et al., 2014; Mamerow et al., 2014; Paddon-Jones & Leidy, 2014; Thalacker-Mercer & Drummond, 2014).

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης (Recommended Dietary Allowance –RDA) για όλους τους ενήλικες, ανεξαρτήτου φύλου και ηλικίας, είναι 0,8g/kg/ημέρα, δηλαδή το 10-35% της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης (Argyropoulou et al., 2022; Deer & Volpi, 2015; Volpi et al., 2013). Ωστόσο, στη μελέτη Health ABC φάνηκε πως όσοι ηλικιωμένοι κατανάλωναν  $1,2 \pm 0,4$ g/kg/ημέρα πρωτεΐνης έχασαν λιγότερη άλιπη μάζα σώματος σε διάστημα τριών ετών συγκριτικά με συνομηλικούς που κατανάλωναν 0,8g/kg/ημέρα πρωτεΐνης (Houston et al., 2008). Νεώτερα δεδομένα υποστηρίζουν ότι η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης σε υγιείς ηλικιωμένους πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1,2-1,6g/kg/ημέρα (Argyropoulou et al., 2022; Bauer et al., 2013; Deer & Volpi, 2015; Deutz et al., 2013; Paddon-Jones & Leidy, 2014; Volpi et al., 2013) ενώ σε άτομα με σοβαρή ασθένεια/τραυματισμό/σοβαρό υποσιτισμό η ποσότητά αυτή μπορεί να ανέλθει έως και τα 2,0g/kg/ημέρα (Bauer et al., 2013). Σε κάθε περίπτωση η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης επηρεάζεται από την ηλικία, το μεταβολισμό, την ανοσία, τα επίπεδα ορμονών ή την προοδευτική αδυναμία που σχετίζεται με τη γήρανση για αυτό και τα αποτελέσματα των ερευνών παρουσιάζουν τόση ανομοιομορφία (Argyropoulou et al., 2022). Η διεξαγωγή επίσης ερευνών που μελετούν τις συγκεντρώσεις νιτρικού οξέος ως δείκτη πρωτεϊνικής σύνθεσης είναι αρκετά απαιτητικές και χρονοβόρες με αποτέλεσμα να υπάρχει βιβλιογραφικό κενό σχετικά με τη βέλτιστη δοσολογία σε σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (Deer & Volpi, 2015; Papadopoulou, 2020; Robinson et al., 2012).

Τέλος, εκτός από το κομμάτι της δοσολογίας σημαντικό ρόλο κατέχει η χρονική στιγμή που θα καταναλωθεί μέσα στην ημέρα η πρωτεΐνη. Η έρευνα των Bouillanne και συνεργατών (2013) παρατήρησε πως όσοι/-ες συμμετέχοντες/-χουσεσ καταλάωναν μία σταθερή ποσότητα πρωτεΐνης ανά γεύμα μέσα στην ημέρα δεν παρουσίασαν εκπτώσεις στη φυσική τους κατάσταση σε αντίθεση με εκείνους/-ες που κατανάλωναν τη μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεΐνης στο μεσημεριανό. Ο ρυθμός της πρωτεϊνικής σύνθεσης αυξάνεται όταν επαρκή ποσότητα πρωτεΐνης διαμοιράζεται στα γεύματα παρά όταν προσλαμβάνεται μεμονωμένα. Συνεπώς, η συνολική ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης και οι διατροφικοί συνδυασμοί που τη συνθέτουν ανά γεύμα

αποτελούν δύο βασικούς παράγοντες για μέγιστη σύνθεση πρωτεϊνών, διατήρηση της ισορροπίας του αζώτου και της επαγόμενης μυϊκής μάζας και λειτουργικότητας.

### **2.3.3. Διατροφικές παρεμβάσεις και σαρκοπενία**

Η βιταμίνη 6 συνδέεται επίσης με τη φυσική απόδοση και το γλυκαιμικό έλεγχο. Οι υποδοχείς της βιταμίνης D που βρίσκονται εντός του παγκρέατος και των σκελετικών μυών συμβάλλουν στην ομοιοστάση της γλυκόζης και των μυών (Argyropoulou et al., 2022). Ηλικιωμένοι και ασθενείς με σαρκοπενία εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα της βιταμίνης και μέχρι στιγμής μόνο άτομα με 25-υδροξυβιταμίνη D < 30nmol/L μπορούν με τη μορφή συμπληρώματος βιταμίνης D να βελτιώσουν τη μυϊκή τους ισχύ (Beaudart et al., 2014; Stockton et al., 2011).

Στους ηλικιωμένους η συσσώρευση ελευθέρων ριζών (ROS) μπορεί να οδηγήσει σε οξειδωτικές βλάβες στα βιομόρια (DNA), τα λιπίδια και τις πρωτεΐνες όπως και να συμβάλλει σε απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης (Robinson et al., 2012). Αν και ακόμη παραμένει ασαφές ο τρόπος με τον οποίο τα αντιοξειδωτικά επηρεάζουν την υγεία του σκελετικού μυός, ωστόσο το γεγονός ότι αντισταθμίζουν τις δράσεις των ROS τα καθιστά αναγκαία. Ενδογενή αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί είναι τα ένζυμα υπεροξειδίου δισμουτάση και υπεροξειδάση γλουταθειόνης ενώ εξωγενή αντιοξειδωτικά είναι εκείνα που προέρχονται από τη διατροφή, ειδικότερα: σελήνιο, καροτενοειδή, τοκοφερόλες, φλαβονοειδή και λοιπές φυτικές πολυφαινόλες (Argyropoulou et al., 2022).

Πρόσφατα δεδομένα υποστηρίζουν πως τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας (N-3 LCPUFA) αυξάνουν τη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης και μειώνουν τη συστηματική φλεγμονή (Robinson et al., 2012). Αν και αποτελούν ισχυρούς αντιφλεγμονώδεις παράγοντες δεν έχει ακόμη αξιολογηθεί ερευνητικά ο ρόλος και η αξία τους στην πρόληψη και τη θεραπεία της σαρκοπενίας, πόσο μάλλον στο σακχαρώδη διαβήτη (Mesinovic et al., 2019).



## 2.4. Σκελετικοί μύες

### 2.4.1. Ρυθμιστικοί μηχανισμοί σκελετικής μάζας

Η γήρανση επηρεάζει δυσμενώς τη φυσιολογική λειτουργία όλων των συστημάτων του ανθρωπίνου σώματος, συμπεριλαμβανομένου του μυοσκελετικού (Gault & Willems, 2013). Σε άτομα προχωρημένης ηλικίας η μυϊκή κόπωση επέρχεται εξαιρετικά πιο γρήγορα και η ικανότητα διατήρησης της μυϊκής δύναμης εξασθενεί όπως και του κινητικού ελέγχου (Kent-Braun, 2009; Pasquet et al., 2000; Rahnama, Lees, & Reilly, 2006). Οι συγκεκριμένες αλλαγές αποτελούν φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού ο οποίος δέχεται αλληπάλληλα μοριακά και ορμονικά ερεθίσματα (Vassão et al., 2016). Η γνώση για τη λειτουργία του σκελετικού μύος και η κατανόησή των ρυθμιστικών μηχανισμών διατήρησης της σκελετικής μάζας βοηθούν τον σύγχρονο ερευνητή/-τρια να προσεγγίσει σύνθετα προβλήματα υγείας όπως η σαρκοπενία και άλλα χρόνια μεταβολικά νοσήματα.

Ένας από τους πιο σημαντικούς ρυθμιστικούς μηχανισμούς για το σκελετικό μυ είναι η πρωτεϊνική ομοιόσταση, η οποία επιτυγχάνεται όταν ο ρυθμός πρωτεϊνικής σύνθεσης εξισορροπείται με το ρυθμό πρωτεϊνικής διάσπασης. Μοριακά, η σύνθεση και η αποδόμηση πρωτεϊνών καθορίζονται από διαφορετικές οδούς (Argyropoulou et al., 2022). Συγκεκριμένα, η σύνθεση πρωτεϊνών επιτυγχάνεται καθόλη τη διάρκεια της φυσιολογικής ανάπτυξης, για παράδειγμα από την αυξητική ορμόνη και άλλους αυξητικούς παράγοντες, αλλά και από καταστάσεις όπως είναι η άσκηση (Conn & Qian, 2011). Η αυξημένη σύνθεση πρωτεϊνών οδηγεί σε μυϊκή υπερτροφία και συμβάλλει στην αναδόμηση του σκελετικού ιστού. Από την άλλη πλευρά, η πρωτεϊνική αποδόμηση προκαλείται από διάφορα ορμονικά και μεταβολικά ερεθίσματα, όπως τα γλυκοκορτικοειδή, το οξειδωτικό στρες και τις φλεγμονώδεις κυτοκίνες (Conn & Qian, 2011; Αργυροπούλου, 2022). Οι αναβολικές ορμόνες, με την ινσουλίνη και τον ινσουλινοαυξητικό παράγοντα (IGF-1) να δεσπόζουν, σε συνδυασμό με τις οδούς ενδοκυτταρικής σηματοδότησης είναι οι παράγοντες που συντονίζουν τη διαδικασία της πρωτεόλυσης (Argyropoulou et al., 2022; Douglas & Dillin, 2010). Σε περίπτωση που διαταραχθεί η πρωτεϊνική ομοιόσταση βάλλεται ο μυϊκός μεταβολισμός και διαταράσσεται ο κυτταρικός κύκλος με αποτέλεσμα τη μείωση μυϊκής μάζας και δύναμης. Σε έρευνα διαβητικών με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II ο κίνδυνος μείωσης της μυϊκής μάζας αυξανόταν από 2 έως 4 φορές (Kim et al., 2014) και αυτό γιατί η ανεπαρκής έκκριση ινσουλίνης ή η αντίσταση στην

ινσουλίνη οδηγεί σε ανεπαρκή σύνθεση μυϊκών πρωτεϊνών και σε αυξημένη αποδόμηση πρωτεϊνών με αποτέλεσμα την εμφάνιση σαρκοπενίας (Cui et al., 2020).

#### **2.4.2. Σκελετικοί μύες και γήρανση**

Αδιαμφισβήτητα, ο σκελετικός μυς αποτελεί τη μεγαλύτερη δεξαμενή αμινοξέων στο σώμα (Argyropoulou et al., 2022; Tieland, Throuwborst, & Clark, 2018). Σε προχωρημένες ηλικίες όμως, η εσωτερική δομή αλλάζει όπως και η μεταβολική του ικανότητα. Ειδικότερα, ο σκελετικός μυς απαρτίζεται από τις μυϊκές ίνες τύπου I και τύπου II. Οι πρώτες ονομάζονται μυϊκές ίνες βραδείας συστολής, εμφανίζουν μεγαλύτερη οξειδωτική ικανότητα λόγω υψηλότερης πυκνότητας μιτοχονδρίων και τριχοειδών αγγείων. Οι δεύτερες δε καλούνται μυϊκές ίνες ταχείας συστολής, εμφανίζουν υψηλή γλυκολυτική ικανότητα και διακρίνονται στις τύπου IIA και IIB (Tieland, Throuwborst, & Clark, 2018). Κατά τη γήρανση η απώλεια της μυϊκής μάζας φαίνεται να συνδέεται με τη μείωση του αριθμού των μυϊκών ινών τύπου II (Nilwik et al., 2013; Verdijk et al., 2007; Wiedmaer et al., 2020). Συνεπώς, η μυϊκή δύναμη επηρεάζεται από την ατροφία των μυϊκών ινών τύπου II (Faulkner et al., 2007). Σε ηλικιωμένα άτομα έχει παρατηρηθεί επίσης ένα μικρό ποσοστό μυϊκών ινών που δεν αντιστοιχίζεται ούτε στις μυϊκές ίνες τύπου I ούτε και στις μυϊκές ίνες τύπου II, φαινόμενο το οποίο δεν απαντάται σε μικρότερες ηλικίες (Domingues-Faria et al., 2016).

Επιπλέον η πάροδος του χρόνου επιφέρει ουσιαστικές αλλαγές στο μέγεθος και στον αριθμό των κινητικών νευρώνων που επιστρατεύονται για την πραγματοποίηση ακούσιων και εκούσιων κινήσεων του ανθρωπίνου σώματος (Faulkner et al., 2007). Η προχωρημένη ηλικία σχετίζεται τόσο με το μειωμένο αριθμό κινητικών νευρώνων όσο και με το μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης δορυφορικών κυττάρων, γνωστών για την αναγεννητική τους ικανότητα σε ιστούς (Wiedmaer et al., 2020).

#### **2.4.3. Σκελετικοί μύες και φλεγμονή**

Άλλη μία κατάσταση κατά την οποία ο σκελετικός μυς οδηγείται σε απώλεια μυϊκής μάζας, δύναμης και λειτουργικότητας είναι η χρόνια φλεγμονή (Argyropoulou et al., 2022). Το ανοσοποιητικό σύστημα αποδυναμώνεται, ο κυτταρικός κύκλος απορρυθμίζεται, με αποτέλεσμα την απόπτωση των μυοκυττάρων, και η αναγεννητική ικανότητα των ιστών επιβραδύνεται (Lo et al., 2020). Η σαρκοπενία εκτός από την αναβολική αντίσταση των μυοκυττάρων σε συνθήκες

φλεγμονής φαίνεται να επηρεάζεται και από την παρουσία μίας άλλης πρωτεΐνης στα μυοκύτταρα, της μυοστατίνης. Επρόκειτο για μία πρωτεΐνη που παράγεται και απελευθερώνεται στα μυοκύτταρα με σκοπό να αναστείλει τη μυογένεση (Argyropoulou et al., 2022). Σύμφωνα με τους Lo et al., (2020) η ανάπτυξη του σκελετικού μύος αναστέλλεται όταν υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις μυοστατίνης στα κύτταρα.

## **2.5. Μυϊκή δύναμη και αξιολόγηση**

Με τον όρο «μυϊκή δύναμη» γίνεται αναφορά στην τάση που παράγει μια μυϊκή ίνα, ένας ολόκληρος μυς ή μια ομάδα μυών. Στο ανθρώπινο σώμα συνήθως δραστηριοποιούνται ομάδες ή ενότητες μυών, χωρίς όμως να αποκλείεται και η δραστηριοποίηση ενός μεμονωμένου μύος ή τμήμα αυτού. Παράγοντες νευρικοί, ιστοχημικοί και μηχανικοί καθορίζουν τη μέγιστη δύναμη που θα παράξει ένας μυς (Κλεισούρας, 2016). Από το αναπτυξιακό στάδιο της παιδικής ηλικίας μέχρι και την ενηλικίωση η μυϊκή δύναμη υφίσταται πολλές διακυμάνσεις καθώς ανθρωπομετρικές, νευρολογικές και ορμονικές αλλαγές διαδέχονται η μία την άλλη ανάλογα με το φύλο και την ηλικία (De Ste Croix et al., 2003). Η αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης, ως παράμετρος φυσικής απόδοσης, είναι απαραίτητη σε κάθε αναπτυξιακό στάδιο πόσο μάλλον σε κλινικούς πληθυσμούς με νευρολογικά και μυοσκελετικά προβλήματα (Chamorro et al., 2017). Οι αξιολογήσεις αυτές λαμβάνουν χώρα πριν και μετά από προγράμματα παρέμβασης προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί η αποδοτικότητά τους (Li et al., 2006).

Σε γερασμένους πληθυσμούς ο μυϊκός ιστός αποδυναμώνεται και η κόπωση επέρχεται εξαιρετικά πιο γρήγορα (Tieland, Throuwborst, & Clark, 2018). Η μείωση της μυϊκής δύναμης και μάζας οδηγεί σε μειωμένη απόδοση και όλο αυτό ενισχύει ένα φαύλο κύκλο μέσα στον οποίο το άτομο καθλώνεται αποφεύγοντας όχι μόνο απλές καθημερινές δραστηριότητες αλλά και δραστηριότητες αυτοφροντίδας (De Ste Croix et al., 2003). Η αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης μπορεί να προλάβει καταστάσεις που οδηγούν σε ακινησία και μακροπρόθεσμα σε θνησιμότητα λειτουργώντας ως εφαλτήριο για έναν πιο ενεργό τρόπο ζωής (Cramer et al., 2017).

Η αξιολόγηση δύναμης μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Τα πιο δημοφιλή εργαλεία για την αξιολόγηση δύναμης άνω και κάτω άκρων είναι το χειροδυναμόμετρο και το ισοκινητικό δυναμόμετρο αντίστοιχα. Τα συγκεκριμένα εργαλεία χρησιμοποιούνται σε προγράμματα παρέμβασης και αποκατάστασης σαρκοπενικών ασθενών και όχι μόνο (Granic et al., 2019; Vassão et al., 2016). Η επιλογή των συγκεκριμένων εργαλείων έγκειται στο ότι το

χειροδυναμόμετρο είναι οικονομικό, εύκολο ως προς τη χρήση και τη μεταφορά (Chamorro et al., 2017) ενώ το ισοκινητικό δυναμόμετρο αποτελεί το χρυσό σταθμισμένο εργαλείο μέτρησης της μυϊκής δύναμης τόσο σε αθλητικά όσο και σε κλινικά πλαίσια (De Ste Croix et al., 2003; Dvir & Müller, 2019; Jara et al., 2014).

### **2.5.1. Ισοκινητική δυναμομέτρηση**

Η ισοκινητική δυναμομέτρηση θεωρείται η πιο διαδεδομένη μορφή αξιολόγησης της μυϊκής δύναμης (Dvir & Müller, 2019). Το συγκεκριμένο εργαλείο υπολογίζει τη μέγιστη γωνιακή ροπή ενώ διατηρεί σταθερή γωνιακή ταχύτητα σε όλο το εύρος της κίνησης (Mejer et al., 2013). Μπορεί να υπολογίσει έγκυρα και αξιόπιστα τη θέση του εξεταζόμενου μέλους, την ταχύτητα που αναπτύσσει κατά τη διάρκεια της κίνησης, τη μέγιστη και μέση γωνιακή ροπή και την ισχύ (Drouin et al., 2004) σε συνάρτηση με το είδος της μυϊκής συστολής που έχει τεθεί υπό αξιολόγηση (Dvir & Müller, 2019). Αναφορικά με τους/τις συμμετέχοντες/-χουσες κάθονται αναπαυτικά πάνω στο κάθισμα με σταθερή τη σπονδυλική τους στήλη. Ο κορμός και τα άκρα σταθεροποιούνται επίσης καθόλη τη διάρκεια της μέτρησης ενώ ελεύθερο μένει το μέλος που αξιολογείται (Chamorro et al., 2017).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο εκτιμά με ακρίβεια τη μηχανική απόδοση των μυϊκών ομάδων που βρίσκονται υπό αξιολόγηση για αυτό και χρησιμοποιείται ευρέως σε χώρους ενδυνάμωσης και λειτουργικής αποκατάστασης (Dvir & Müller, 2019). Ενδεικτικά, οι Crammer και οι συνεργάτες του (2017) αξιολογώντας ηλικιωμένους σαρκοπενικούς ασθενείς, 101 άντρες και 160 γυναίκες, ως προς τη σύγκεντρη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος αναφέρουν πως το ισοκινητικό δυναμόμετρο εκτός από εργαλείο κλινικών μετρήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο ενδυνάμωσης και μυϊκής ενεργοποίησης με μικρές γωνιακές ταχύτητες στους αντίστοιχους πληθυσμούς.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 3.1. Συμμετέχοντες/-χουσες

Το δείγμα της έρευνας (N=22) αποτέλεσαν έντεκα άνδρες και έντεκα γυναίκες (όλες στη φάση της εμμηνόπαυσης) με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II, μη ινσουλινοεξαρτώμενοι, με μέση ηλικία  $59,9 \pm 7,5$  έτη και με δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ)  $30,3 \pm 5,1$  kg/m<sup>2</sup>. Προκειμένου να λάβουν μέρος κρίθηκε απαραίτητο α) να μην εμπλέκονται σε άλλη πειραματική μελέτη κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της συγκεκριμένης έρευνας, β) να απέχουν από οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα διατροφής, γ) να μην καταναλώνουν σκευάσματα πρωτεΐνης τουλάχιστον ένα μήνα πριν το πείραμα και δ) να είναι ασφαλές για την υγεία τους να συμμετάσχουν σε μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα.

Οι δοκιμαζόμενοι/-ες έλαβαν ένα έντυπο συγκατάθεσης στο οποίο περιγράφονταν λεπτομερώς οι διαδικασίες που θα υποβάλλονταν όπως και οι πιθανές ενοχλήσεις που μπορεί κάποιος/α να αντιμετωπίσει. Οι συμμετέχοντες/-χουσες δεν έπρεπε να ασκηθούν έντονα τρεις τουλάχιστον μέρες πριν τις αξιολογήσεις. Σε περίπτωση που εμφάνιζαν α) συμπτώματα κόπωσης ή μυϊκής αδυναμίας, β) ναυτία, γ) εμετούς ή διάρροιας εντός 24-36 ωρών και δ) πυρετό το τελευταίο 48ωρο όφειλαν να ενημερώσουν την αρμόδια ερευνήτρια και να μην συμμετέχουν στις αξιολογήσεις. Τις ημέρες των μετρήσεων οι συμμετέχοντες/-χουσες έπρεπε να μην έχουν καταναλώσει πρωινό γεύμα και να είναι ντυμένοι με άνετα αθλητικά ρούχα και παπούτσια. Ιδιαίτερη αναφορά έγινε στη δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων όπου οι ερευνητές έχουν το δικαίωμα να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα σε επιστημονικά συνέδρια και περιοδικά τηρώντας ωστόσο την ανωνυμία και φυλάσσοντας τα προσωπικά δεδομένα των συμμετεχόντων/-χουσών. Αυτό διασφαλίστηκε δίνοντας σε κάθε συμμετέχοντα/-χουσα έναν προσωπικό κωδικό ο οποίος αναγράφεται σε εμπιστευτική λίστα και αρχειοθετείται σε υπολογιστή της ερευνήτριας και του επιβλέποντα καθηγητή. Σύμφωνα με τους κανόνες επιστημονικής δεοντολογίας οι δοκιμαζόμενοι/-ες συμμετείχαν εθελοντικά και μπορούσαν να αποχωρήσουν όποτε το επιθυμούσαν.

Η έρευνα πήρε έγκριση από την Επιτροπή Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με αριθμό πρωτοκόλλου 1288/03-07-2021.

### **3.2. Πειραματικός σχεδιασμός**

Οι συμμετέχοντες/ουσες τυχαιοποιημένα χωρίστηκαν σε ομάδα ελέγχου (n=11) και ομάδα παρέμβασης (n=11) από τον επιβλέποντα καθηγητή χωρίς να γνωρίζουν τον διαχωρισμό τόσο η ερευνήτρια όσο και οι δοκιμαζόμενοι/-ες. Η παρέμβαση που διήρκησε 12 εβδομάδες αφορούσε μόνο το διατροφικό πρόγραμμα και όχι τις παραμέτρους αξιολόγησης της απόδοσης. Συγκεκριμένα, στην ομάδα ελέγχου δόθηκε διατροφικό πρόγραμμα 2000-2200 kcal/d που περιείχε πρωτεΐνη που αντιστοιχούσε σε 0,8-1,0g/kgf σωματικής μάζας/ημέρα ενώ η ομάδα παρέμβασης έλαβε διατροφικό πρόγραμμα 2000-2200 kcal/d που περιείχε πρωτεΐνη που αντιστοιχούσε σε 1,5g/kgf σωματικής μάζας/ημέρα. Η πρώτη συνάντηση αφορούσε α) την πλήρη και αναλυτική ενημέρωση των συμμετεχόντων/-χουσών σχετικά με το στόχο της έρευνας, β) το χρονικό πλαίσιο στο οποίο θα διεξαχθεί, γ) τη διεξαγωγή όλων των μετρήσεων για την αξιολόγηση της σωματικής σύστασης και της φυσικής απόδοσης, δ) τα οφέλη που ενδέχεται να προκύψουν για τους/τις ίδιους/-ες και ζ) την εμπιστευτικότητα των αποτελεσμάτων. Η καταγραφή και ο έλεγχος της διατροφής καθώς και οι αξιολογήσεις της σωματικής σύστασης και της φυσικής απόδοσης πραγματοποιήθηκαν πριν την αρχή της παρέμβασης καθώς και την 6<sup>η</sup> εβδομάδα και τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα της παρέμβασης. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, ΕΚΠΑ.

### **3.3. Εργαλεία αξιολόγησης**

Η παρούσα εργασία αξιολογεί άτομα μεγαλύτερης ηλικίας με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II ως προς τις ακόλουθες παραμέτρους: διατροφικές συμπεριφορές/συνήθειες, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, σωματική σύσταση, αρτηριακή πίεση, δύναμη άνω και κάτω άκρων, ισοκινητική ροπή των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων και λειτουργικές δοκιμασίες.

#### **3.3.1. Διατροφικές συμπεριφορές/συνήθειες**

Η αξιολόγηση διατροφικών συμπεριφορών/συνηθειών περιλάμβανε την τριήμερη καταγραφή τροφίμων για τον προσδιορισμό της μέσης κατανάλωσης ενέργειας ανά ημέρα και την απόλυτη και σχετική πρόσληψη υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών. Στους/-ις δοκιμαζόμενους/-ες δόθηκαν οδηγίες καταγραφής της διατροφής τους. Τα άτομα κλήθηκαν να καταγράψουν τα τρόφιμα και τα ποτά που κατανάλωναν, την ποσότητά όπως και τις συνταγές πιο σύνθετων

πιάτων τις τελευταίες τρεις μέρες πριν εισέλθουν στην αίθουσα του εργαστηρίου για τις προγραμματισμένες μετρήσεις τους. Εκτός από τις τριήμερες ανακλήσεις οι συμμετέχοντες έπρεπε να συμπληρώσουν δύο ερωτηματολόγια, το πρώτο αφορούσε τη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων και το δεύτερο τα επίπεδα ενυδάτωσης. Μέσα από μια λίστα επιλογών οι ερωτηθέντες/-θείσες έπρεπε να επιλέξουν το πιο αντιπροσωπευτικό για εκείνους/-ες. Με τον τρόπο αυτό σκιαγραφήθηκε το διατροφικό προφίλ του/της εκάστοτε συμμετέχοντα/-χουσας.

### **3.3.2. Σωματομετρία**

Η μέτρηση της σωματικής μάζας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση βαθμονομημένης ζυγαριάς (Bilance SALUS, Italy). Ο/Η εξεταζόμενος/η στεκόταν ακίνητος, χωρίς παπούτσια και με ελαφρύ ρουχισμό. Σημασία είχε να εντοπιστούν οι όποιες μεταβολές στη σωματική μάζα, αλλά ακόμη και στην περίπτωση που αυτές δεν υπήρχαν εξεταζόταν και η σύσταση του σώματος προκειμένου να διερευνηθεί η αναλογία λιπώδους και άλιπης μάζας.

Το ανάστημα των συμμετεχόντων/-χουσών μετρήθηκε από το αναστημόμετρο, μια ειδική κατασκευή που αποτελείται από μια βάση, ένα βαθμονομημένο μέτρο αναστήματος 200-250cm και ένα κινούμενο στέλεχος πάνω στο μέτρο (Bilance SALUS, Italy) (Argyropoulou, 2022). Η μέτρηση γίνεται χωρίς παπούτσια, με πέλματα ενωμένα, τα χέρια χαλαρά δίπλα στα ισχία, με τις φτέρνες, τους γλουτούς και τις ωμοπλάτες να ακουμπούν στο μέτρο του αναστημόμετρου. Ως ανάστημα εκτιμάται η απόσταση του υψηλότερου σημείου του άνω μέρους του κρανίου από το έδαφος όταν το άτομο στέκεται όρθιο με βλέμμα μπροστά. Επειδή το ανάστημα των ενηλίκων δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις, με εξαίρεση σοβαρές παθήσεις όπως οστεοπόρωση, βλάβες στη σπονδυλική στήλη (Σταυρόπουλος-Καλίνογλου & συν., 2016) η συγκεκριμένη μέτρηση πραγματοποιήθηκε μόνο στην αρχική φάση της παρούσας έρευνας.

Η αξιολόγηση που αφορά τη σωματική σύσταση περιλάμβανε την απορροφησιμετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (DEXA). Παρέχει πληροφορίες για τη συνολική μάζα του σώματος, το % λιπώδους μάζας, το % της άλιπης σωματικής μάζας και το % του οστίτη ιστού. Το DEXA αποτελείται από το κρεβάτι εξέτασης, τον βραχίονα με το σαρωτή μέτρησης και το λογισμικό ανάλυσης (Argyropoulou, 2022). Ο/Η εκάστοτε συμμετέχοντας/-χουσα αφού απομακρύνει μεταλλικά αντικείμενα από πάνω του/της, για παράδειγμα ρολόι ή δαχτυλίδια, ξαπλώνει χαλαρός/η κάτω από τον ειδικό σαρωτή. Ο σαρωτής μετακινείται κατά μήκος του σώματος εκπέμποντας χαμηλής και υψηλής ενέργειας ακτίνες X ανάλογα με το σημείο του σώματος και

αξιολογεί την εξασθένηση αυτών καθώς διέρχονται από τους ιστούς. Η διαδικασία μπορεί να κρατήσει από 6 έως και 10 λεπτά ανάλογα με το ποσοστό συγκέντρωσης λιπώδους ιστού στο σώμα. Στην παρούσα εργασία το DEXA χρησιμοποιήθηκε στις αρχικές και στις τελικές μετρήσεις για τον περιορισμό της έκθεσης των δοκιμαζόμενων στην ακτινοβολία.

### **3.3.3. Αρτηριακή πίεση**

Με τη χρήση πιεσόμετρου (HEM 7154, M3, Omron, Kyoto) μετρήθηκε η συστολική και διαστολική πίεση σε κατάσταση ηρεμίας.

### **3.3.4. Αξιολόγηση μυϊκής δύναμης**

Για τη μέτρηση της μυϊκής δύναμης χρησιμοποιήθηκε το χειροδυναμόμετρο (Takei Kiki Kogyo, Tokyo, Japan). Οι δοκιμαζόμενοι/-ες στέκονταν όρθιοι/-ες και με τεντωμένο χέρι στην ανατομική θέση έσφιγγαν το χειροδυναμόμετρο για 3 δευτερόλεπτα. Συνολικά έγιναν δύο προσπάθειες με το κυρίαρχο χέρι και σημειώθηκε η καλύτερη προσπάθεια.

Για τη μέτρηση της δύναμης των κάτω άκρων (κάμψη και έκταση της άρθρωσης του γόνατος) και των άνω άκρων (κάμψη και έκταση της άρθρωσης του ώμου) αξιοποιήθηκε το φορητό δυναμόμετρο (Hoggan, microFET2, Salt Lake City, UT). Για την αξιολόγηση των πρόσθιων (το δυναμόμετρο ήταν τοποθετημένο στη μύτη του ποδιού ενώ στηριζότανε σε σταθερό αντικείμενο) και οπίσθιων (το δυναμόμετρο ήταν τοποθετημένο στη φτέρνα του ποδιού) μηριαίων οι συμμετέχοντες/-χουσες έπρεπε να ασκήσουν τη μέγιστη δύναμη για 3 δευτερόλεπτα. Για την αξιολόγηση της άρθρωσης του ώμου, από την όρθια θέση και με την άρθρωση του ώμου στις 90° το δυναμόμετρο τοποθετούνταν στην πάνω ή στην κάτω πλευρά της άρθρωσης του καρπού και οι δοκιμαζόμενοι/ες εκτελούσαν έκταση ή κάμψη. Για την κάθε αξιολόγηση πραγματοποιούνταν δύο προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη επίδοση.

### **3.3.5. Ισοκινητική δυναμομετρία**

Η μέγιστη σύγκεντρη ροπή των εκτεινόντων και καμπτήρων της άρθρωσης του γόνατος αξιολογήθηκε σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex, System 4Pro, Shirley, NY). Στην ισοκινητική δυναμομετρία συμμετείχαν 8 δοκιμαζόμενοι/-ες [4 στην ομάδα ελέγχου (2 άνδρες και 2 γυναίκες) και 4 στην πειραματική ομάδα (2 άνδρες και 2 γυναίκες)] λόγω βλάβης του



ισοκινητικού δυναμόμετρου που δεν επέτρεψε την αξιολόγηση του συνολικού δείγματος της έρευνας. Αρχικά έγινε προθέρμανση των δοκιμαζόμενων για 8 λεπτά σε στατικό ποδήλατο. Η αξιολόγηση της σύγκεντρης ροπής περιλάμβανε δύο σετ. Το πρώτο σετ των 8 επαναλήψεων πραγματοποιήθηκε για την εξοικείωση των συμμετεχόντων/-χουσών ενώ το δεύτερο σετ αποτελούνταν από 5 επαναλήψεις, προοδευτικά αυξανόμενης έντασης, με τις 3 τελευταίες να ήταν μέγιστης έντασης.

### **3.3.6. Λειτουργικά τεστ αξιολόγησης**

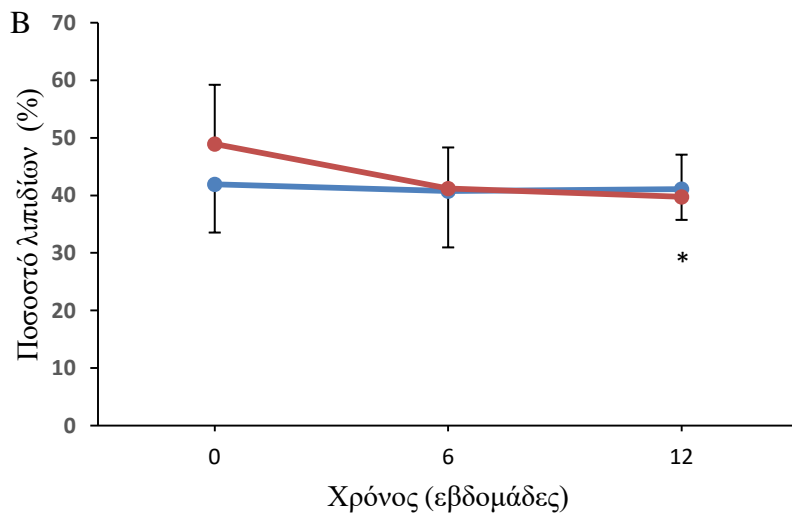
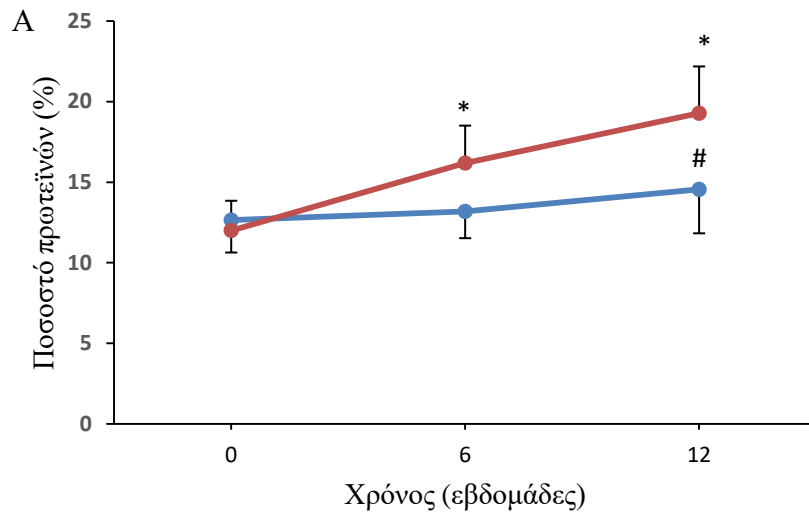
Η αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας έγινε με τις παρακάτω δοκιμασίες: α) κάθισμα-όρθια θέση-κάθισμα, όπου υπολογίστηκε ο αριθμός των επαναλήψεων που πραγματοποιήθηκαν σε 60 δευτερόλεπτα. Η πλάτη του/της δοκιμαζομένου/-ης ήταν σταθερή και ακουμπούσε στην καρέκλα ενώ τα γόνατα ήταν σε ορθή γωνία (Lord et al., 2002), β) έλεγχος “up & go”, όπου στις συμμετέχοντες/-χουσες χρονομετρήθηκε η ικανότητά τους από την καθιστή θέση να σηκωθούν, να περπατήσουν 3 μέτρα, να κάνουν στροφή 180° και να ξανακαθίσουν στην καρέκλα. Δεν υπήρχε κάποια εξωγενή βοήθεια σε όλη τη διάρκεια της κίνησης (Bennie et al., 2003; Takacs et al., 2014) και γ) γρήγορη βάδιση 10 μέτρων, όπου οι δοκιμαζόμενοι/-ες περπάτησαν 10 μέτρα με το φυσικό τους ρυθμό και χρονομετρήθηκε η απόδοσή τους (Peters et al., 2013).

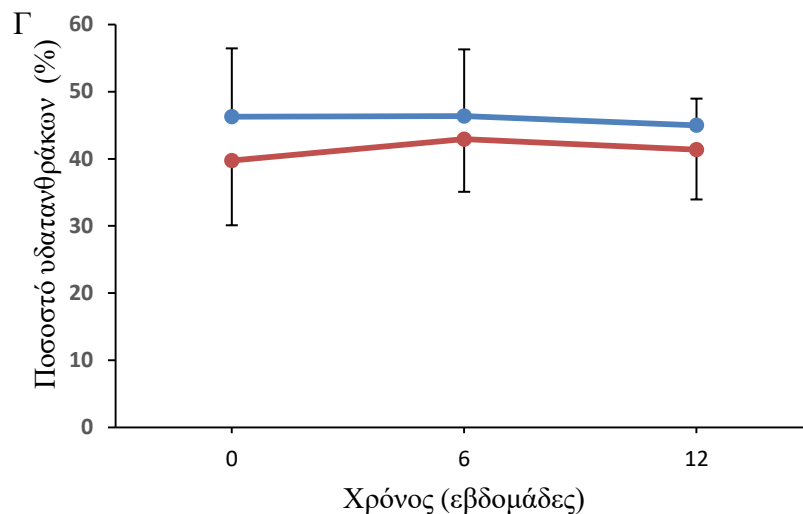
### **3.4. Στατιστική ανάλυση**

Η κανονική κατανομή του δείγματος ελέγχθηκε με Shapiro-Wilks test και δε βρέθηκε σημαντική παραβίαση της κανονικότητας ( $p > 0,05$ ). Σε καμία από τις παραμέτρους δεν παρουσιάστηκε παραβίαση του κανόνα της σφαιρικότητας. Για τη στατιστική ανάλυση σε όλες τις παραμέτρους χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (2-way ANOVA) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο χρόνο [2 συνθήκες (ελέγχου και πειραματική) x 2 χρονικές στιγμές (πριν και στις 12 εβδομάδες) ή 3 χρονικές στιγμές (πριν, στις 6 και στις 12 εβδομάδες)]. Όταν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά πραγματοποιούνταν Bonferroni post-hoc ανάλυση. Όλα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS (IBM, SPSS Statistics, 29).

#### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

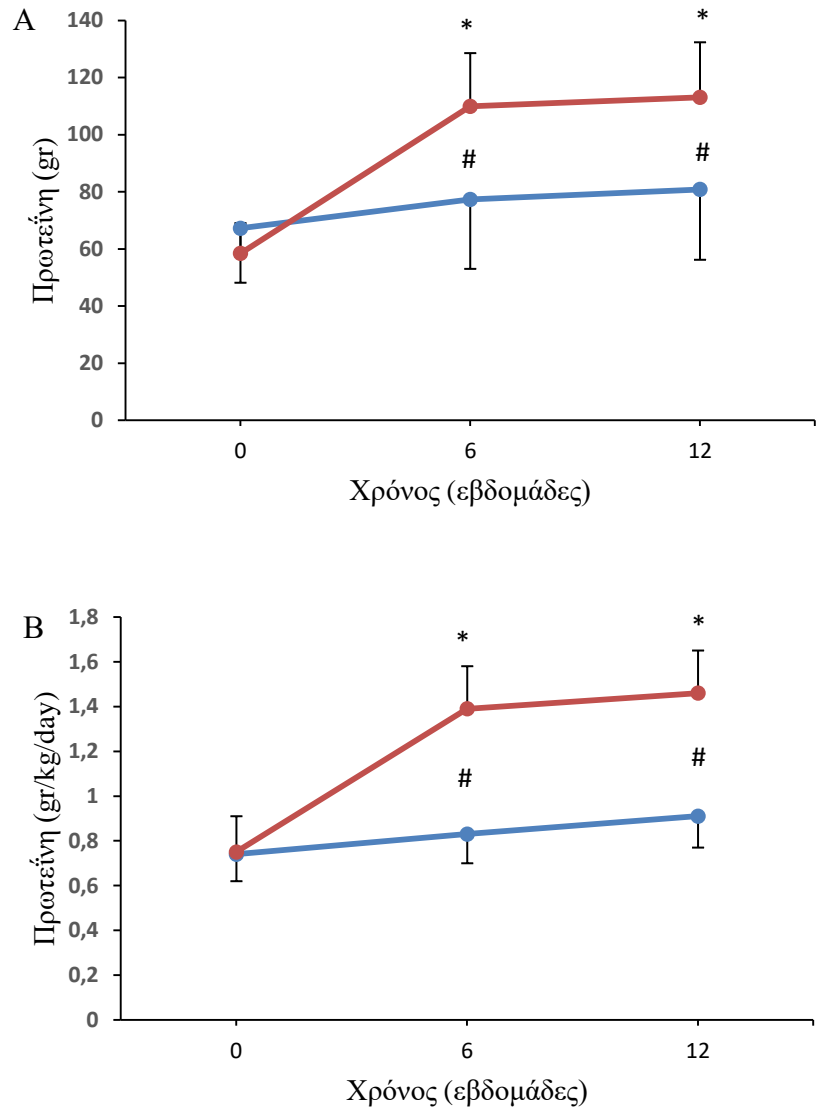
Από τη διατροφική ανάλυση γίνεται κατανοητό ότι η ομάδα παρέμβασης συμμορφώθηκε με το διαιτητικό πλάνο γιατί i) σταδιακά αύξησε την επί τις εκατό πρόσληψη πρωτεϊνών η οποία έφτασε σε στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα ελέγχου τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα (Γράφημα 4.1 A), ii) μείωσε την επί τις εκατό πρόσληψη λιπιδίων (Γράφημα 4.1 B) ενώ iii) δεν άλλαξε την πρόσληψη υδατανθράκων (Γράφημα 4.1 Γ). Από την άλλη πλευρά, η ομάδα ελέγχου δεν άλλαξε τις διατροφικές της συνήθειες (Γράφημα 4.1 A, B, Γ).





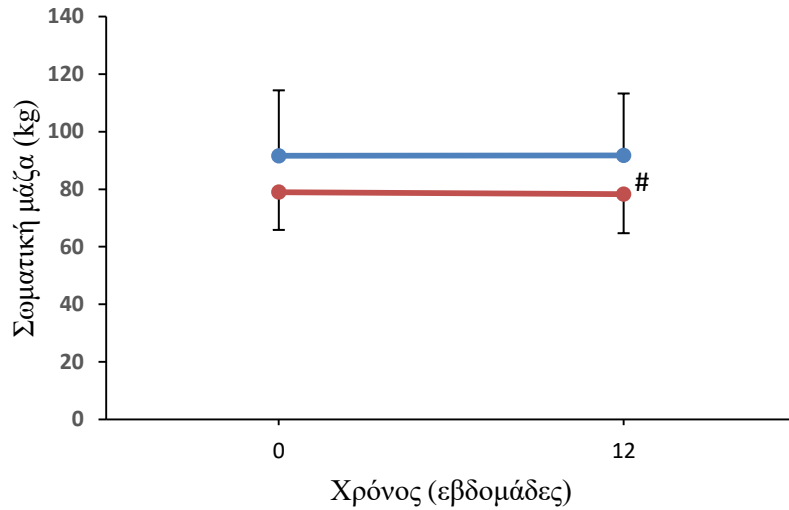
**Γράφημα 4.1.** Ποσοστό των προσλαμβανόμενων πρωτεϊνών (Α), λιπιδίων (Β) και υδατανθράκων (Γ) μέσω της τροφής πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). \*σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αρχικές τιμές ( $p < 0,05$ ), # σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Το γράφημα 4.2. εστιάζει στην πρόσληψη πρωτεΐνης, που αποτέλεσε τη βασική ερευνητική παράμετρο της συγκεκριμένης μελέτης, παρουσιάζοντας την πρόσληψη αυτής τόσο σε απόλυτη τιμή (gr/d) (Γράφημα 4.2 Α) όσο και σε σχετική τιμή (gr/kg/day) (Γράφημα 4.2 Β). Η στατιστικά σημαντική ( $p < 0,05$ ) αύξηση της πρόσληψης πρωτεΐνης μέσω της διατροφής στην πειραματική ομάδα αποτυπώνεται εξίσου και στα δύο γραφήματα με την καμπύλη να ανεβαίνει εκθετικά μέχρι και την 6<sup>η</sup> εβδομάδα και να συνεχίζει την ανοδική της πορεία μέχρι το τέλος της παρέμβασης. Στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) παρατηρείται στην προσλαμβανόμενη ποσότητα πρωτεΐνης μεταξύ των δύο ομάδων και στις δύο χρονικές φάσεις, της 6<sup>ης</sup> και της 12<sup>ης</sup> εβδομάδας, με την ομάδα ελέγχου να προσλαμβάνει τις μικρότερες ποσότητες.



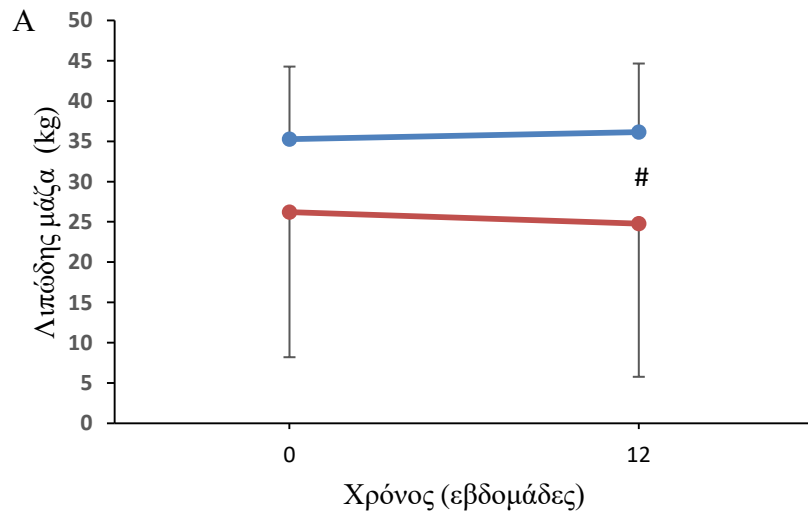
**Γράφημα 4.2.** Η προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη σε γραμμάρια (gr) (A) και σε γραμμάρια ανά κιλό σωματικής μάζας ανά ημέρα (gr/kg/day) (B) πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). \*σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αρχικές τιμές ( $p < 0,05$ ), # σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

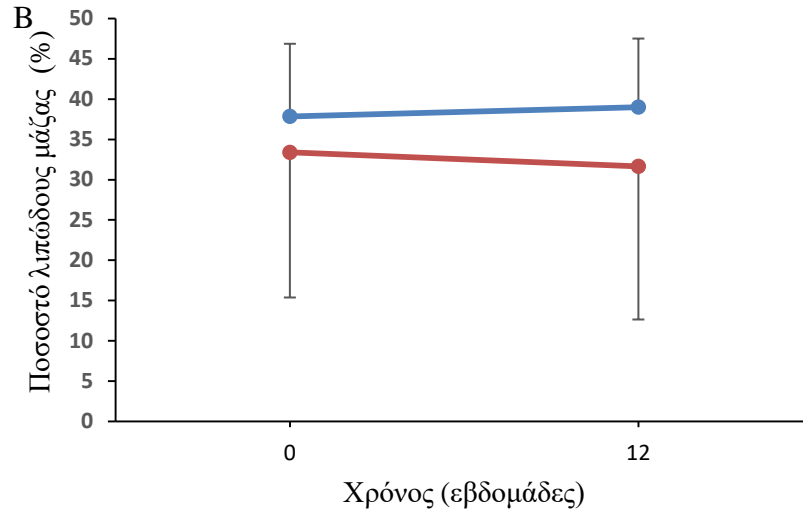
Όσον αφορά τη σωματική μάζα των δύο ερευνητικών γκρουπ, εντός του χρονικού διαστήματος των 12 εβδομάδων, φαίνεται ότι οι καμπύλες μεταβλήθηκαν ελάχιστα δίνοντας όμως μια οριακή σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα ( $p < 0,05$ ) με την ομάδα παρέμβασης να σημειώνει μια μικρή μείωση (Γράφημα 4.3).



**Γράφημα 4.3.** Σωματική μάζα πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). <sup>#</sup> σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

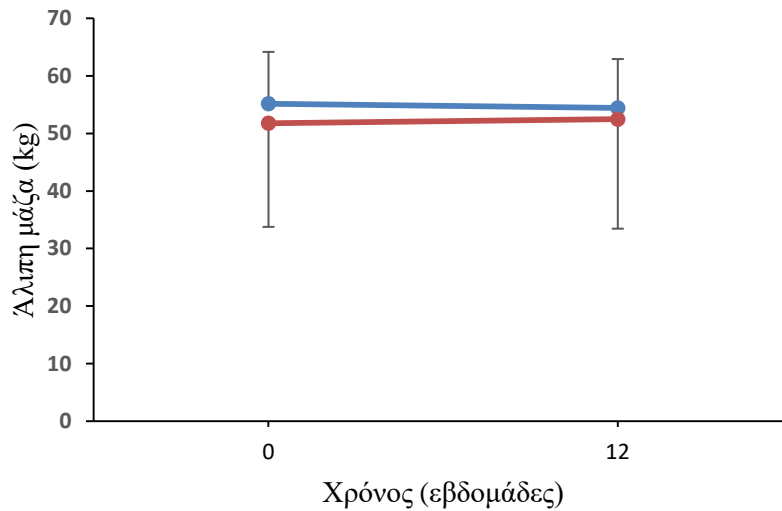
Η λιπώδη μάζα, εκφρασμένη σε χιλιογραμμάρια (kg) (Γράφημα 4.4 Α) και σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) (Γράφημα 4.4 Β), φάνηκε να μειώνεται οριακά για την ερευνητική ομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.





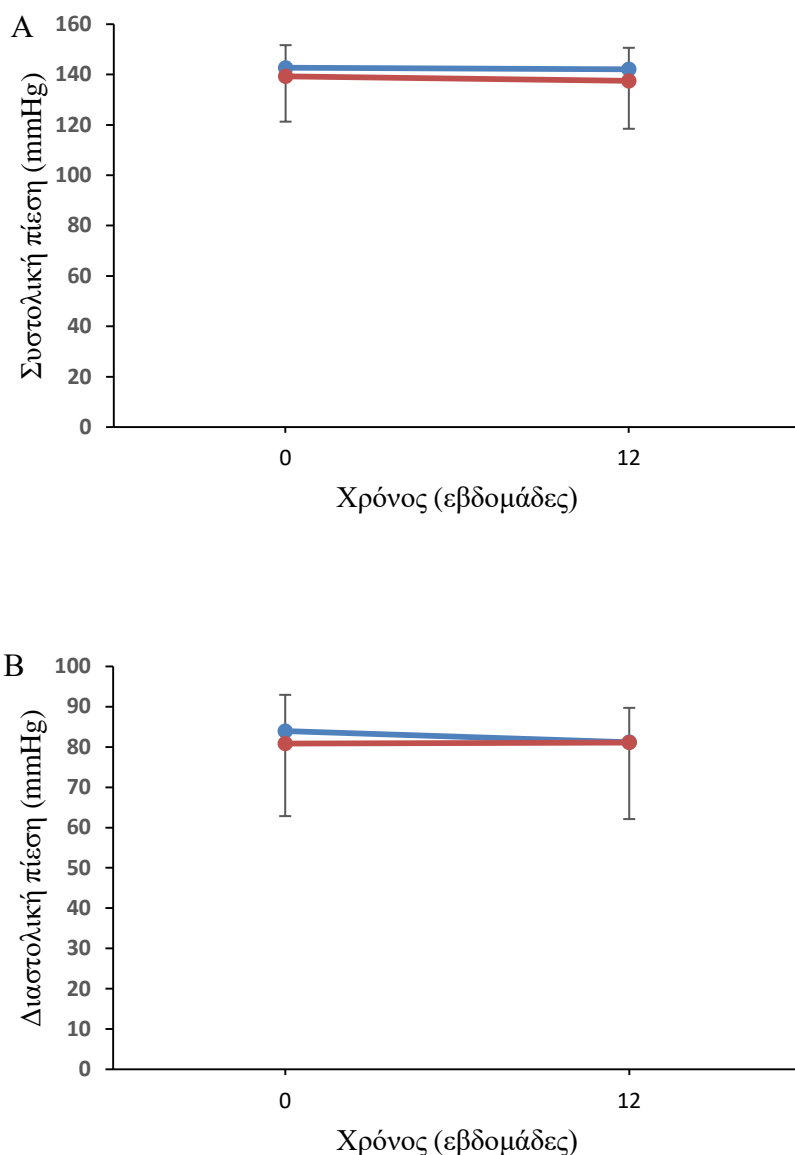
**Γράφημα 4.4.** Συνολική λιπώδης μάζα (A) και συνολικό ποσοστό λιπώδους μάζας (B) πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). # σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Η ίδια εικόνα φαίνεται να υπάρχει και στην αξιολόγηση της άλιπης σωματικής μάζας (Γράφημα 4.5) όπου φάνηκε να αυξάνεται οριακά για την ερευνητική ομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.



**Γράφημα 4.5.** Άλιπη σωματική μάζα πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή).

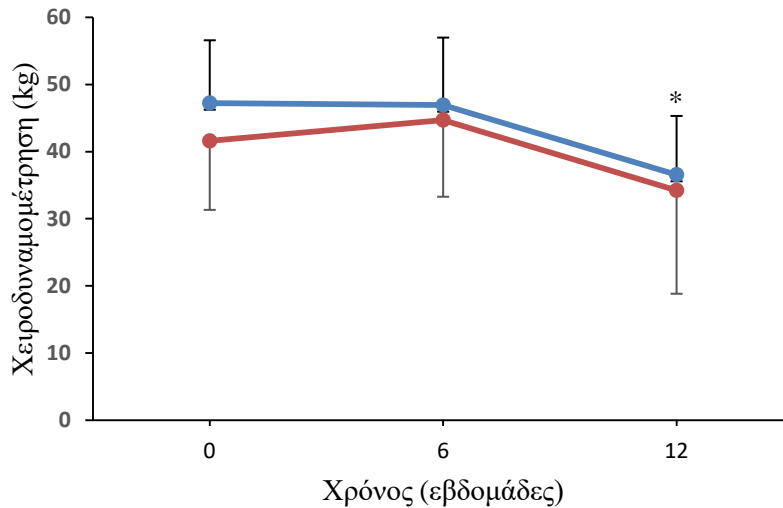
Η αρτηριακή πίεση [συστολική και διαστολική (Γράφημα 4.6 Α και 4.6 Β, αντίστοιχα), mmHg] δεν βρέθηκε να έχει επηρεαστεί από την διατροφική παρέμβαση και για τις δύο ομάδες ( $p < 0.05$ ).



**Γράφημα 4.6.** Συστολική (Α) και διαστολική πίεση (Β) πριν και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή).

Στη συνέχεια ακολουθούν τα γραφήματα που αποτυπώνουν τις επιδόσεις των συμμετεχόντων/-χουσών στις αξιολογήσεις δύναμης χειρολαβής, άνω και κάτω άκρων. Στην αξιολόγηση της χειροδυναμομέτρησης η ομάδα ελέγχου ξεκίνησε με υψηλές επιδόσεις, την 6<sup>η</sup> εβδομάδα συγκέντρωσε μικρότερη βαθμολογία και τη 12<sup>η</sup> κατέληξε με στατιστικά μικρότερη επίδοση

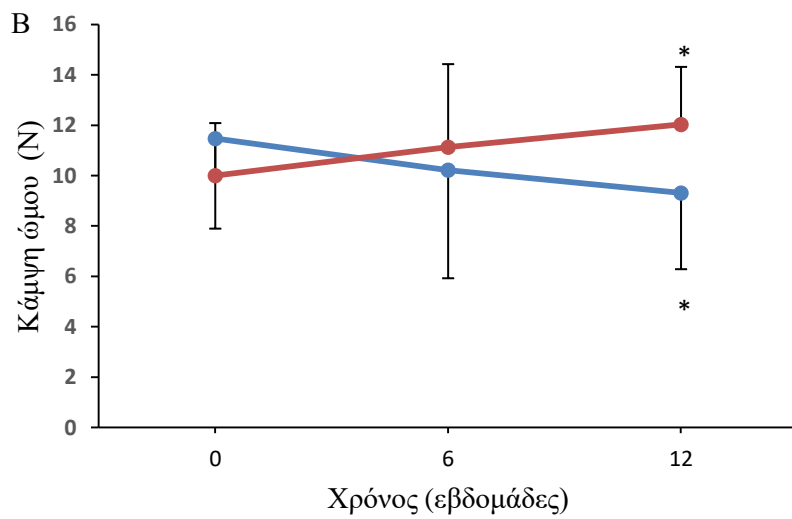
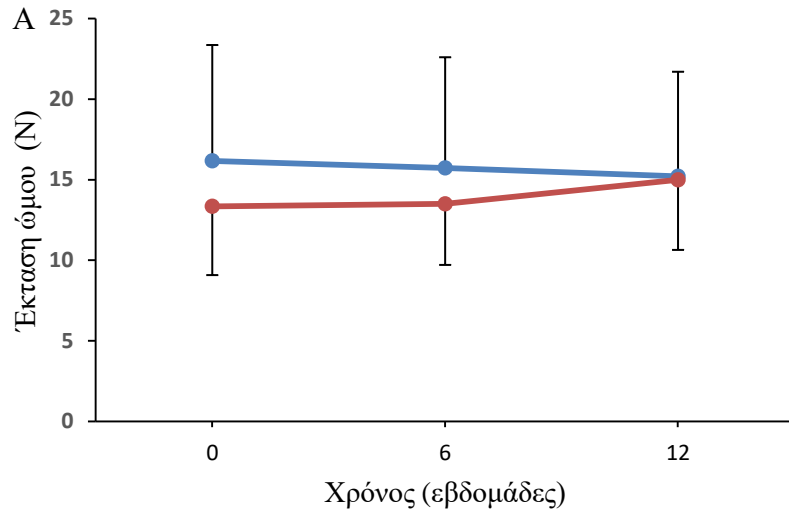
( $p < 0,05$ ) (Γράφημα 4.7). Από την άλλη πλευρά, η ομάδα παρέμβασης η οποία ξεκίνησε με λιγότερο καλή επίδοση φαίνεται να βελτιώνεται την 6<sup>η</sup> εβδομάδα σε σημείο που να γειτνιάζει βαθμολογικά με την ομάδα ελέγχου, όμως στην τελευταία αξιολόγηση παρουσίασε και εκείνη μια μικρή πτώση.



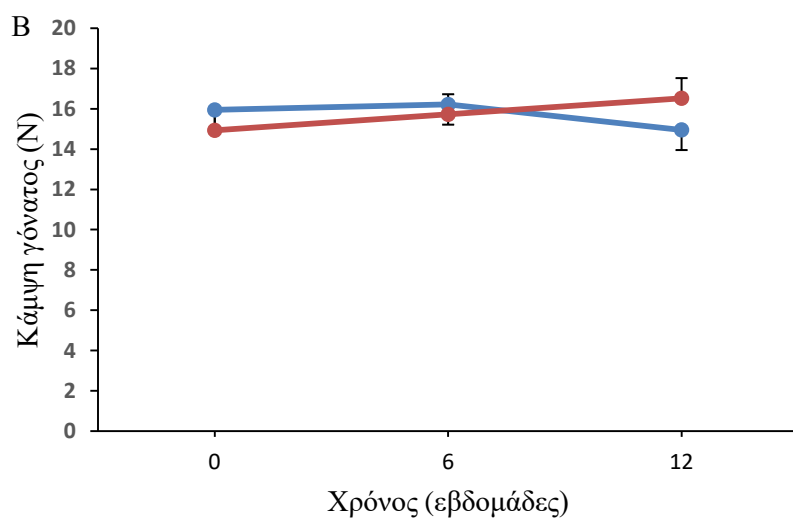
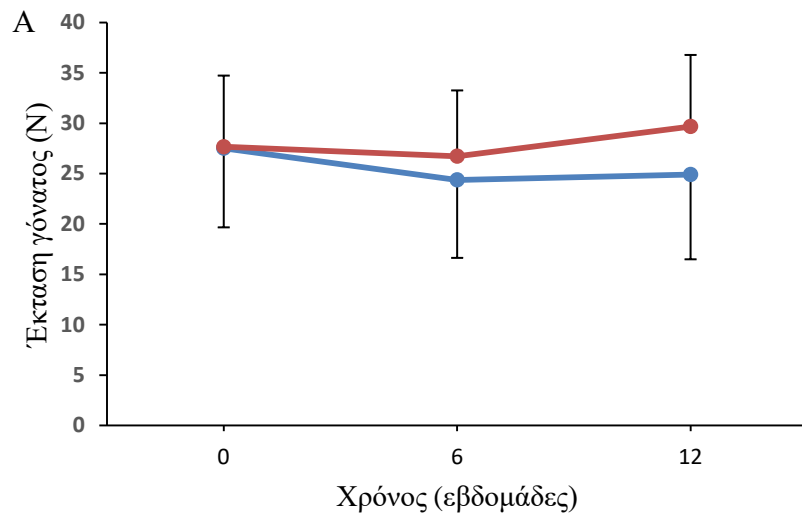
**Γράφημα 4.7.** Χειροδυναμομέτρηση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). \*σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αρχικές τιμές ( $p < 0,05$ ).

Στην αξιολόγηση της δύναμης στην άρθρωση του ώμου φαίνεται ότι παρόλο που δεν υπάρχει σημαντική επίδραση στην έκταση της άρθρωσης (Γράφημα 4.8 Α), στην κάμψη παρουσιάζεται μια σημαντική βελτίωση για την ερευνητική ομάδα ( $p < 0,05$ ) και μια σημαντική μείωση για την ομάδα ελέγχου ( $p < 0,05$ ) (Γράφημα 4.8 Β).





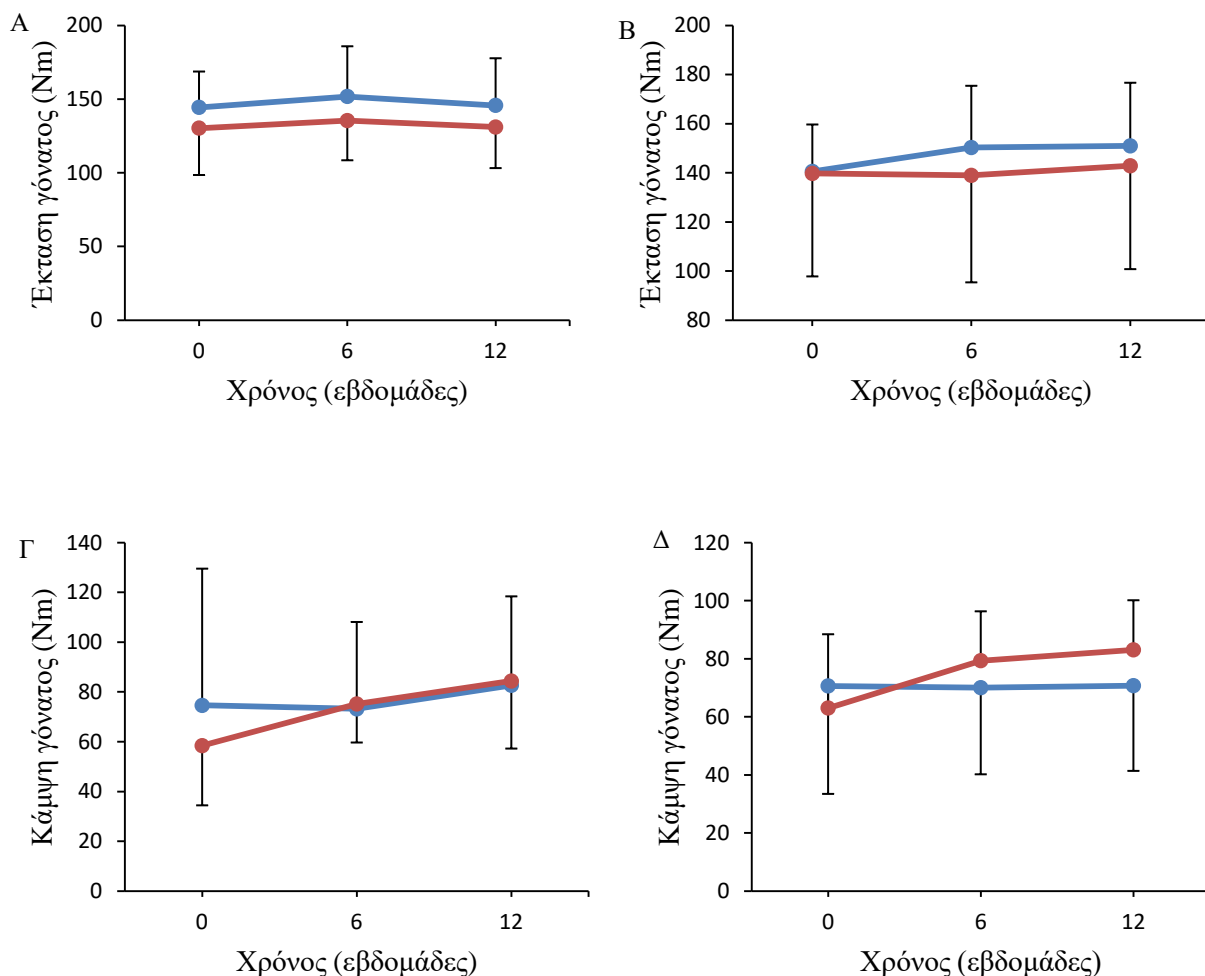
**Γράφημα 4.8.** Αξιολόγηση έκτασης (Α) και κάμψης (Β) του ώμου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). \*σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αρχικές τιμές ( $p < 0,05$ ).



**Γράφημα 4.9.** Αξιολόγηση έκτασης (Α) και κάμψης (Β) του γόνατος πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή).

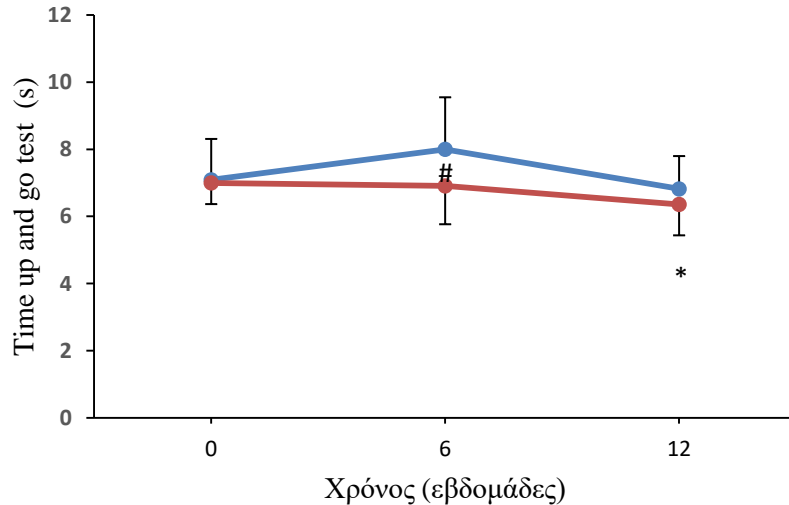
Η αξιολόγηση της δύναμης των εκτεινόντων και των καμπτήρων της άρθρωσης του γόνατος με το φορητό δυναμόμετρο δε φαίνεται να επηρεάστηκε από τη διατροφική παρέμβαση και για τις δύο ομάδες σε όλες τις χρονικές στιγμές (Γράφημα 4.9 A και B).

Παρόμοια ήταν η εικόνα της ισοκινητική σύγκεντρης ροπής των εκτεινόντων και των καμπτήρων της άρθρωσης του γόνατος όπου δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά τόσο μεταξύ των ομάδων όσο και στα χρονικά σημεία της αξιολόγησης (Γράφημα 4.10 A, B, Γ και Δ). Παρόλα αυτά, θα μπορούσαμε να επισημάνουμε ότι υπήρξε μια τάση για αύξηση της ροπής των οπίσθιων μηριαίων και των δύο άκρων την 6<sup>η</sup> και τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα της παρέμβασης για την ερευνητική ομάδα (Γράφημα 4.10 Γ και Δ).



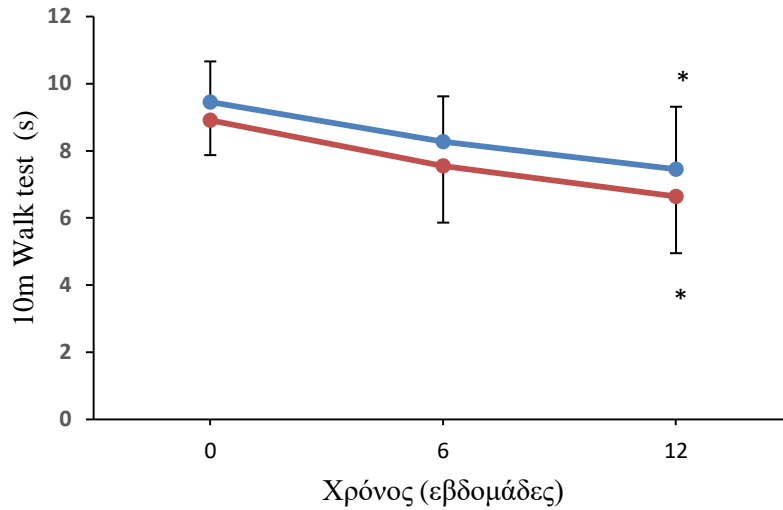
**Γράφημα 4.10.** Ισοκινητική αξιολόγηση δεξιών (A) και αριστερών (B) πρόσθιων και δεξιών (Γ) και αριστερών (Δ) οπίσθιων μηριαίων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή).

Η αξιολόγηση των λειτουργικών τεστ για τις δύο ομάδες έδειξε ότι η ερευνητική ομάδα παρουσίασε μια σημαντική βελτίωση τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα ( $p < 0.05$ ) στην αξιολόγηση time up and go (Γράφημα 4.11).

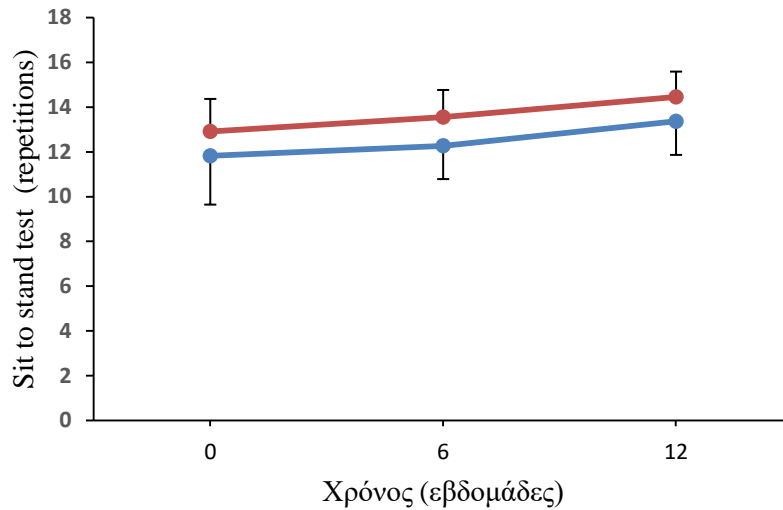


**Γράφημα 4.11.** Time up and go test πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). # σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Όσον αφορά το τεστ περπατήματος των 10 μέτρων οι δύο ομάδες παρουσίασαν παρόμοια σημαντική βελτίωση στη διάρκεια της παρέμβασης των 12 εβδομάδων ( $p < 0,05$ ) (Γράφημα 4.12). Τέλος η αξιολόγηση sit-to-stand δεν έδειξε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο γκρουπ (Γράφημα 4.13).



**Γράφημα 4.12.** 10m Walk test πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή). \*σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αρχικές τιμές ( $p < 0,05$ ).



**Γράφημα 4.13.** Sit to stand πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διατροφική παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου (μπλε γραμμή) και την πειραματική ομάδα (κόκκινη γραμμή).

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα εργασία αξιολόγησε το κατά πόσο η πρόσληψη των 1,5 g πρωτεΐνης/kgf σωματικής μάζας/ημέρα μπορούσε να έχει θετική επίδραση στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη των άνω και κάτω άκρων καθώς και τη λειτουργική ικανότητα ενηλίκων, μεγαλύτερης ηλικίας, με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (μη ινσουλινοεξαρτώμενων). Η καινοτομία της έρευνας ήταν ότι η πρόσληψη της πρωτεΐνης έγινε αποκλειστικά μέσω της διατροφής χωρίς να χρησιμοποιηθούν καθόλου συμπληρώματα. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε πως η ερευνητική ομάδα, η οποία κατανάλωνε μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεΐνης στα καθημερινά της γεύματα, στο διάστημα των 12 εβδομάδων, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, διατήρησε σταθερή τη σωματική της μάζα μειώνοντας τη λιπώδη και αυξάνοντας την άλιπη μάζα και παρουσίασε βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας συγκεντρώνοντας τις πιο υψηλές βαθμολογίες σε όλα τα τεστ αξιολόγησης. Παρόλα αυτά, η ερευνητική ομάδα δεν παρουσίασε σημαντική βελτίωση στα τεστ αξιολόγησης δύναμης άνω και κάτω άκρων καθώς και στην αξιολόγηση της ισοκινητικής ροπής των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων.

Σύμφωνα με τη μελέτη ανασκόπησης των ερευνητριών Deer & Volpi, (2015) η αυξημένη κατανάλωση πρωτεΐνης σε τακτική βάση και οι κατάλληλοι συνδυασμοί γευμάτων ενεργοποιούν στο μέγιστο τον ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης ενώ παράλληλα διατηρούν τη μυϊκή μάζα εξασφαλίζοντας τη λειτουργικότητα των ατόμων, ιδίως των ηλικιωμένων. Στην παρούσα εργασία η ομάδα παρέμβασης αύξησε την κατανάλωση πρωτεϊνών (g/ ημέρα) όπως ακριβώς της ζητήθηκε από την ερευνητική ομάδα (με στατιστικά σημαντική διαφορά την 6<sup>η</sup> και τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα,  $p=0,003$ ), μείωσε την πρόσληψη λιπών (με στατιστικά σημαντική διαφορά τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα,  $p= 0,039$ ) και διατήρησε σε σταθερά επίπεδα τους υδατάνθρακες. Από την άλλη πλευρά, δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες των ατόμων που συγκρότησαν την ομάδα ελέγχου. Η αξιολόγηση της σωματικής σύστασης μέσω του DEXA έδειξε πως παρόλο που το άθροισμα της σωματικής μάζας παρέμεινε το ίδιο τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην ομάδα παρέμβασης η σωματική σύσταση είχε διαφοροποιηθεί σημαντικά για κάθε γκρουπ. Ειδικότερα, στο διάστημα των 12 εβδομάδων η ομάδα ελέγχου ανέβασε το ποσοστό λίπους και μείωσε την άλιπη μάζα διατηρώντας το βάρος του σώματος σε σταθερά επίπεδα, ενώ κάτι τέτοιο δε συνέβη με την ομάδα παρέμβασης, η οποία κατάφερε να διατηρήσει τη σωματική της μάζα ενισχύοντας ταυτόχρονα την άλιπη μυϊκή μάζα. Βιβλιογραφικά, υπάρχει μια θετική συσχέτιση

μεταξύ διατροφής, με έμφαση στην πρωτεΐνη, και διατήρηση της μυϊκής μάζας, όμως χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε άτομα διαφορετικού φύλου που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (Bloom et al., 2018). Άλλωστε άτομα που εμφανίζουν οξεία ή χρόνια ασθένεια όπως ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II χρειάζονται περισσότερες διατροφικές πρωτεΐνες από έναν μέσο υγιή συνομήλικο, ενώ άτομα με σοβαρές παθήσεις ή τραυματισμούς ή με έντονο υποσιτισμό ενδέχεται να χρειαστούν έως και 2,0 γραμμάρια (gr) πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικής μάζας (Bauer et al., 2013).

Σε κατάσταση ηρεμίας, πριν από την έναρξη των δοκιμασιών, μετρήθηκε η αρτηριακή πίεση των συμμετεχόντων/-χουσών. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η διατήρηση μιας φυσιολογικής αρτηριακής πίεσης σε κατάσταση ηρεμίας για άτομα με σακχαρώδη διαβήτη προϋποθέτει την τακτική εξέταση και την υιοθέτηση υγιεινών καθημερινών συνηθειών, όπως η ισορροπημένη διατροφή και η άσκηση (Robinson, Cooper, & Sayer, 2012). Σε πρώτο επίπεδο η ερευνητική ομάδα θέλησε να ταξινομήσει τα άτομα σε νορμοτασικά ή μη και δευτερευόντως να αξιολογήσει τις διατροφικές τους συνήθειες. Τα αποτελέσματα μέσω των μετρήσεων της συστολικής και διαστολικής πίεσης αλλά και μέσω των πληροφοριών που εξήχθησαν από την τριήμερη καταγραφή των γευμάτων και των επιπέδων ενυδάτωσης έδειξαν ότι τα άτομα είχαν φυσιολογική αρτηριακή πίεση, δεν αισθάνονταν άγχος για τις δοκιμασίες που θα ακολουθούσαν όπως και ότι η αρτηριακή πίεση δε βρέθηκε να έχει επηρεαστεί από την διατροφική παρέμβαση και για τις δύο ομάδες ( $p < 0.05$ ).

Όσον αφορά τις αξιολογήσεις δύναμης άνω και κάτω άκρων αναμέναμε βελτίωση μέσω της διατροφικής παρέμβασης, ωστόσο αυτό δε φάνηκε να συμβαίνει στην πειραματική ομάδα. Πιο συγκεκριμένα, το τεστ της χειροδυναμομέτρησης [οι συμμετέχοντες/-χουσες αξιολογήθηκαν στο επιδέξιο χέρι τους (δεξί)] έδειξε ότι η ομάδα ελέγχου ξεκίνησε με υψηλές επιδόσεις, την 6<sup>η</sup> εβδομάδα συγκέντρωσε μικρότερη βαθμολογία και τη 12<sup>η</sup> κατέληξε με στατιστικά μικρότερη επίδοση ( $p < 0,05$ ). Η ομάδα παρέμβασης από την άλλη πλευρά, η οποία ξεκίνησε με λιγότερο καλή επίδοση φαίνεται να βελτιώθηκε την 6<sup>η</sup> εβδομάδα σε σημείο που να γειτνιάζει βαθμολογικά με την ομάδα ελέγχου, όμως στην τελευταία αξιολόγηση παρουσίασε και εκείνη πτώση. Παρόμοια αποτελέσματα απαντώνται σε έρευνες που αξιολόγησαν είτε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Gregorio et al., 2014) είτε υγιείς ηλικιωμένους (Nygård et al., 2020). Επιπλέον, στην αξιολόγηση της δύναμης στην άρθρωση του ώμου φαίνεται ότι παρόλο που δεν υπήρξε σημαντική επίδραση στην έκταση της άρθρωσης, στην κάμψη παρουσιάστηκε μια σημαντική

βελτίωση για την ομάδα παρέμβασης ( $p < 0,05$ ) και μια σημαντική μείωση για την ομάδα ελέγχου ( $p < 0,05$ ). Η αξιολόγηση της δύναμης των εκτεινόντων και των καμπτήρων της άρθρωσης του γόνατος με το φορητό δυναμόμετρο δε φαίνεται να επηρεάστηκε από τη διατροφική παρέμβαση και για τις δύο ομάδες στο διάστημα των 12 εβδομάδων. Παρόμοια ήταν και η εικόνα της ισοκινητική σύγκεντρης ροπής των εκτεινόντων και των καμπτήρων της άρθρωσης του γόνατος όπου δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά τόσο μεταξύ των ομάδων όσο και στα χρονικά σημεία της αξιολόγησης. Ωστόσο, υπήρξε μια τάση για αύξηση της ροπής των οπίσθιων μηριαίων και των δύο άκρων την 6<sup>η</sup> και τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα της παρέμβασης για την πειραματική ομάδα. Τα ευρήματα αυτά παρόλο που δεν επαρκούν για να επιβεβαιώσουν την αρχική υπόθεση της έρευνας βρίσκονται σε συνάρτηση με την ανασκοπική μελέτη των Bloom και συν., (2018) οι οποίοι αναφέρουν πως τα αποτελέσματα της σχέσης διατροφής και μυϊκής δύναμης είναι ασύμφωνα. Η έρευνα των Villani και συνεργατών του (2021) υποστηρίζει πως δε συσχετίζεται η πρωτεϊνική διατροφή με την εξέλιξη της μυϊκής αδυναμίας σε ηλικιωμένους διαβητικούς τύπου II. Επιπλέον η έρευνα των Højfeldt και συνεργατών του (2020) αναφέρουν πως η αυξημένη διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης δε συσχετίζεται με τη μυϊκή δύναμη και απόδοση σε υγιείς ηλικιωμένους. Στον αντίποδα υπάρχουν έρευνες και αρκετές από αυτές έχουν αξιολογήσει γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας με προβλήματα οστεοπόρωσης που δείχνουν να υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ διατροφής με αυξημένη πρωτεΐνη και μυϊκής δύναμης (Beasley et al., 2010; Henson et al., 2022; Isanejad et al., 2016; McLean et al., 2016) όμως δεν είναι ξεκάθαρο ακόμη σε τι βαθμό επιδρά η διατροφή στην πρόληψη και την επιβράδυνση της μυϊκής αδυναμίας.

Αντιθέτως, δεν υπάρχουν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα για τη σχέση διατροφής και σωματικής απόδοσης. Η συσχέτιση μεταξύ τους είναι θετική και ισχυρή όπως αποδεικνύεται μέσα από έρευνες σε ηλικιωμένους (Fougère et al., 2016; Granic et al., 2016; León-Muñoz et al., 2015; Perälä et al., 2016; Zbeida et al., 2014). Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας σχετικά με την απόδοση των συμμετεχόντων/-χουσών στα λειτουργικά τεστ αξιολόγησης υποστηρίζουν αυτή τη δυνατή σχέση επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση της ερευνητικής ομάδας. Τα λειτουργικά τεστ που πραγματοποιήθηκαν [α) Time up and go test, β) 10m Walk test και γ) Sit to Stand test] χρησιμοποιούνται ευρέως, σε κλινικές μελέτες και μη, για την αξιολόγηση της μυϊκής απόδοσης και λειτουργικότητας σε ανθρώπους με περιορισμένη κινητικότητα (Benavent-Caballer et al., 2016; Da Costa et al., 2013). Η ομάδα που επέτυχε τις καλύτερες επιδόσεις σε όλα τα λειτουργικά τεστ ήταν η ομάδα παρέμβασης παρόλο που βελτίωση επέζη και στα δύο γκρουπ



της έρευνας σε όλες τις δοκιμασίες που έλαβαν μέρος. Η ομάδα παρέμβασης ξεχώρισε τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα στα τεστ time up and go και 10m Walk ( $p < 0,05$ ). Το γεγονός πως η πειραματική ομάδα υπερτερούσε σε όλα τα τεστ, σε κάθε χρονική φάση αξιολόγησης, αποδεικνύει πως δεν αρκούσε μόνο η εξοικείωση και η εξάσκηση αλλά και η τήρηση ενός ισορροπημένου διατροφικού προγράμματος που θα έδινε στους/στις συμμετέχοντες/-χουσες την απαραίτητη ενέργεια που χρειάζονταν για τις καθημερινές τους ανάγκες.

Στο παρόν ερευνητικό εγχείρημα η αξιολόγηση της ισοκινητικής δυναμομετρίας δεν εφαρμόστηκε σε όλο το δείγμα αλλά σε ένα μικρό αριθμό ατόμων εξαιτίας τεχνικών κολημάτων για αυτό και η συγκεκριμένη μέτρηση χρειάζεται εμπλουτισμό για να δώσει πιο ισχυρά ευρήματα. Ένας ακόμη αναπόφευκτος περιορισμός της συγκεκριμένης έρευνας αποτελεί το ενδεχόμενο οι συμμετέχοντες/-χουσες να απέκλιναν ελαφρώς από το ενδεδειγμένο διατροφικό πρόγραμμα παρόλο που τα ευρήματα δείχνουν τα άτομα να είχαν συμμορφωθεί με τις οδηγίες των ειδικών.

Η συγκεκριμένη έρευνα απέδειξε πως άτομα προχωρημένης ηλικίας με σακχαρώδη διαβήτη μπορούν μέσω της διατροφής τους να μειώσουν τη σαρκοπενική απώλεια μυϊκής μάζας, να βελτιώσουν παραμέτρους της φυσικής τους κατάστασης που θα έχει ως αποτέλεσμα να καταστήσουν τους εαυτούς τους ικανούς να αυτοεξυπηρετηθούν και να αυτοσυντηρηθούν για πολλές δεκαετίες ακόμη. Παρόλα αυτά σε αυτήν την ερευνητική προσπάθεια αξιολογήθηκε μόνο η παράμετρος της ημερήσιας πρόσληψης πρωτεΐνης σε ηλικιωμένους διαβητικούς. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να συμπεριλάβουν μεγαλύτερο δείγμα εξετάζοντας περισσότερες παραμέτρους όπως εάν έχει αξία η στιγμή της χρονικής λήψης της πρωτεΐνης μεταξύ των γευμάτων ή κατά πόσο μπορεί να επηρεάσει η πρωτεΐνη τον εκφυλιστικό ρυθμό της μυϊκής δύναμης σε άνδρες και γυναίκες άνω των 50 ετών. Τέλος, παρόλο που βρέθηκαν οφέλη για τη σωματική σύσταση και απόδοση των συμμετεχόντων/-χουσών σε διάστημα παρέμβασης μόλις 12 εβδομάδων, θα ήταν πραγματικά ενδιαφέρουσα μια μελέτη που να επιμηκύνει τη διάρκειά της δίνοντας περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα της διατροφικής παρέμβασης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αμφίδρομη σχέση της σαρκοπενίας με τον σακχαρώδη διαβήτη πυροδοτεί μια σειρά αρνητικών επιπτώσεων για την υγεία των ηλικιωμένων ατόμων. Η μεγαλύτερη πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής, ωστόσο, φαίνεται να βοηθά τόσο στη διατήρηση της άλιπης σωματικής μάζας όσο και στη ρύθμιση της γλυκόζης. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η εξέταση της επίδρασης της αυξημένης διαιτητικής πρόσληψης πρωτεϊνών στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη άνω και κάτω άκρων, την ισοκινητική ροπή των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων και τη λειτουργική ικανότητα ενηλίκων μεγαλύτερης ηλικίας που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (μη ινσουλινοεξαρτώμενων). Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν έντεκα άνδρες (N=11) και έντεκα γυναίκες (N=11) (στη φάση της εμμηνόπαυσης) με μέση ηλικία τα  $59,9 \pm 7,5$  έτη. Το δείγμα τυχαιοποιημένα κατηγοριοποιήθηκε σε ομάδα ελέγχου ( $n_1=11$ ), η οποία λάμβανε 0,8 g πρωτεΐνης/kg/day και σε ομάδα παρέμβασης ( $n_2=11$ ), η οποία λάμβανε 1,5 g πρωτεΐνης/kg/day για ένα διάστημα 12 εβδομάδων. Οι δύο δίαιτες ήταν ισοθερμιδικές. Η αξιολόγηση της σωματικής σύστασης, των παραμέτρων της δύναμης και της λειτουργικής ικανότητας αξιολογήθηκαν πριν την παρέμβαση, στις 6 και στις 12 εβδομάδες. Για τη στατιστική ανάλυση σε όλες τις παραμέτρους χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (2-way ANOVA) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο χρόνο. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι μόνο η ομάδα παρέμβασης τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα παρουσίασε αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας διατηρώντας σταθερή τη συνολική μάζα σώματος και στατιστικά σημαντική βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας όπως αξιολογήθηκε στα τεστ time up and go και 10m περπάτημα ( $p<0,05$ ). Αναφορικά με τα τεστ αξιολόγησης δύναμης άνω και κάτω άκρων και της ισοκινητικής ροπής των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά τόσο στο χρόνο όσο και μεταξύ των ομάδων. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η διατροφή ατόμων που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (μη ινσουλινοεξαρτώμενων), πλούσια σε πρωτεΐνες, έχει θετική επίδραση στη σωματική σύσταση και τη λειτουργική ικανότητα. Η μυϊκή δύναμη δε φαίνεται να επηρεάζεται μόνο από την μεγαλύτερη πρόσληψη πρωτεϊνών μέσω της διατροφής.

**Λέξεις κλειδιά:** γήρας, διατροφή, πρωτεΐνη, πρωτεϊνική πρόσληψη, πρωτεϊνοσύνθεση, ινσουλίνη, σκελετικός μυς, σαρκοπενία, σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, μυϊκή δύναμη, ισοκινητική δυναμομέτρηση.

## ABSTRACT

The two-way relationship between sarcopenia and diabetes mellitus triggers a number of negative health consequences for older people. Supplementing the diet with protein, however, seems to help both in maintaining their muscle mass and in regulating glucose. The aim of the present study was to examine the effect of increased dietary protein intake on muscle mass, upper and lower limb muscle strength, anterior and posterior thigh isokinetic torque and functional capacity in older adults with type II diabetes mellitus (non-insulin-dependent). The participants were eleven men (N=11) and eleven women (N=11) (all in the menopausal phase) with an average age of  $59,9 \pm 7,5$  years. The sample was randomized into a control group ( $n_1=11$ ), which consumed 0,8 g protein/kg/day and an intervention group ( $n_2=11$ ), which consumed 1,5 g protein/kg/day over a duration of 12 weeks. The diets of both groups were isocaloric. Assessments of body composition, muscle strength and functional ability were performed at baseline, at 6<sup>th</sup> and at 12<sup>th</sup> week of intervention. Two-factor analysis of variance (2-way ANOVA) with repeated measures over time was used for statistical analysis on all parameters. It was found that by the 12<sup>th</sup> week only the intervention group increased lean mass while maintained a stable body mass as well as revealed significant improvement in all assessments of functional ability, that is, the time up and go and the 10m Walk tests ( $p<0.05$ ). Regarding muscle strength there was no significant effect of dietary intervention in time or between groups. In conclusion, it is clear that dietary higher protein consumption in individuals suffering type II diabetes mellitus (no-insuline-depented) has a positive impact on body composition and functional capacity. Muscular strength does not seem to be affected by the higher protein consumption strictly through diet.

**Key words:** ageing, nutrition, protein, protein intake, protein synthesis, insulin, skeletal muscle, sarcopenia, type II diabetes mellitus, muscle strength, isokinetic dynamometry.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbatecola, A. M., Paolisso, G., Fattoretti, P., Evans, W. J., Fiore, V., Dicioccio, L., & Lattanzio, F. (2011). Discovering pathways of sarcopenia in older adults: a role for insulin resistance on mitochondria dysfunction. *The journal of nutrition, health & aging*, *15*, 890-895.

Agarwal, E., Miller, M., Yaxley, A., & Isenring, E. (2013). Malnutrition in the elderly: a narrative review. *Maturitas*, *76*(4), 296-302.

Alemán-Mateo, H., López Teros, M. T., Ramírez C, F. A., & Astiazarán-García, H. (2014). Association between insulin resistance and low relative appendicular skeletal muscle mass: evidence from a cohort study in community-dwelling older men and women participants. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *69*(7), 871-877.

Alva, M. D. C. V., Camacho, M. E. I., Velázquez, J. D., & Lazarevich, I. (2013). The relationship between sarcopenia, undernutrition, physical mobility and basic activities of daily living in a group of elderly women of Mexico City. *Nutricion hospitalaria*, *28*(2), 514-521.

Anderson, L. J., Liu, H., & Garcia, J. M. (2017). Sex differences in muscle wasting. *Sex and gender factors affecting metabolic homeostasis, diabetes and obesity*, 153-197.

Argyropoulou, D., Geladas, N. D., Nomikos, T., & Paschalis, V. (2022). Exercise and nutrition strategies for combating sarcopenia and type 2 diabetes mellitus in older adults. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *7*(2), 48.

Bachettini, N. P., Bielemann, R. M., Barbosa-Silva, T. G., Menezes, A. M. B., Tomasi, E., & Gonzalez, M. C. (2020). Sarcopenia as a mortality predictor in community-dwelling older adults: a comparison of the diagnostic criteria of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *European journal of clinical nutrition*, *74*(4), 573-580.

Batsis, J. A., Mackenzie, T. A., Jones, J. D., Lopez-Jimenez, F., & Bartels, S. J. (2016). Sarcopenia, sarcopenic obesity and inflammation: Results from the 1999–2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Clinical Nutrition*, *35*(6), 1472-1483.

Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., ... & Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a

position paper from the PROT-AGE Study Group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542-559.

Baumann, C. W., Kwak, D., Liu, H. M., & Thompson, L. V. (2016). Age-induced oxidative stress: how does it influence skeletal muscle quantity and quality?. *Journal of Applied Physiology*, 121(5), 1047-1052.

Beasley, J. M., LaCroix, A. Z., Neuhausser, M. L., Huang, Y., Tinker, L., Woods, N., ... & Prentice, R. L. (2010). Protein intake and incident frailty in the Women's Health Initiative observational study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(6), 1063-1071.

Beasley, J. M., Shikany, J. M., & Thomson, C. A. (2013). The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia of aging. *Nutrition in clinical practice*, 28(6), 684-690.

Beaudart, C., Buckinx, F., Rabenda, V., Gillain, S., Cavalier, E., Slomian, J., ... & Bruyère, O. (2014). The effects of vitamin D on skeletal muscle strength, muscle mass, and muscle power: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 99(11), 4336-4345.

Beck, A. M., Kjær, S., Hansen, B. S., Storm, R. L., Thal-Jantzen, K., & Bitz, C. (2013). Follow-up home visits with registered dietitians have a positive effect on the functional and nutritional status of geriatric medical patients after discharge: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(6), 483-493.

Benavent-Caballer, V., Sendín-Magdalena, A., Lisón, J. F., Rosado-Calatayud, P., Amer-Cuenca, J. J., Salvador-Coloma, P., & Segura-Ortí, E. (2016). Physical factors underlying the Timed "Up and Go" test in older adults. *Geriatric nursing*, 37(2), 122-127.

Bennie, S., Bruner, K., Dizon, A., Fritz, H., Goodman, B., & Peterson, S. (2003). Measurements of balance: comparison of the Timed "Up and Go" test and Functional Reach test with the Berg Balance Scale. *Journal of Physical Therapy Science*, 15(2), 93-97.

Beyer, I., Mets, T., & Bautmans, I. (2012). Chronic low-grade inflammation and age-related sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 15(1), 12-22.

- Bianchi, L., & Volpato, S. (2016). Muscle dysfunction in type 2 diabetes: a major threat to patient's mobility and independence. *Acta diabetologica*, *53*, 879-889.
- Bloom, I., Shand, C., Cooper, C., Robinson, S., & Baird, J. (2018). Diet quality and sarcopenia in older adults: a systematic review. *Nutrients*, *10*(3), 308.
- Boccardi, V., & Paolisso, G. (2014). The link between insulin resistance and mobility limitation in older persons. *Current Pharmaceutical Design*, *20*(19), 3095-3098.
- Bollwein, J., Diekmann, R., Kaiser, M. J., Bauer, J. M., Uter, W., Sieber, C. C., & Volkert, D. (2013). Distribution but not amount of protein intake is associated with frailty: a cross-sectional investigation in the region of Nürnberg. *Nutrition journal*, *12*, 1-7.
- Bollwein, J., Diekmann, R., Kaiser, M. J., Bauer, J. M., Uter, W., Sieber, C. C., & Volkert, D. (2013). Dietary quality is related to frailty in community-dwelling older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *68*(4), 483-489.
- Borack, M. S., & Volpi, E. (2016). Efficacy and safety of leucine supplementation in the elderly. *The Journal of nutrition*, *146*(12), 2625S-2629S.
- Bouillanne, O., Curis, E., Hamon-Vilcot, B., Nicolis, I., Chrétien, P., Schauer, N., ... & Aussel, C. (2013). Impact of protein pulse feeding on lean mass in malnourished and at-risk hospitalized elderly patients: a randomized controlled trial. *Clinical nutrition*, *32*(2), 186-192.
- Breen, L., & Phillips, S. M. (2011). Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. *Nutrition & metabolism*, *8*(1), 1-11.
- Burd, N. A., Gorissen, S. H., & Van Loon, L. J. (2013). Anabolic resistance of muscle protein synthesis with aging. *Exercise and sport sciences reviews*, *41*(3), 169-173.
- Campbell, W. W., Johnson, C. A., McCabe, G. P., & Carnell, N. S. (2008). Dietary protein requirements of younger and older adults. *The American journal of clinical nutrition*, *88*(5), 1322-1329.
- Cerri, A. P., Bellelli, G., Mazzone, A., Pittella, F., Landi, F., Zambon, A., & Annoni, G. (2015). Sarcopenia and malnutrition in acutely ill hospitalized elderly: Prevalence and outcomes. *Clinical nutrition*, *34*(4), 745-751.

- Cesari, M., Penninx, B. W., Pahor, M., Lauretani, F., Corsi, A. M., Williams, G. R., ... & Ferrucci, L. (2004). Inflammatory markers and physical performance in older persons: the InCHIANTI study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(3), M242-M248.
- Chamorro, C., Armijo-Olivo, S., De la Fuente, C., Fuentes, J., & Chiroso, L. J. (2017). Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. *Open medicine*, 12(1), 359-375.
- Cleasby, M. E., Jamieson, P. M., & Atherton, P. J. (2016). Insulin resistance and sarcopenia: mechanistic links between common co-morbidities. *Journal of Endocrinol*, 229(2), R67-R81.
- Conn, C. S., & Qian, S. B. (2011). mTOR signaling in protein homeostasis: less is more?. *Cell cycle*, 10(12), 1940-1947.
- Craig, J. V., Bunn, D. K., Hayhoe, R. P., Appleyard, W. O., Lenaghan, E. A., & Welch, A. A. (2017). Relationship between the Mediterranean dietary pattern and musculoskeletal health in children, adolescents, and adults: Systematic review and evidence map. *Nutrition reviews*, 75(10), 830-857.
- Cramer, J. T., Jenkins, N. D., Mustad, V. A., & Weir, J. P. (2017). Isokinetic dynamometry in healthy versus sarcopenic and malnourished elderly: Beyond simple measurements of muscle strength. *Journal of Applied Gerontology*, 36(6), 709-732.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... & Zamboni, M. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16-31.
- Cui, M., Gang, X., Wang, G., Xiao, X., Li, Z., Jiang, Z., & Wang, G. (2020). A cross-sectional study: Associations between sarcopenia and clinical characteristics of patients with type 2 diabetes. *Medicine*, 99(2).
- Cuthbertson, D., Smith, K., Babraj, J., Leese, G., Waddell, T., Atherton, P., ... & Rennie, M. J. (2005). Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. *The FASEB Journal*, 19(3), 1-22.

- Da Costa, C. S. N., & Rocha, N. A. C. (2013). Sit-to-stand movement in children: a longitudinal study based on kinematics data. *Human Movement Science*, 32(4), 836-846.
- De Ste Croix, M. B., Deighan, M. A., & Armstrong, N. (2003). Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports medicine*, 33, 727-743.
- Deer, R. R., & Volpi, E. (2015). Protein intake and muscle function in older adults. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 18(3), 248.
- DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Groop, L., Henry, R. R., Herman, W. H., Holst, J. J., ... & Weiss, R. (2015). Type 2 diabetes mellitus. *Nature reviews Disease primers*, 1(1), 1-22.
- Dela, F., & Helge, J. W. (2013). Insulin resistance and mitochondrial function in skeletal muscle. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 45(1), 11-15.
- Deutz, N. E., & Wolfe, R. R. (2013). Is there a maximal anabolic response to protein intake with a meal?. *Clinical nutrition*, 32(2), 309-313.
- Deutz, N. E., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosity-Westphal, A., ... & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical nutrition*, 33(6), 929-936.
- Dickinson, J. M., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2013). Exercise and nutrition to target protein synthesis impairments in aging skeletal muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(4), 216.
- Domingues-Faria, C., Vasson, M. P., Goncalves-Mendes, N., Boirie, Y., & Walrand, S. (2016). Skeletal muscle regeneration and impact of aging and nutrition. *Ageing research reviews*, 26, 22-36.
- Douglas, P.M., & Dillin, A. (2010). Protein homeostasis and aging in neurodegeneration. *Journal of Cell Biology*, 190(5), 719-729.
- Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European journal of applied physiology*, 91, 22-29.
- Dvir, Z., & Müller, S. (2020). Multiple-joint isokinetic dynamometry: a critical review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 587-601.



- Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R., & Brooks, S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, *34*(11), 1091-1096.
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., ... & 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.
- Fougère, B., Mazzuco, S., Spagnolo, P., Guyonnet, S., Vellas, B., Cesari, M., & Gallucci, M. (2016). Association between the Mediterranean-style dietary pattern score and physical performance: Results from TRELONG study. *The journal of nutrition, health & aging*, *20*, 415-419.
- Gault, M. L., & Willems, M. E. (2013). Aging, functional capacity and eccentric exercise training. *Aging and disease*, *4*(6), 351.
- Gomes, M. J., Martinez, P. F., Pagan, L. U., Damatto, R. L., Cezar, M. D. M., Lima, A. R. R., ... & Okoshi, M. P. (2017). Skeletal muscle aging: influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget*, *8*(12), 20428.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., ... & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *61*(10), 1059-1064.
- Granic, A., Jagger, C., Davies, K., Adamson, A., Kirkwood, T., Hill, T. R., ... & Sayer, A. A. (2016). Effect of dietary patterns on muscle strength and physical performance in the very old: findings from the Newcastle 85+ study. *PloS one*, *11*(3), e0149699.
- Granic, A., Sayer, A. A., & Robinson, S. M. (2019). Dietary patterns, skeletal muscle health, and sarcopenia in older adults. *Nutrients*, *11*(4), 745.
- Gregorio, L., Brindisi, J., Kleppinger, A., Sullivan, R., Mangano, K. M., Bihuniak, J. D., ... & Insogn, K. L. (2014). Adequate dietary protein is associated with better physical performance among post-menopausal women 60–90 years. *The journal of nutrition, health & aging*, *18*, 155-160.

- Groop, L., Forsblom, C., Lehtovirta, M., Tuomi, T., Karanko, S., Nissén, M., ... & Taskinen, M. R. (1996). Metabolic consequences of a family history of NIDDM (the Botnia study): evidence for sex-specific parental effects. *Diabetes*, *45*(11), 1585-1593.
- Guerrero, M. L. P., Pérez-Rodríguez, F., & Hueda, M. (2017). Diet quality indices for nutrition assessment: Types and applications. *Functional Food-Improve Health through Adequate Food*, *1*, 283-308.
- Guizelini, P. C., de Aguiar, R. A., Denadai, B. S., Caputo, F., & Greco, C. C. (2018). Effect of resistance training on muscle strength and rate of force development in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology*, *102*, 51-58.
- Henson, J., Arsenyadis, F., Redman, E., Brady, E. M., Coull, N. A., Edwardson, C. L., ... & Yates, T. (2022). Relative protein intake and associations with markers of physical function in those with type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, *39*(8), e14851.
- Højfeldt, G., Nishimura, Y., Mertz, K., Schacht, S. R., Lindberg, J., Jensen, M., ... & Holm, L. (2020). Daily protein and energy intake are not associated with muscle mass and physical function in healthy older individuals—a cross-sectional study. *Nutrients*, *12*(9), 2794.
- Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. A., Newman, A. B., ... & Health ABC Study. (2008). Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *The American journal of clinical nutrition*, *87*(1), 150-155.
- Huxley, R., Mendis, S., Zheleznyakov, E., Reddy, S., & Chan, J. (2010). Body mass index, waist circumference and waist: hip ratio as predictors of cardiovascular risk—a review of the literature. *European journal of clinical nutrition*, *64*(1), 16-22.
- Inzitari, M., Doets, E., Bartali, B., Benetou, V., Di Bari, M., Visser, M., ... & International Association Of Gerontology And Geriatrics (IAGG) Task Force For Nutrition In The Elderly. (2011). Nutrition in the age-related disablement process. *The journal of nutrition, health & aging*, *15*, 599-604.
- Isanejad, M., Mursu, J., Sirola, J., Kröger, H., Rikkinen, T., Tuppurainen, M., & Erkkilä, A. T. (2016). Dietary protein intake is associated with better physical function and muscle strength among elderly women. *British Journal of Nutrition*, *115*(7), 1281-1291.

- Isanejad, M., Sirola, J., Mursu, J., Rikkinen, T., Kröger, H., Tuppurainen, M., & Erkkilä, A. T. (2018). Association of the Baltic Sea and Mediterranean diets with indices of sarcopenia in elderly women, OSP TRE-FPS study. *European journal of nutrition*, *57*, 1435-1448.
- Jara, C. A. C., González, I. J. B., Ríos, L. J. C., Tamayo, I. M., Fuenzalida, A. E. L., & Ríos, I. J. C. (2014). Validación y fiabilidad del dispositivo Haefni Health System 1.0 en la medición de la velocidad en el rango isocinético. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, *14*(2), 91-98.
- Joseph, A. M., Adhietty, P. J., & Leeuwenburgh, C. (2016). Beneficial effects of exercise on age-related mitochondrial dysfunction and oxidative stress in skeletal muscle. *The Journal of physiology*, *594*(18), 5105-5123.
- Kalyani, R. R., Metter, E. J., Egan, J., Golden, S. H., & Ferrucci, L. (2015). Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. *Diabetes care*, *38*(1), 82-90.
- Kent-Braun, J. A. (2009). Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage?. *Exercise and sport sciences reviews*, *37*(1), 3.
- Kim, K. S., Park, K. S., Kim, M. J., Kim, S. K., Cho, Y. W., & Park, S. W. (2014). Type 2 diabetes is associated with low muscle mass in older adults. *Geriatrics & gerontology international*, *14*, 115-121.
- Kim, T. N., Park, M. S., Yang, S. J., Yoo, H. J., Kang, H. J., Song, W., ... & Choi, K. M. (2010). Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes care*, *33*(7), 1497-1499.
- Koster, A., Ding, J., Stenholm, S., Caserotti, P., Houston, D. K., Nicklas, B. J., ... & Health ABC study. (2011). Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults?. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *66*(8), 888-895.
- Kuriyan, R., Lokesh, D. P., Selvam, S., Jayakumar, J., Philip, M. G., Shreeram, S., & Kurpad, A. V. (2016). The relationship of endogenous plasma concentrations of  $\beta$ -Hydroxy  $\beta$ -Methyl Butyrate (HMB) to age and total appendicular lean mass in humans. *Experimental gerontology*, *81*, 13-18.

- Lam, B. C. C., Koh, G. C. H., Chen, C., Wong, M. T. K., & Fallows, S. J. (2015). Comparison of body mass index (BMI), body adiposity index (BAI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore. *PloS one*, *10*(4), e0122985.
- Layman, D. K. (2003). The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *The Journal of nutrition*, *133*(1), 261S-267S.
- Layman, D. K., & Baum, J. I. (2004). Dietary protein impact on glycemic control during weight loss. *The Journal of nutrition*, *134*(4), 968S-973S.
- León-Muñoz, L. M., García-Esquinas, E., López-García, E., Banegas, J. R., & Rodríguez-Artalejo, F. (2015). Major dietary patterns and risk of frailty in older adults: a prospective cohort study. *BMC medicine*, *13*(1), 1-9.
- Li, R. C., Jasiewicz, J. M., Middleton, J., Condie, P., Barriskill, A., Hebnes, H., & Purcell, B. (2006). The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *87*(3), 411-417.
- Lo, J. H. T., Yiu, T., Ong, M. T. Y., & Lee, W. Y. W. (2020). Sarcopenia: Current treatments and new regenerative therapeutic approaches. *Journal of orthopaedic translation*, *23*, 38-52.
- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. *Cell*, *153*(6), 1194-1217.
- Lord, S. R., Murray, S. M., Chapman, K., Munro, B., & Tiedemann, A. (2002). Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(8), M539-M543.
- Lowsky, D. J., Olshansky, S. J., Bhattacharya, J., & Goldman, D. P. (2014). Heterogeneity in healthy aging. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *69*(6), 640-649.
- Luiking, Y. C., Deutz, N. E., Memelink, R. G., Verlaan, S., & Wolfe, R. R. (2014). Postprandial muscle protein synthesis is higher after a high whey protein, leucine-enriched supplement than

after a dairy-like product in healthy older people: a randomized controlled trial. *Nutrition journal*, 13(1), 1-14.

Lyssenko, V., Almgren, P., Anevski, D., Perfekt, R., Lahti, K., Nissén, M., ... & Botnia Study Group. (2005). Predictors of and longitudinal changes in insulin sensitivity and secretion preceding onset of type 2 diabetes. *Diabetes*, 54(1), 166-174.

Mamerow, M. M., Mettler, J. A., English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-Lantz, E., Sheffield-Moore, M., ... & Paddon-Jones, D. (2014). Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. *The Journal of nutrition*, 144(6), 876-880.

Martinez-Gonzalez, M. A., & Martin-Calvo, N. (2016). Mediterranean diet and life expectancy; beyond olive oil, fruits and vegetables. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 19(6), 401.

Marzetti, E., Calvani, R., Tosato, M., Cesari, M., Di Bari, M., Cherubini, A., ... & SPRINTT Consortium. (2017). Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging clinical and experimental research*, 29, 35-42.

McClure, R., & Villani, A. (2017). Mediterranean Diet attenuates risk of frailty and sarcopenia: New insights and future directions. *JCSM Clinical Reports*, 2(2), 1-17.

McGregor, R. A., Cameron-Smith, D., & Poppitt, S. D. (2014). It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longevity & healthspan*, 3(1), 1-8.

McLean, R. R., Mangano, K. M., Hannan, M. T., Kiel, D. P., & Sahni, S. (2016). Dietary protein intake is protective against loss of grip strength among older adults in the Framingham offspring cohort. *Journals of gerontology series A: Biomedical sciences and medical sciences*, 71(3), 356-361.

Meng, S. J., & Yu, L. J. (2010). Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. *International journal of molecular sciences*, 11(4), 1509-1526.

Mesinovic, J., McMillan, L. B., Shore-Lorenti, C., De Courten, B., Ebeling, P. R., & Scott, D. (2019). Metabolic syndrome and its associations with components of sarcopenia in overweight and obese older adults. *Journal of clinical medicine*, 8(2), 145.

- Mesinovic, J., Zengin, A., De Courten, B., Ebeling, P. R., & Scott, D. (2019). Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional relationship. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 1057-1072.
- Messier, V., Rabasa-Lhoret, R., Barbat-Artigas, S., Elisha, B., Karelis, A. D., & Aubertin-Leheudre, M. (2011). Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. *Maturitas*, 68(4), 331-336.
- Meyer, C., Corten, K., Wesseling, M., Peers, K., Simon, J. P., Jonkers, I., & Desloovere, K. (2013). Test-retest reliability of innovated strength tests for hip muscles. *PLoS one*, 8(11), e81149.
- Milaneschi, Y., Bandinelli, S., Corsi, A. M., Lauretani, F., Paolisso, G., Dominguez, L. J., ... & Ferrucci, L. (2011). Mediterranean diet and mobility decline in older persons. *Experimental gerontology*, 46(4), 303-308.
- Mitnitski, A., Howlett, S. E., & Rockwood, K. (2017). Heterogeneity of human aging and its assessment. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 72(7), 877-884.
- Montero-Fernández, N., & Serra-Rexach, J. A. (2013). Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 49(1), 131-143.
- Morse, M. H., Haub, M. D., Evans, W. J., & Campbell, W. W. (2001). Protein requirement of elderly women: nitrogen balance responses to three levels of protein intake. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(11), M724-M730.
- Muir, S. W., & Montero-Odasso, M. (2011). Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(12), 2291-2300.
- Nathan, D. M. (2015). Diabetes: advances in diagnosis and treatment. *Jama*, 314(10), 1052-1062.
- Nikolov, J., Spira, D., Aleksandrova, K., Otten, L., Meyer, A., Demuth, I., ... & Norman, K. (2016). Adherence to a Mediterranean-style diet and appendicular lean mass in community-dwelling older people: results from the Berlin Aging Study II. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 71(10), 1315-1321.

- Nilwik, R., Snijders, T., Leenders, M., Groen, B. B., van Kranenburg, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. (2013). The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Experimental gerontology*, 48(5), 492-498.
- Nomura, T., Kawae, T., Kataoka, H., & Ikeda, Y. (2018). Assessment of lower extremity muscle mass, muscle strength, and exercise therapy in elderly patients with diabetes mellitus. *Environmental health and preventive medicine*, 23(1), 1-7.
- Nygård, L. K., Dahl, L., Mundal, I., Šaltytė Benth, J., & Rokstad, A. M. M. (2020). Protein intake, protein mealtime distribution and seafood consumption in elderly Norwegians: associations with physical function and strength. *Geriatrics*, 5(4), 100.
- Paddon-Jones, D., & Leidy, H. (2014). Dietary protein and muscle in older persons. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 17(1), 5.
- Papadopoulou, S. K. (2020). Sarcopenia: A contemporary health problem among older adult populations. *Nutrients*, 12(5), 1293.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Lee, J. S., Kuller, L. H., Boudreau, R., De Rekeneire, N., ... & Health, Aging, and Body Composition Study. (2009). Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes care*, 32(11), 1993-1997.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., de Rekeneire, N., Harris, T. B., Schwartz, A. V., ... & Newman, A. B. (2006). Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes*, 55(6), 1813-1818.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., Kuller, L. H., Broudeau, R., Kammerer, C., ... & Health, Aging, and Body Composition Study. (2007). Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes care*, 30(6), 1507-1512.
- Pasquet, B., Carpentier, A., Duchateau, J., & Hainaut, K. (2000). Muscle fatigue during concentric and eccentric contractions. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 23(11), 1727-1735.

- Perälä, M. M., von Bonsdorff, M., Männistö, S., Salonen, M. K., Simonen, M., Kanerva, N., ... & Eriksson, J. G. (2016). A healthy Nordic diet and physical performance in old age: findings from the longitudinal Helsinki Birth Cohort Study. *British Journal of Nutrition*, *115*(5), 878-886.
- Peters, D. M., Fritz, S. L., & Krotish, D. E. (2013). Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *Journal of geriatric physical therapy*, *36*(1), 24-30.
- Rafii, M., Chapman, K., Owens, J., Elango, R., Campbell, W. W., Ball, R. O., ... & Courtney-Martin, G. (2015). Dietary protein requirement of female adults > 65 years determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than current recommendations. *The Journal of nutrition*, *145*(1), 18-24.
- Riuzzi, F., Sorci, G., Arcuri, C., Giambanco, I., Bellezza, I., Minelli, A., & Donato, R. (2018). Cellular and molecular mechanisms of sarcopenia: the S100B perspective. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, *9*(7), 1255-1268.
- Robinson, S. M., Reginster, J. Y., Rizzoli, R., Shaw, S. C., Kanis, J. A., Bautmans, I., ... & Rueda, R. (2018). Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia?. *Clinical Nutrition*, *37*(4), 1121-1132.
- Robinson, S., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2017). Nutrition and sarcopenia: a review of the evidence and implications for preventive strategies. *Clinical Nutrition and Aging*, 3-15.
- Sayer, A. A., Syddall, H., Martin, H., Patel, H., Baylis, D., & Cooper, C. (2008). The developmental origins of sarcopenia. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, *12*, 427-432.
- Scicchitano, B. M., Pelosi, L., Sica, G., & Musarò, A. (2018). The physiopathologic role of oxidative stress in skeletal muscle. *Mechanisms of Ageing and Development*, *170*, 37-44.
- Shahar, D. R., Houston, D. K., Hue, T. F., Lee, J. S., Sahyoun, N. R., Tylavsky, F. A., ... & Health Aging and Body Composition Study. (2012). Adherence to Mediterranean diet and decline in walking speed over 8 years in community-dwelling older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *60*(10), 1881-1888.
- Silva, R., Pizato, N., Da Mata, F., Figueiredo, A., Ito, M., & Pereira, M. G. (2018). Mediterranean diet and musculoskeletal-functional outcomes in community-dwelling older



people: A systematic review and meta-analysis. *The journal of nutrition, health & aging*, 22, 655-663.

Sofi, F., Macchi, C., Abbate, R., Gensini, G. F., & Casini, A. (2014). Mediterranean diet and health status: an updated meta-analysis and a proposal for a literature-based adherence score. *Public health nutrition*, 17(12), 2769-2782.

Sowa, A., Tobiasz-Adamczyk, B., Topór-Mądry, R., Poscia, A., & La Milia, D. I. (2016). Predictors of healthy ageing: public health policy targets. *BMC health services research*, 16(5), 441-453.

Springer, J., Springer, J. I., & Anker, S. D. (2017). Muscle wasting and sarcopenia in heart failure and beyond: update 2017. *ESC heart failure*, 4(4), 492-498.

Stockton, K. A., Mengersen, K., Paratz, J. D., Kandiah, D., & Bennell, K. L. (2011). Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis international*, 22, 859-871.

Takacs, J., Garland, S. J., Carpenter, M. G., & Hunt, M. A. (2014). Validity and reliability of the community balance and mobility scale in individuals with knee osteoarthritis. *Physical therapy*, 94(6), 866-874.

Tang, M., McCabe, G. P., Elango, R., Pencharz, P. B., Ball, R. O., & Campbell, W. W. (2014). Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique. *The American journal of clinical nutrition*, 99(4), 891-898.

Ter Borg, S., de Groot, L. C., Mijnarends, D. M., de Vries, J. H., Verlaan, S., Meijboom, S., ... & Schols, J. M. (2016). Differences in nutrient intake and biochemical nutrient status between sarcopenic and nonsarcopenic older adults—results from the Maastricht Sarcopenia Study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(5), 393-401.

Thalacker-Mercer, A. E., & Drummond, M. J. (2014). The importance of dietary protein for muscle health in inactive, hospitalized older adults. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1328(1), 1-9.

Tieland, M., Trouwborst, I., & Clark, B. C. (2018). Skeletal muscle performance and ageing. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 9(1), 3-19.

Tremblay, F., Lavigne, C., Jacques, H., & Marette, A. (2007). Role of dietary proteins and amino acids in the pathogenesis of insulin resistance. *Annu. Rev. Nutr.*, 27, 293-310.

Tyrovoulas, S., Haro, J. M., Mariolis, A., Piscopo, S., Valacchi, G., Bountziouka, V., ... & Panagiotakos, D. (2016). Skeletal muscle mass and body fat in relation to successful ageing of older adults: the multi-national MEDIS study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 66, 95-101.

Umegaki, H. (2015). Sarcopenia and diabetes: hyperglycemia is a risk factor for age-associated muscle mass and functional reduction. *Journal of diabetes investigation*, 6(6), 623.

van Vliet, S., Burd, N. A., & van Loon, L. J. (2015). The skeletal muscle anabolic response to plant-versus animal-based protein consumption. *The Journal of nutrition*, 145(9), 1981-1991.

Vassão, P. G., Toma, R. L., Antunes, H. K. M., Tucci, H. T., & Renno, A. C. M. (2016). Effects of photobiomodulation on the fatigue level in elderly women: an isokinetic dynamometry evaluation. *Lasers in medical science*, 31, 275-282.

Verdijk, L. B., Koopman, R., Schaart, G., Meijer, K., Savelberg, H. H., & van Loon, L. J. (2007). Satellite cell content is specifically reduced in type II skeletal muscle fibers in the elderly. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*.

Villani, A., Barrett, M., McClure, R., & Wright, H. (2021). Protein intake is not associated with functional biomarkers of physical frailty: A cross-sectional analysis of community-dwelling older adults with type 2 diabetes mellitus. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(3), 827-833.

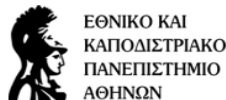
Volpi, E., Campbell, W. W., Dwyer, J. T., Johnson, M. A., Jensen, G. L., Morley, J. E., & Wolfe, R. R. (2013). Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance?. *Journals of gerontology series A: Biomedical sciences and medical sciences*, 68(6), 677-681.

Welch, A. A. (2014). Nutritional influences on age-related skeletal muscle loss. *Proceedings of the Nutrition Society*, 73(1), 16-33.

Wiedmer, P., Jung, T., Castro, J. P., Pomatto, L. C., Sun, P. Y., Davies, K. J., & Grune, T. (2021). Sarcopenia—Molecular mechanisms and open questions. *Ageing research reviews*, 65, 101200.

- Wilkinson, D. J., Hossain, T., Hill, D. S., Phillips, B. E., Crossland, H., Williams, J., ... & Atherton, P. J. (2013). Effects of leucine and its metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. *The Journal of physiology*, *591*(11), 2911-2923.
- Windham, B. G., Wilkening, S. R., Lirette, S. T., Kullo, I. J., Turner, S. T., Griswold, M. E., & Mosley Jr, T. H. (2016). Associations between inflammation and physical function in African Americans and European Americans with prevalent cardiovascular risk factors. *Journal of the American Geriatrics Society*, *64*(7), 1448-1455.
- Wolfe, R. R. (2000). Effects of insulin on muscle tissue. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, *3*(1), 67-71.
- Yoon, J. W., Ha, Y. C., Kim, K. M., Moon, J. H., Choi, S. H., Lim, S., ... & Jang, H. C. (2016). Hyperglycemia is associated with impaired muscle quality in older men with diabetes: the Korean Longitudinal Study on Health and Aging. *Diabetes & metabolism journal*, *40*(2), 140-146.
- You, A. (2015). Dietary guidelines for Americans. *US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture*, *7*. (accessed on 18 December 2018).
- Zbeida, M., Goldsmith, R., Shimony, T., Vardi, H., Naggan, L., & Shahar, D. R. (2014). Mediterranean diet and functional indicators among older adults in non-Mediterranean and Mediterranean countries. *The journal of nutrition, health & aging*, *18*, 411-418.
- Κλεισούρας, Β. (2016). Εργοφυσιολογία. Μυϊκή απόδοση: Μυϊκή δύναμη. *Broken Hill Publishers LTD & εκδ. Π.Χ. Πασχαλίδης*, *8*, 485.
- Μήτρου, Π. (2017). Νεότερα δεδομένα στα μεταβολικά νοσήματα: Σακχαρώδης Διαβήτης. *Επιστημονικά Χρονικά*, *22*(S1), 83-91.
- Σταυρόπουλος-Καλίνογλου, Α., Καρατζαφέρη, Χ., & Σακκάς, Γ. (2016). Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών και σωματικής σύστασης. *Kallipos, Open Academic Editions*.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ  
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ



### ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σκοπός** της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει την επίδραση διαιτητικής πρόσληψης πρωτεϊνών στη μυϊκή μάζα, τη δύναμη και τη λειτουργική ικανότητα ατόμων αυξημένης ηλικίας με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II. Κατά τη διάρκεια της έρευνας θα πραγματοποιηθούν οι παρακάτω μετρήσεις/αξιολογήσεις:

- **Αξιολόγηση συμμετοχής σύμφωνα με το ιατρικό ιστορικό:** Λεπτομερής καταγραφή του ιατρικού ιστορικού και της φαρμακευτικής αγωγής προκειμένου να δοθεί ιατρική γνωμάτευση καταλληλότητας συμμετοχής.
- **Αξιολόγηση των διατροφικών συμπεριφορών-συνηθειών:** περιλαμβάνει την τετραήμερη καταγραφή τροφίμων και την συμπλήρωση ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και υγρών.
- **Αξιολόγηση της σωματικής σύστασης:** περιλαμβάνει τη μέτρηση σωματικής μάζας, τη μέτρηση του αναστήματος, τη μέτρηση των σωματικών περιφερειών, τη μέτρηση τεσσάρων δερματοπτυχών (δικέφαλο βραχίονιο, τρικέφαλο, υπερλαγόνιο και υποπλατιαίο). Αξιολόγηση σύστασης θα γίνει και μέσω απορροφησιμετρίας ακτινών Χ διπλής ενέργειας.
- **Αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης:** περιλαμβάνει τη χειροδυναμομέτρηση, τη δυναμομέτρηση των πρόσθιων και των οπίσθιων μηριαίων καθώς και δυναμομετρία της άρθρωσης του ώμου.
- **Αξιολόγηση των λειτουργικών παραμέτρων (τεστ):**
  - Κάθισμα-όρθια θέση-κάθισμα: αξιολογείται ο αριθμός των επαναλήψεων που θα πραγματοποιηθούν μέσα σε 60 sec. Σε αυτή τη δοκιμασία τα γόνατα πρέπει να βρίσκονται σε γωνία 90°.
  - Κλίμακα ισορροπίας Berg: Η κλίμακα του Berg μετράει την αποδοτικότητα της λειτουργίας σε 14 κοινές δραστηριότητες της καθημερινότητας. Το τεστ παίρνει περίπου 15 με 20 λεπτά για να ολοκληρωθεί.
  - Up & Go: Οι συμμετέχοντες σηκώνονται από την καρέκλα, περπατάνε 3 μέτρα, κάνουν αναστροφή, περπατάνε πίσω στην καρέκλα και κάθονται.
  - Χρόνος στάσης στο ένα πόδι: Οι συμμετέχοντες θα σταθούν στο ένα πόδι για 90 δευτερόλεπτα το πολύ. Η δοκιμή ολοκληρώνεται όταν ο συμμετέχων άγγιξει το ελεύθερο άκρο στο έδαφος, πραγματοποιεί υπερβολικές κινήσεις στο άνω μέρος του σώματος ή του κορμού (π.χ., ταλαντευόμενοι βραχίονες) ή ολοκληρώσει τη διαδικασία στα 90 δευτερόλεπτα.
  - Δοκιμή 10 μέτρων με τα πόδια (10-Meter Walk Test): Οι συμμετέχοντες θα κληθούν να περπατήσουν με το φυσικό τους ρυθμό για 10 μέτρα, εκ των οποίων θα χρονομετρήθουν. Το τεστ θα πραγματοποιηθεί δύο φορές και θα υπολογιστεί ο μέσος όρος των 2 δοκιμών για τον προσδιορισμό της κανονικής ταχύτητας περπατήματος του συμμετέχοντα.
  - Ιδιοδεκτικότητα στην άρθρωση γονάτου: Οι συμμετέχοντες είναι σε καθιστή θέση και εκτείνουν το γόνατο με κλειστά μάτια προσπαθώντας να πετύχουν μία γωνία-στόχο. Μετά από δύο δοκιμαστικές προσπάθειες καταγράφονται

(σε μοίρες) οι διαφορές από τη γωνία-στόχο των επόμενων πέντε προσπαθειών.

- ο Αερόβια ικανότητα: Με τη χρήση φορητής συσκευής, η οποία χρησιμοποιεί τη μέθοδο της φασματοσκοπίας εγγύς υπερόθρου (near-infrared spectroscopy, NIRS) θα μετρηθεί το ποσοστό οξυγόνωσης ενός μυός κατά την ηρεμία ή την άσκηση. Οι συμμετέχοντες θα κληθούν να κάνουν ποδήλατο για 5 λεπτά στο 70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας.
- **Αξιολόγηση βιοχημικών δεικτών:** Θα μετρηθούν φυσιολογικοί-λειτουργικοί δείκτες όπως καρδιακή συχνότητα και αρτηριακή πίεση, καθώς και βιοχημικούς δείκτες όπως: χοληστερινή, τριγλυκερίδια, HDL, LDL, ουρία, κρεατινίνη, ουρικό οξύ, γενική ούρων, λεύκωμα ούρων 24ώρου (Ποσοτικός προσδιορισμός), ηπατικά ένζυμα (γGT, SGPT, SGOT), γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c), αλβουμίνη ορού, TSH, B12, D3, Lp(A), apoA, apoB, CRP, TKE, γενική αίματος, ινσουλίνη ορού, C-πεπτιδίο ορού, βιταμίνη E, δείκτες οξειδωτικού στρες (καρβονύλια, ισοπροστανία, γλουταθειόνη).
- **Διατροφική παρέμβαση:** Οι συμμετέχοντες θα διαχωριστούν σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα θα δοθεί διατροφικό πρόγραμμα αυξημένης πρόσληψης πρωτεΐνης (1,5g/kg σωματικής μάζας) και στη δεύτερη ομάδα θα δοθεί διατροφικό πρόγραμμα κανονικής πρόσληψης πρωτεΐνης (0,8g/kg σωματικής μάζας).

**Πιθανές ενσχλήσεις:** Κάποια ελάχιστη καταπόνηση χωρίς ιδιαίτερο κίνδυνο αναμένουμε από τις αξιολογήσεις της λειτουργικότητας.

Είναι σημαντικό να μην αποκρύψετε οποιοδήποτε πληροφορία γνωρίζετε και σχετίζεται τόσο με την τωρινή κατάσταση της υγείας σας όσο και με οποιοδήποτε πρόβλημα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Οι μετρήσεις, οι αξιολογήσεις και οι καταγραφές θα γίνουν από την ερευνητική ομάδα. Η αιμοληψία θα πραγματοποιηθεί από γιατρό και έμπειρο νοσηλευτικό προσωπικό, οι οποίοι θα είναι ενήμεροι για τη μεθοδολογία της έρευνας και τους πιθανούς κινδύνους. Στο χώρο διεξαγωγής της έρευνας θα υπάρχει πάντα η παρουσία του γιατρού και της ερευνητικής ομάδας. Όλες οι πληροφορίες και όλες οι μετρήσεις θα δοθούν ως απαντήσεις για τη βελτίωση της διατροφής, της φυσικής κατάστασης και τη ρύθμιση του σακχάρου των συμμετεχόντων. Τα αποτελέσματα θα δημοσιοποιηθούν από την παρούσα ερευνητική ομάδα στα πλαίσια της διεξαγόμενης έρευνας διατηρώντας την ανωνυμία/εχεμύθεια/ εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων.

**Ληλώνω ότι έχω καταλάβει την διαδικασία των παραπάνω αξιολογήσεων και τους κινδύνους που εμπεριέχονται και επιθυμώ να συμμετάσχω στο ερευνητικό πρόγραμμα. Επίσης κατανοώ το δικαίωμά μου να αποσυρθώ από τις παραπάνω δοκιμασίες όποια στιγμή το θελήσω.**

Ημερομηνία ...../...../ 2021

Όνομα Δοκιμαζόμενου \_\_\_\_\_

Όνομα Ερευνητή: Διονυσία Αργυροπούλου

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Όνομα Μάρτυρα \_\_\_\_\_



ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ						
ΚΩΔΙΚΟΣ:	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:			
Φύλο: <input type="checkbox"/> Άνδρας <input type="checkbox"/> Γυναίκα	Έτος γέννησης:		Βάρος(κιλά):	Υψος(εκ.):		
Κάπνισμα: <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ: _____ τσιγάρα/ημέρα _____ έτη						
<b>Έχεις διαγνωσθεί για:</b>						
Υπέρταση	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	Δυσλιπιδαιμία	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Καρδιαγγειακά	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	Καρκίνο	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Νεφρική ανεπάρκεια	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	Διαβήτη	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
<b>Λαμβάνεις κάποιο φάρμακο από τα:</b>			<b>Ακολουθείς κάποια ειδική διατροφή;</b>			
Υπολιπιδαιμικά	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ, για ποιο λόγο;			
Αντιδιαβητικά	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ				
Ινσουλίνη	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ			
<b>Παίρνεις συμπληρώματα διατροφής; ΟΧΙ <input type="checkbox"/></b>						
<b>ΝΑΙ <input type="checkbox"/> Ποιό από τα παρακάτω (σημείωσε όλα όσα πιθανώς λαμβάνεις);</b>						
<input type="checkbox"/> πολυβιταμινούχα σκευάσματα	<input type="checkbox"/> σίδηρο	<input type="checkbox"/> ασβέστιο	<input type="checkbox"/> βιταμίνη C	<input type="checkbox"/> φυλλικό οξύ		
<input type="checkbox"/> φυτικές στερόλες	<input type="checkbox"/> ω-3ΛΟ	<input type="checkbox"/> μαγνήσιο	<input type="checkbox"/> ψευδάργυρο			
Πόσο συχνά;	<input type="checkbox"/> καθημερινά	<input type="checkbox"/> εβδομαδιαία	<input type="checkbox"/> μηνιαία	<input type="checkbox"/> λίγες φορές το χρόνο		
<b>Σημείωσε ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ κατανάλωσες τα παρακάτω τρόφιμα τον τελευταίο μήνα:</b>						
Προσοχή, θα πρέπει να απαντήσεις έχοντας ως μερίδα αναφοράς την ποσότητα που αναγράφεται στις παρενθέσεις (Συντμήσεις: φ.= φορές, γρ.= γραμμάρια, τμχ.= τεμάχιο, φλ.= φλιτζάνι τσαγιού=240ml)						
	Ποτέ/ σπάνια	1-3 φ./ μήνα	1-2 φ./ εβδομάδα	3-6 φ./ εβδομάδα	1 φ./ ημέρα	≥2 φ./ ημέρα
Γάλα/γιαούρτι (1 ποτήρι/1 κεσεδάκι)						
Γάλα/γιαούρτι χαμηλό σε λιπαρά (1 ποτήρι/1 κεσεδάκι)						
Τυρί (30 γρ.)						
Αυγό (βραστό, τηγανιτό, ομελέτα) (1 τμχ.)						
Ψωμί (1 φέτα 30γρ. ή φέτα τόστ), φρυγανιά (2 τμχ.), παξιμάδια (1 μέτριο)						
Δημητριακά πρωινού(½ φλ.)						
Ρύζι, μακαρόνια, κριθαράκι, χυλοπίτες, άλλα ζυμαρικά (1 φλ.)						
Αρτοπαρασκευάσματα (κριτσίνια, κουλούρια)(2 μέτρια)						
Πίτες (σπιτικές ή αγοραστές) (1 τμχ.)						
Πατάτες βραστές, φούρνου, πουρές (1 μέτρια/ ½ φλ.), τηγανιτές (5 τμχ.)						
Μοσχάρι (μπριζόλα, κομμάτι: 150 γρ.), κιμάς (1 κουτάλα), μπιφτέκι (2 μέτρια)						
Κοτόπουλο/ γαλοπούλα (όλα τα είδη) (150 γρ.)						
Χοιρινό (μπριζόλα, κομμάτι, σουβλάκι) (150γρ.)						
Αρνί, κατσίκι, παϊδάκια (150 γρ.)						

Αλλαντικά (1 φέτα), κρεατοσκευάσματα				
Ψάρια (150 γρ.)				
Θαλασσινά (χταπόδι, καλαμάρι, γαρίδες) (150 γρ.)				
Όσπρια (π.χ. φακές, φασόλια, ρεβίθια) (1πιάτο)				
Λαχανικά ως σαλάτα (1 φλ. ωμά, ½ φλ. βραστά)				
Λαχανικά ως κυρίως γεύμα (1 πιάτο)				
Φρέσκα φρούτα (1 τμχ. ή ½ φλ.), αποξηραμένα φρούτα (¼ φλ.)				
Ξηροί καρποί, σπόροι (1 φλ. καφέ)				
Σοκολατοειδή γλυκίσματα (1 τμχ.), μπισκότα (3-4)				
Γλυκό ταψιού (1 τμχ.), γλυκά κουταλιού (1 κουτ. γλυκού)				
Παγωτό, κρέμα, ρυζόγαλο (1 τμχ.)				
Αλκοόλ (1 ποτήρι από κάθε ποτό)				
Αναψυκτικά (1 κουτί =330ml)				
Χυμός φρούτων (1 ποτήρι)				
Καφές (1 φλ. ή ποτήρι)				
Τσάι, άλλα αφεψήματα (1 φλ.)				
Πόσες φορές χρησιμοποιείς ελαιόλαδο (οπουδήποτε);				
Πόσες φορές χρησιμοποιείς άλλου είδους λίπος ή έλαιο (οπουδήποτε);				
Πόσο συχνά καταναλώνεις προϊόντα ολικής αλέσεως (οτιδήποτε);				
Πόσο συχνά παραγγέλνεις από έξω ή τρως εκτός σπιτιού;				
Πόσο συχνά καταναλώνεις πρωινό;				
<b>Πόσα γεύματα έχεις συνολικά την ημέρα μαζί με τα σνάκ;</b>	<b>1-3</b>	<b>4-5</b>	<b>&gt;6</b>	



## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

### ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

### ΗΛΙΚΙΑ:

Παρακαλώ απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις σχετικά με την εκτίμηση της ενυδάτωσης .

Κυκλώστε την απάντηση που σας εκφράζει.

### ΤΥΠΟΣ ΠΟΤΟΥ ( 1ποτήρι-250ml)

	1. Σπάνια (Λιγότερο από 1 φορά/εβδομάδα)	2. Μερικές φορές (1-2φορές/ εβδομάδα)	3. Συχνά (3-4 φορές/εβδομάδα)	4. Συχνά κάθημερινά, 5-6φορές/εβδομάδα	5. Κάθε μέρα (7 φορές/εβδομάδα)
Νερό	1	2	3	4	5
Ανθρακούχο νερό	1	2	3	4	5
Φρεσκοστυμμένος χυμός πορτοκάλι, μήλο ή άλλο φρούτο	1	2	3	4	5
Φρεσκοστυμμένος χυμός ανάμεικτων φρούτων	1	2	3	4	5
Φρεσκοστυμμένος χυμός ανάμεικτων λαχανικών(πχ καρότο, τομάτα, παντζάρι)	1	2	3	4	5
Φρεσκοστυμμένος χυμός ανάμεικτων λαχανικών-φρούτων	1	2	3	4	5
Συσκευασμένος χυμός πορτοκάλι ή κάποιο άλλο φρούτο	1	2	3	4	5
Συσκευασμένος χυμός ανάμεικτων φρούτων	1	2	3	4	5
Συσκευασμένος χυμός ανάμεικτων λαχανικών(πχ καρότο, τομάτα, παντζάρι)	1	2	3	4	5
Συσκευασμένος χυμός ανάμεικτων λαχανικών-φρούτων	1	2	3	4	5
Πλήρες γάλα αγελαδινό ή κατσικίσιο	1	2	3	4	5
Γάλα ημιαποβουτυρωμένο 2%	1	2	3	4	5
Γάλα άπαχο 0%	1	2	3	4	5
Γάλα αμυγδάλου- καρύδας	1	2	3	4	5
Γάλα σόγιας ή βρώμης	1	2	3	4	5
Σοκολατούχο πλήρες γάλα	1	2	3	4	5
Σοκολατούχο γάλα χαμηλών λιπαρών	1	2	3	4	5
Milkskakes- Smoothies	1	2	3	4	5
Ζεστή σοκολάτα	1	2	3	4	5
Πράσινο τσάι- Μαύρο τσάι	1	2	3	4	5
Χαμομήλι-Φασκόμηλο-μέντα-άλλο αφέψημα	1	2	3	4	5
Καφές	1	2	3	4	5
Αναψυκτικά τύπου Cola (coca cola, pepsi,βίκος cola κτλ)	1	2	3	4	5
Πορτοκαλάδα αναψυκτικό χωρίς ανθρακικό	1	2	3	4	5
Πορτοκαλάδα αναψυκτικό με ανθρακικό	1	2	3	4	5
Sprite/ Σόδα	1	2	3	4	5
Μπύρα	1	2	3	4	5
Μπύρα χωρίς αλκοόλ	1	2	3	4	5
Κρασί κόκκινο/ροζέ/άσπρο	1	2	3	4	5
Ποτό πχ ουίσκι, βοτκα κτλ	1	2	3	4	5
Ενεργειακό ποτό (red bull,burn, monster)	1	2	3	4	5
Αθλητικό-Ισοτονικό ποτό(powerade,lukozade)	1	2	3	4	5
Άλλα ποτά	1	2	3	4	5

### **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

**Κουβαλάς μπουκαλάκι με νερό;**

- 1) Σπάνια
- 2) Μερικές φορές
- 3) Συχνά
- 4) Σχεδόν πάντα
- 5) Πάντα

**Πόσα ποτήρια νερό πίνεις κατά τη διάρκεια της ημέρας;**

- 1) 1-2 ποτήρια
- 2) 3-4 ποτήρια
- 3) 5-6 ποτήρια
- 4) 7-8 ποτήρια
- 5) > 10 ποτήρια

**Χρειάζεσαι υπενθύμιση για να πεις νερό;**

- 1) Σπάνια
- 2) Μερικές φορές
- 3) Συχνά
- 4) Σχεδόν πάντα
- 5) Πάντα

**Όταν νιώθεις δίψα τι προτιμάς να πίνεις;**

- 1) Φυσικό ή συσκευασμένο χυμό
- 2) Νερό
- 3) Αναψυκτικό (τύπου coca cola, sprite, πορτοκαλάδα)
- 4) Καφές- Τσάι- Αφέψημα
- 5) Άλλο

**Πόσο συχνά νιώθεις το αίσθημα της δίψας;**

- 1) Σπάνια
- 2) Μερικές φορές
- 3) Συχνά
- 4) Σχεδόν πάντα
- 5) Πάντα

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- AIDS: Acquired Immunodeficiency Syndrome
- AWGS: Asian Working Group for Sarcopenia
- BIA: Bioelectrical Impedance Analysis
- BMI: Body Mass Index
- CRP: C-Reactive Protein
- CT: Computerized Tomography
- D<sub>3</sub>CR: D<sub>3</sub> Creatine
- DNA: Deoxyribonucleic acid
- DXA: Dual x-ray Absorptiometry
- EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older People
- FNIH: Foundation for the National Institutes of Health
- GH: Glycoside Hydrolase
- GIP: Glucose dependent Insulinotropic Peptide
- GLP-1: Glucagon-like peptide-1
- HbA1c: Hemoglobin A1c
- HIV: Human Immunodeficiency Virus
- HMB: Hydroxy Methyl Butyrate
- HSL: Hormone Sensitive Lipase
- IGF-1: Insulin-Like Growth Factor-1
- IL-6: Interleukin-6
- IWGS: International Working Group on Sarcopenia
- LCPUFAs: Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids
- LPL: Lipoprotein Lipase
- MED: Mediterranean Diet
- MicroRNA: Micro Ribonucleic Acid
- MRI: Magnetic Resonance Imaging
- NHANES III: the third National Health And Nutrition Examination Survey
- RDA: Recommended Dietary Allowance
- ROS: Reactive Oxygen Species
- TNF-a: Tumor Necrosis Factor-a