



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΝΟΣΟ»**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Διερεύνηση της μεταβολής της μυϊκής μάζας σώματος σε άτομα που
έχουν υποβληθεί σε βαριατρική επέμβαση**

Βιργινία Τσακαλιάν
Διατροφολόγος-Διαιτολόγος

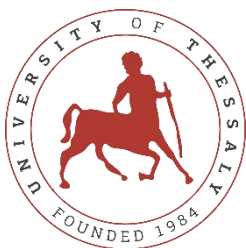
ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Τζοβάρας Γεώργιος, Καθηγητής Χειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,
Επιβλέπων Καθηγητής

Γραμματικοπούλου Μαρία, Επίκουρη Καθηγήτρια Διατροφής και Διαιτολογίας, Τμήμα Ιατρικής
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Παπαδοπούλου Σουζάνα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Διατροφής στην Άσκηση και στη
Σαρκοπενία, Τμήμα Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος,
Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Λάρισα, 2025



**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF MEDICINE
POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM
NUTRITION IN HEALTH AND DISEASE**



DIPLOMATHESES

**Investigation of changes in body muscle mass in individuals who
have undergone bariatric surgery**

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	3
Κατάλογος Εικόνων	5
Κατάλογος Διαγραμμάτων	6
Κατάλογος Πινάκων.....	7
Ευχαριστίες	8
Περίληψη	9
Abstract	10
Εισαγωγή.....	11
Γενικό Μέρος.....	13
Κεφάλαιο 1: Οι Βαριατρικές Επεμβάσεις	14
1.1 Ορισμός και επιδημιολογικά στοιχεία	14
1.2 Τύποι βαριατρικών επεμβάσεων	15
Κεφάλαιο 2: Αλλαγές στη Σύσταση του Σώματος μετά από Βαριατρικές Επεμβάσεις	19
2.1 Επίδραση των βαριατρικών επεμβάσεων απώλεια σωματικού βάρους	19
2.2 Επίδραση των βαριατρικών επεμβάσεων στον μυϊκό ιστό	20
Κεφάλαιο 3: Η Μυϊκή Μάζα και η Σημασία της στην Παχυσαρκία και την Απώλεια Βάρους	23
3.1 Ο ρόλος της μυϊκής μάζας στη μεταβολική υγεία και στον βασικό μεταβολικό ρυθμό	23
3.2 Κίνδυνοι μυϊκής απώλειας κατά την ταχεία απώλεια βάρους.....	25
3.3 Μυϊκή μάζα και μακροχρόνια διατήρηση βάρους	27
3.4 Ποιότητα ζωής και επιπτώσεις στη σωματική υγεία.....	28
Κεφάλαιο 4: Παράγοντες που Επηρεάζουν τη Διατήρηση των Μυών μετά από Βαριατρικές Επεμβάσεις.....	31
4.1 Διαιτητική πρόσληψη πρωτεϊνών	31
4.2 Φυσική δραστηριότητα και άσκηση	32
4.3 Επίπεδα μυϊκής μάζας πριν την επέμβαση.....	33
4.4 Φύλο και ηλικία.....	34

Ειδικό Μέρος	36
Κεφάλαιο 5: Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα	37
Κεφάλαιο 6: Μεθοδολογία	38
6.1 Σχεδιασμός έρευνας και συλλογή δεδομένων	38
6.2 Δείγμα	39
6.3 Διαδικασία διεξαγωγής	40
6.4 Στατιστική ανάλυση	41
Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα	42
7.1 Περιγραφική στατιστική	42
7.2 Επαγωγική στατιστική	46
Κεφάλαιο 8: Συζήτηση	63
8.1 Σχολιασμός και αξιολόγηση αποτελεσμάτων	63
8.2 Περιορισμοί μελέτης	65
8.3 Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες	66
8.4 Συμπεράσματα	68
Βιβλιογραφικές Αναφορές	70
Παράρτημα	80

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Επιμήκης γαστρεκτομή [29].....	17
Εικόνα 2. Γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y [29]	17
Εικόνα 3. Mini γαστρικό bypass [29].....	17
Εικόνα 4. Χολοπαγκρεατική δωδεκαδακτυλική εκτροπή [29]	18

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στους 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετεγχειρητικά.....	45
Διάγραμμα 2. Συστηματική γυμναστική στους 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετεγχειρητικά.....	46

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Δημογραφικά χαρακτηριστικά ασθενών	42
Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά ανθρωπομετρικών, μυϊκών και βιοχημικών δεικτών σε τέσσερα χρονικά σημεία αξιολόγησης	43
Πίνακας 3. Διαφορές φύλου στο σωματικό βάρος, στη μυϊκή μάζα, στη μυϊκή δύναμη και σε βιοχημικούς δείκτες σε τέσσερα χρονικά σημεία αξιολόγησης	47
Πίνακας 4. Συσχέτιση ηλικίας με βάρος, μυϊκή μάζα, μυϊκή δύναμη και βιοχημικούς δείκτες προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά	49
Πίνακας 5. Διαφορές ανθρωπομετρικών, λειτουργικών και βιοχημικών μεταβλητών ανάλογα με το είδος επέμβασης	53
Πίνακας 6. Συσχέτιση φύλου, ηλικίας και είδους βαριατρικής επέμβασης με τη λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων και τη συστηματική άσκηση	57
Πίνακας 7. Συσχέτιση λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης με τη μυϊκή μάζα προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά	59
Πίνακας 8. Συσχέτιση συστηματικής γυμναστικής με τη μυϊκή μάζα προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά	60
Πίνακας 9. Συσχετίσεις μεταξύ μυϊκής μάζας και βιοχημικών δεικτών προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά	61

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κο Τζοβάρα Γεώργιο, για την πολύτιμη καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη και τις συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής διατριβής. Επίσης, ευχαριστώ θερμά την καθηγήτρια κα. Παπαδοπούλου Σουζάνα και την κα. Γραμματικοπούλου Μαρία για τη συμβολή και τη στήριξή τους.

Με βαθιά ευγνωμοσύνη ευχαριστώ τους ασθενείς μου, που με περίσσεια προθυμία και ειλικρινή χαρά δέχτηκαν να συμμετάσχουν στην έρευνα. Η συμβολή τους υπήρξε καθοριστική, καθώς χωρίς την εμπιστοσύνη και τη συνεργασία τους η πραγματοποίηση αυτής της μελέτης δε θα ήταν εφικτή.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στη γραμματέα μου, κα. Τσακίρη Ιωάννα, για την πολύτιμη βοήθειά της, την οργάνωση και τη διαρκή διάθεσή της να συνδράμει σε κάθε στάδιο της διαδικασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την πιο ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη προς την οικογένειά μου. Στον σύζυγό μου και στα παιδιά μου για την αμέριστη αγάπη, τη στήριξη, τη συνεχή ενθάρρυνση, την κατανόηση και την ακούραστη υπομονή τους, που αποτέλεσαν για μένα πηγή δύναμης και έμπνευσης σε όλη αυτήν τη διαδρομή. Και στη μητέρα μου για την αστείρευτη πίστη στις δυνατότητές μου, που με συνόδευε σε κάθε μου βήμα.

Περίληψη

Η βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι η πιο αποτελεσματική θεραπεία για τη σοβαρή παχυσαρκία, οδηγώντας σε σημαντική απώλεια βάρους και βελτίωση των συννοσηροτήτων. Ωστόσο, σχετίζεται επίσης με σημαντικές μειώσεις στην άλιπη σωματική μάζα, οι οποίες μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την μεταβολική υγεία και τα λειτουργικά αποτελέσματα. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των αλλαγών στη μυϊκή μάζα, τη δύναμη και τους βιοχημικούς δείκτες πρωτεϊνικής κατάστασης (ολική πρωτεΐνη, αλβουμίνη, κρεατινίνη) σε ασθενείς που υποβάλλονται σε διαφορετικούς τύπους βαριατρικής χειρουργικής. Διεξήχθη μια αναδρομική παρατηρητική μελέτη σε 124 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Οι ασθενείς αξιολογήθηκαν προεγχειρητικά και στον 1ο, 3ο και 6ο μετεγχειρητικό μήνα. Οι ασθενείς παρουσίασαν σημαντικές και συνεχείς μειώσεις στο σωματικό βάρος και στη μυϊκή μάζα σε διάστημα έξι μηνών. Η μυϊκή δύναμη μειώθηκε στον ένα μήνα, αλλά έδειξε μερική ανάκαμψη στους έξι μήνες, χωρίς να φτάσει στις αρχικές τιμές. Η συνολική πρωτεΐνη και η λευκωματίνη μειώθηκαν αρχικά, αλλά βελτιώθηκαν προοδευτικά, πλησιάζοντας τα προεγχειρητικά επίπεδα στους έξι μήνες, ενώ η κρεατινίνη παρέμεινε σταθερή. Η μυϊκή μάζα συσχετίστηκε θετικά με την κρεατινίνη σε όλα τα χρονικά σημεία και με τη συνολική πρωτεΐνη και την λευκωματίνη στους έξι μήνες. Οι χειρουργικές επεμβάσεις δυσανορρόφησης συσχετίστηκαν με μεγαλύτερες μειώσεις στα επίπεδα πρωτεΐνης σε σύγκριση με τις περιοριστικές επεμβάσεις. Οι άνδρες εμφάνισαν σταθερά υψηλότερους δείκτες μυϊκής μάζας και δύναμης από τις γυναίκες. Ούτε η συμπληρωματική λήψη πρωτεΐνης ούτε η συμμετοχή σε άσκηση κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές επιδράσεις στη μυϊκή μάζα. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία της παρακολούθησης της μυϊκής μάζας και της θρεπτικής κατάστασης μετεγχειρητικά και της ενσωμάτωσης προσαρμοσμένων στρατηγικών για τη βελτιστοποίηση των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων.

Λέξεις κλειδιά: βαριατρική χειρουργική, μυϊκή μάζα, δύναμη, βιοχημικοί δείκτες, συμπληρώματα πρωτεΐνης, σύνθεση σώματος

Abstract

Bariatric surgery is the most effective treatment for severe obesity, leading to significant weight loss and improvement in comorbidities. However, it is also associated with significant reductions in lean body mass, which may compromise metabolic health and functional outcomes. The aim of the present study was to investigate changes in muscle mass, strength, and biochemical markers of protein status (total protein, albumin, creatinine) in patients undergoing different types of bariatric surgery. A retrospective observational study was conducted in 124 patients undergoing bariatric surgery. Patients were assessed preoperatively and at 1, 3, and 6 months postoperatively. Patients experienced significant and sustained reductions in body weight and muscle mass over a six-month period. Muscle strength decreased at one month but showed partial recovery at six months, without reaching baseline values. Total protein and albumin decreased initially but improved progressively, approaching preoperative levels at six months, while creatinine remained stable. Muscle mass was positively correlated with creatinine at all time points and with total protein and albumin at six months. Malabsorption surgeries were associated with greater decreases in protein levels compared with restrictive surgeries. Men consistently showed higher indices of muscle mass and strength than women. Neither protein supplementation nor exercise participation demonstrated statistically significant effects on muscle mass. The results highlight the importance of monitoring muscle mass and nutritional status postoperatively and incorporating tailored strategies to optimize long-term outcomes.

Keywords: bariatric surgery, muscle mass, strength, biochemical markers, protein supplementation, body composition

Εισαγωγή

Η παχυσαρκία είναι μια χρόνια, πολυπαραγοντική ασθένεια που έχει λάβει διαστάσεις επιδημίας παγκοσμίως, με σημαντικές επιπτώσεις στη νοσηρότητα, τη θνησιμότητα και το κόστος υγειονομικής περίθαλψης. Η βαριατρική χειρουργική έχει αναδειχθεί ως μια από τις πιο αποτελεσματικές θεραπείες για την επίτευξη και διατήρηση της απώλειας βάρους σε ασθενείς με νοσογόνο παχυσαρκία, ιδιαίτερα όταν οι συντηρητικές προσεγγίσεις όπως η δίαιτα, η άσκηση και η φαρμακευτική αγωγή δεν παρέχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα [1]. Η διαδικασία όχι μόνο προκαλεί σημαντική μείωση βάρους, αλλά βελτιώνει και τις συννοσηρότητες που σχετίζονται με την παχυσαρκία, συμπεριλαμβανομένου του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, της υπέρτασης και της δυσλιπιδαιμίας [2].

Παρά τα οφέλη της, η βαριατρική χειρουργική επέμβαση δεν είναι χωρίς μειονεκτήματα. Ενώ οι ασθενείς συνήθως βιώνουν σημαντικές μειώσεις στο σωματικό λίπος, τα στοιχεία υποδηλώνουν ότι η μυϊκή μάζα μπορεί επίσης να μειωθεί μετά από χειρουργική επέμβαση [3]. Αυτό αποτελεί κρίσιμο ζήτημα, καθώς η μάζα των σκελετικών μυών παίζει κεντρικό ρόλο στη διατήρηση του βασικού μεταβολικού ρυθμού, της ομοιόστασης της γλυκόζης, της λειτουργικής ικανότητας και της συνολικής ποιότητας ζωής [4]. Η απώλεια μυϊκής μάζας -συνά αναφερόμενη ως σαρκοπενία- μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη σωματική απόδοση, να αυξήσει τον κίνδυνο πτώσεων και καταγμάτων και να εμποδίσει τη μακροπρόθεσμη διατήρηση του βάρους μετά από χειρουργική επέμβαση [5].

Ο βαθμός απώλειας μυϊκής μάζας φαίνεται να ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο της χειρουργικής επέμβασης που εκτελείται. Οι τεχνικές δυσασπορρόφησης όπως η γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y, η μίνι γαστρική παράκαμψη και η χολοπαγκρεατική εκτροπή σχετίζονται με μεγαλύτερη δυσασπορρόφηση θρεπτικών συστατικών, ορμονικές αλλοιώσεις και πιο έντονες αλλαγές στη σύνθεση του σώματος σε σύγκριση με περιοριστικές επεμβάσεις όπως η επιμήκης γαστρεκτομή [6] [7]. Στοιχεία από μετα-αναλύσεις υποδηλώνουν ότι η πιο σημαντική μείωση της μυϊκής μάζας εμφανίζεται εντός των πρώτων τριών μηνών μετά τη βαριατρική χειρουργική επέμβαση, υπογραμμίζοντας τη σημασία της έγκαιρης παρακολούθησης και παρέμβασης [6] [8].

Αρκετοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν τον βαθμό διατήρησης της μυϊκής μάζας σε βαριατρικούς ασθενείς. Η πρόσληψη πρωτεΐνης είναι ένας από τους σημαντικότερους καθοριστικούς παράγοντες, καθώς η μειωμένη γαστρική χωρητικότητα και οι αλλαγές στις προτιμήσεις τροφίμων συχνά οδηγούν σε ανεπαρκή κατανάλωση πρωτεΐνης μετεγχειρητικά [9]. Η συμπλήρωση πρωτεΐνης έχει αποδειχθεί ότι υποστηρίζει τη διατήρηση της μυϊκής μάζας και βελτιώνει τους δείκτες πρωτεΐνης ορού, όπως η ολική πρωτεΐνη και η αλβουμίνη [7]. Η σωματική δραστηριότητα, ιδιαίτερα η προπόνηση αντίστασης, είναι ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο, καθώς τα δομημένα προγράμματα άσκησης έχουν βρεθεί ότι

μετριάζουν την μυϊκή ατροφία και διατηρούν τη δύναμη κατά την μετεγχειρητική περίοδο [3]. Επιπλέον, τα προεγχειρητικά επίπεδα μυϊκής μάζας, καθώς και δημογραφικοί παράγοντες όπως η ηλικία και το φύλο, μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα και να προβλέψουν την έκταση της μετεγχειρητικής απώλειας μυϊκής μάζας [10].

Παρόλο που ο ρόλος της βαριατρικής χειρουργικής στη διαχείριση της παχυσαρκίας είναι καλά εδραιωμένος, η έρευνα που εξετάζει τις συγκεκριμένες επιπτώσεις αυτών των διαδικασιών στη μυϊκή μάζα και τη δύναμη παραμένει περιορισμένη. Οι περισσότερες μελέτες επικεντρώνονται κυρίως στην απώλεια βάρους και στις μεταβολικές βελτιώσεις, ενώ οι αλλαγές στον μυϊκό ιστό έχουν λάβει λιγότερη προσοχή. Δεδομένου του κρίσιμου ρόλου της μυϊκής μάζας στη μακροπρόθεσμη υγεία και την μετεγχειρητική επιτυχία, υπάρχει σαφής ανάγκη για έρευνα που να καλύπτει αυτό το κενό.

Η παρούσα διατριβή στοχεύει στη διερεύνηση των αλλαγών στη μυϊκή μάζα σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση, με ιδιαίτερη έμφαση στις διαφορές μεταξύ δυσανορροφητικών και περιοριστικών επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, θα εξετάσει τη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη και τους σχετικούς βιοχημικούς δείκτες (ολική πρωτεΐνη και λευκωματίνη) κατά τον πρώτο, τρίτο και έκτο μήνα μετεγχειρητικά. Επιπλέον, θα αξιολογήσει την πιθανή επίδραση της συμπλήρωσης πρωτεϊνών και της συστηματικής άσκησης στη διατήρηση της μυϊκής μάζας. Με αυτόν τον τρόπο, η παρούσα έρευνα επιδιώκει να παράσχει στοιχεία που μπορούν να καθοδηγήσουν τις διατροφικές και σωματικές συστάσεις, βελτιώνοντας τελικά τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα των ασθενών.

Γενικό Μέρος

Κεφάλαιο 1: Οι Βαριατρικές Επεμβάσεις

1.1 Ορισμός και επιδημιολογικά στοιχεία

Η βαριατρική χειρουργική, γνωστή και ως μεταβολική χειρουργική επέμβαση ή χειρουργική επέμβαση απώλειας βάρους, αναφέρεται σε μια ομάδα χειρουργικών επεμβάσεων που έχουν σχεδιαστεί για να προάγουν σημαντική και διαρκή μείωση βάρους σε άτομα με νοσογόνο παχυσαρκία. Η κύρια αρχή που διέπει αυτές τις διαδικασίες είναι είτε ο περιορισμός της γαστρικής χωρητικότητας, είτε η δυσαπορρόφηση θρεπτικών συστατικών, είτε ένας συνδυασμός και των δύο μηχανισμών, που οδηγεί σε μειωμένη θερμιδική πρόσληψη και αλλοιώσεις στη γαστρεντερική φυσιολογία [11]. Πέρα από τη μείωση βάρους, η βαριατρική χειρουργική αναγνωρίζεται επίσης για τις ευεργετικές μεταβολικές της επιδράσεις, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης ή της ύφεσης του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, της υπέρτασης, της δυσλιπιδαιμίας και της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας, μειώνοντας έτσι τη συνολική νοσηρότητα και θνησιμότητα [2] [12] [13].

Οι πιο ευρέως αποδεκτές κλινικές ενδείξεις για βαριατρική χειρουργική βασίζονται στις κατευθυντήριες γραμμές των Εθνικών Ινστιτούτων Υγείας (NIH) και σε πιο πρόσφατα ενημερωμένες δηλώσεις συναίνεσης. Η χειρουργική επέμβαση ενδείκνυται γενικά για ασθενείς με δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ ή για ασθενείς με $\Delta\text{ΜΣ} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ που συνοδεύονται από συννοσηρότητες που σχετίζονται με την παχυσαρκία, όταν οι συντηρητικές θεραπείες έχουν αποτύχει [14]. Σε επιλεγμένες περιπτώσεις, άτομα με $\Delta\text{ΜΣ} 30\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$ και ανεξέλεγκτη μεταβολική νόσο μπορούν επίσης να θεωρηθούν υποψήφιοι για χειρουργική θεραπεία [15].

Η παχυσαρκία έχει φτάσει σε επίπεδα επιδημίας παγκοσμίως, με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας να εκτιμά ότι περισσότεροι από 650 εκατομμύρια ενήλικες παγκοσμίως ήταν παχύσαρκοι το 2022, ένας αριθμός που συνεχίζει να αυξάνεται [16]. Αυτή η ανησυχητική τάση έχει οδηγήσει σε παράλληλη αύξηση της ζήτησης για βαριατρική χειρουργική ως αποτελεσματική θεραπευτική στρατηγική. Σύμφωνα με δεδομένα διεθνών μητρώων, το 2019 πραγματοποιήθηκαν παγκοσμίως πάνω από 833.000 βαριατρικές επεμβάσεις, αντανακλώντας μια σταθερή αύξηση σε σύγκριση με τις προηγούμενες δεκαετίες [17].

Στην Ευρώπη, η βαριατρική χειρουργική έχει επίσης αποκτήσει σημαντική δυναμική. Οι πιο συχνά πραγματοποιούμενες επεμβάσεις περιλαμβάνουν την επιμήκης γαστρεκτομή, την γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y και την γαστρική παράκαμψη με μία αναστόμωση, με την επιμήκης γαστρεκτομή να είναι επί του παρόντος η πιο συχνή λόγω της τεχνικής της απλότητας και των ευνοϊκών αποτελεσμάτων της [17]. Στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες μεσογειακές χώρες, η συχνότητα

εμφάνισης της παχυσαρκίας έχει αυξηθεί ραγδαία, επιβαρύνοντας σημαντικά τη δημόσια υγεία και υπογραμμίζοντας την ανάγκη για αποτελεσματικές παρεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένης της χειρουργικής διαχείρισης [18].

1.2 Τύποι βαριατρικών επεμβάσεων

Οι τεχνικές βαριατρικής χειρουργικής μπορούν γενικά να κατηγοριοποιηθούν σε περιοριστικές, δυσασποροφητικές ή μεικτές (περιοριστικές-δυσασποροφητικές) επεμβάσεις. Αυτές οι επεμβάσεις όχι μόνο μειώνουν την θερμιδική πρόσληψη ή απορρόφηση, αλλά προκαλούν επίσης σημαντικές νευροορμονικές αλλαγές που επηρεάζουν τη ρύθμιση της όρεξης, τον κορεσμό και τον μεταβολισμό της γλυκόζης [19][20].

Όσον αφορά στις περιοριστικές επεμβάσεις, η επιμήκης γαστρεκτομή ή αλλιώς το γαστρικό μανίκι, έχει γίνει πιο διαδεδομένη βαριατρική επέμβαση παγκοσμίως λόγω της σχετικής τεχνικής απλότητάς της, του χαμηλού ποσοστού επιπλοκών και των ευνοϊκών μεταβολικών αποτελεσμάτων [17]. Η χειρουργική επέμβαση περιλαμβάνει την εκτομή της μεγαλύτερης καμπυλότητας του στομάχου, με αποτέλεσμα ένα σωληνοειδές γαστρικό υπόλειμμα με μειωμένη χωρητικότητα (περίπου 100-150 mL). Πέρα από τον μηχανικό περιορισμό, η επιμήκης γαστρεκτομή μεταβάλλει τις ορμόνες του εντέρου, μειώνοντας σημαντικά τη γκρελίνη (μια ορεξιογόνο ορμόνη) και αυξάνοντας τα GLP-1 και PYY, μειώνοντας έτσι την όρεξη και βελτιώνοντας την ομοιοστάση της γλυκόζης [21] [22]. Η αναφερόμενη απώλεια βάρους είναι συνήθως 50-70% του υπερβολικού σωματικού βάρους στα 1-2 χρόνια μετεγχειρητικά, με διαρκή αποτελέσματα μεσοπρόθεσμα [23].

Υπάρχει επίσης και η ρυθμιζόμενη γαστρική πτύχωση, ή αλλιώς ο γαστρικός δακτύλιος. Αυτή η διαδικασία, αφού υιοθετήθηκε ευρέως, έχει μειωθεί σημαντικά σε χρήση και θεωρείται ξεπερασμένη μέθοδος. Ο ρυθμιζόμενος γαστρικός δακτύλιος συνίσταται στην λαπαροσκοπική τοποθέτηση μιας φουσκωτής ταινίας σιλικόνης γύρω από το άνω μέρος του στομάχου, δημιουργώντας έναν μικρό θύλακα. Αν και είναι αναστρέψιμη και αρχικά σχετίζεται με χαμηλό περιεγχειρητικό κίνδυνο, τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά. Οι ασθενείς συχνά εμφανίζουν ανεπαρκή απώλεια βάρους ή επαναφορά βάρους, επιπλοκές όπως ολίσθηση ή διάβρωση της ταινίας και υψηλά ποσοστά επανεγχείρησης [24].

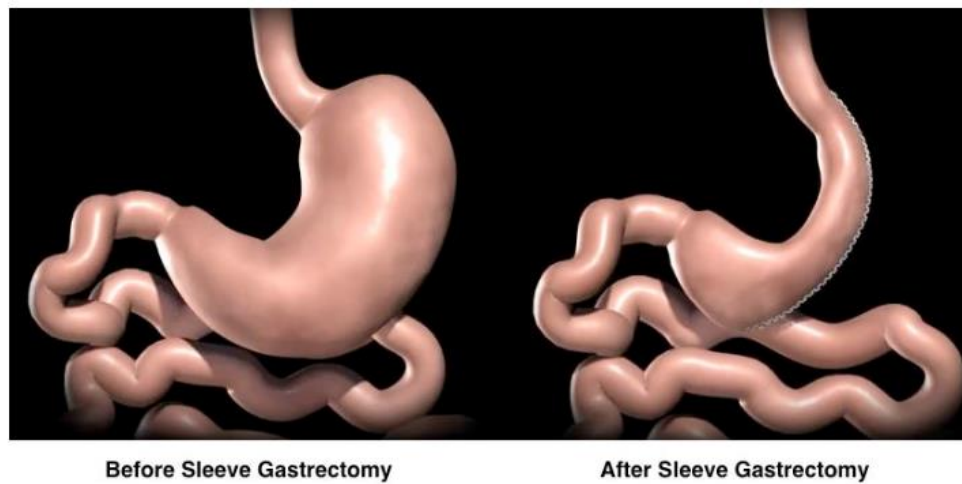
Η γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y είναι περιοριστική και δυσασποροφητική επέμβαση. Η επέμβαση περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός μικρού γαστρικού θύλακα (~30 mL) και τη σύνδεσή του με τη νήστιδα, παρακάμπτοντας έτσι το μεγαλύτερο μέρος του στομάχου, ολόκληρο το δωδεκαδάκτυλο και ένα τμήμα της εγγύς νήστιδας. Η γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y μειώνει

την πρόσληψη θερμίδων και την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, ενώ παράλληλα ενισχύει το αίσθημα κορεσμού και προκαλεί έντονες μεταβολικές επιδράσεις μέσω της διέγερσης των ινκρετινών, της σηματοδότησης των χολικών οξέων και των αλλαγών στο μικροβίωμα του εντέρου [12]. Παραμένει μια από τις πιο αποτελεσματικές διαδικασίες τόσο για τη διαρκή απώλεια βάρους όσο και για την ύφεση του διαβήτη τύπου 2, με το 60-70% της απώλειας υπερβολικού σωματικού βάρους να αναφέρεται συχνά [25].

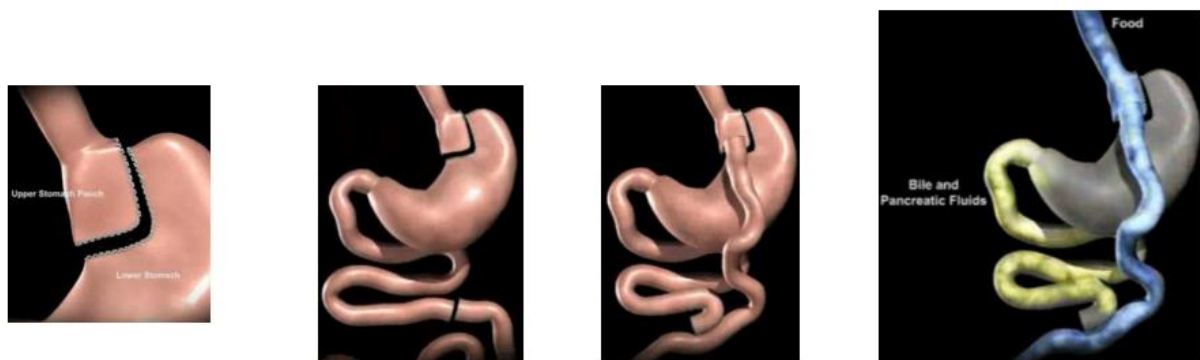
Η γαστρική παράκαμψη μίας αναστόμωσης, γνωστή και ως μίνι-γαστρική παράκαμψη, εισήχθη ως μια τεχνικά απλούστερη εναλλακτική λύση της γαστρικής παράκαμψης κατά Roux-en-Y. Η διαδικασία περιλαμβάνει την κατασκευή ενός μακριού, στενού γαστρικού θύλακα και τη δημιουργία μιας ενιαίας γαστρονησιτιδικής αναστόμωσης. Η γαστρική παράκαμψη μίας αναστόμωσης προκαλεί απώλεια βάρους και μεταβολικές βελτιώσεις παρόμοιες με την γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y, αλλά παραμένουν ανησυχίες σχετικά με την παλινδρόμηση της χολής και τις μακροχρόνιες διατροφικές ελλείψεις λόγω του μακρύτερου χολοπαγκρεατικού σκέλους [26] [27] [28] [29] [30].

Η χολοπαγκρεατικήεκτροπή και η δωδεκαδακτυλική εκτροπή, είναι διαδικασίες κυρίως δυσαπορροφητικές, με μερική γαστρεκτομή και σημαντική παράκαμψη του λεπτού εντέρου, που οδηγεί σε έντονη δυσαπορρόφηση θρεπτικών συστατικών. Η δωδεκαδακτυλική εκτροπή, μια τροποποίηση της παραδοσιακής χολοπαγκρεατικής εκτροπής, διατηρεί τον πυλωρό και μέρος του δωδεκαδακτύλου, βελτιώνοντας έτσι την γαστρική κένωση και μειώνοντας ορισμένες επιπλοκές. Αυτές οι επεμβάσεις αποφέρουν την πιο βαθιά και παρατεταμένη απώλεια βάρους και τα υψηλότερα ποσοστά ύφεσης του διαβήτη, που συχνά υπερβαίνουν το 70-80% της υπερβολικής απώλειας βάρους στα 2-3 χρόνια. Ωστόσο, είναι τεχνικά πολύπλοκες, συνδέονται με υψηλότερο περιεγχειρητικό κίνδυνο και ενέχουν το μεγαλύτερο δυναμικό για μακροχρόνιες διατροφικές ελλείψεις (ιδιαίτερα υποσιτισμό πρωτεϊνών, ελλείψεις λιποδιαλυτών βιταμινών και έλλειψη ιχνοστοιχείων). Για αυτούς τους λόγους, γενικά προορίζονται για ασθενείς με σοβαρή παχυσαρκία ($\Delta\text{ΜΣ} > 50 \text{ kg/m}^2$) ή για εκείνους που χρειάζονται αναθεώρηση μετά από αποτυχημένες προηγούμενες βαριατρικές επεμβάσεις [31][32].

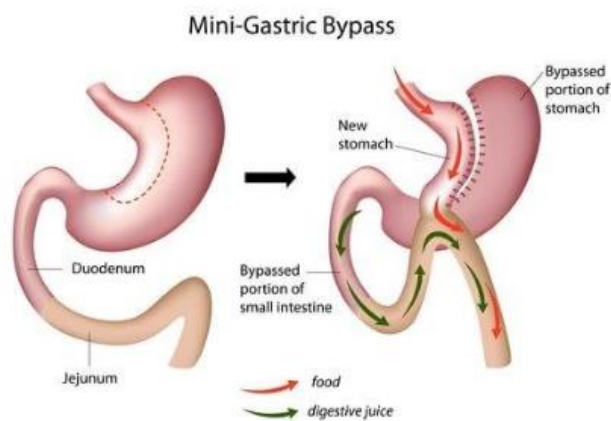
Εκτός από τις καθιερωμένες τεχνικές, έχουν εισαχθεί νεότερες προσεγγίσεις όπως η δωδεκαδακτυλοειλική παράκαμψη μονής αναστόμωσης με επιμήκη γαστρεκτομή. Αυτή η τροποποίηση μειώνει την χειρουργική πολυπλοκότητα σε σύγκριση με την δωδεκαδακτυλική εκτροπή, διατηρώντας παράλληλα ευνοϊκή απώλεια βάρους και μεταβολικά αποτελέσματα [33]. Οι επαναληπτικές διαδικασίες εκτελούνται επίσης όλο και περισσότερο για την αντιμετώπιση της επαναπρόσληψης βάρους, της ανεπαρκούς απώλειας βάρους ή των επιπλοκών μετά από πρωτογενή βαριατρική χειρουργική επέμβαση, αντανakλώντας το εξελισσόμενο τοπίο της μεταβολικής χειρουργικής [34].



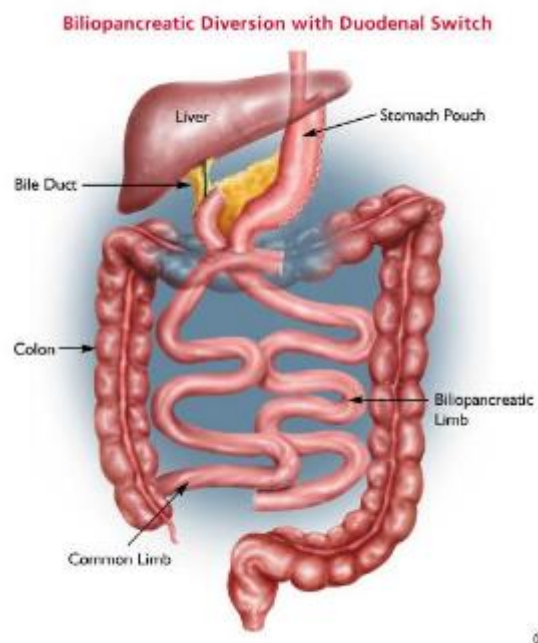
Εικόνα 1.Επιμήκης γαστρεκτομή[35]



Εικόνα 2. Γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y[35]



Εικόνα 3. Μίνι γαστρικό bypass[35]



Εικόνα 4. Χολοπαγκρεατική δωδεκαδακτυλική εκτροπή[35]

Κεφάλαιο 2: Αλλαγές στη Σύσταση του Σώματος μετά από Βαριατρικές Επεμβάσεις

2.1 Επίδραση των βαριατρικών επεμβάσεων απώλεια σωματικού βάρους

Η βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι η πιο αποτελεσματική θεραπεία για την κλινικά σοβαρή παχυσαρκία, οδηγώντας σταθερά σε σημαντική και διαρκή απώλεια βάρους σε σύγκριση με τις μη χειρουργικές επεμβάσεις. Το μέγεθος της μείωσης του σωματικού βάρους διαφέρει μεταξύ των χειρουργικών επεμβάσεων, αλλά όλες οι εγκεκριμένες τεχνικές επιτυγχάνουν κλινικά σημαντικά αποτελέσματα που μεταφράζονται σε μειώσεις στις συννοσηρότητες και τη θνησιμότητα που σχετίζονται με την παχυσαρκία [1] [36].

Η μετεγχειρητική απώλεια βάρους ακολουθεί γενικά μια προβλέψιμη πορεία. Οι πρώτοι 6-12 μήνες χαρακτηρίζονται από ταχεία μείωση βάρους λόγω σοβαρού περιορισμού στην θερμιδική πρόσληψη και αλλοιωμένης γαστρεντερικής φυσιολογίας. Μια μετα-ανάλυση διαπίστωσε ότι η πλειονότητα της υπερβολικής απώλειας βάρους συμβαίνει εντός των πρώτων 6 μηνών μετά την επέμβαση, με τον ρυθμό απώλειας να επιβραδύνεται στη συνέχεια [6]. Μέχρι τους 12-18 μήνες, οι περισσότεροι ασθενείς φτάνουν στο ναδίρ βάρους τους, που αντιστοιχεί σε περίπου 60-80% απώλεια περίσσειου βάρους [37]. Μετά από αυτό το σημείο, είναι συχνό να υπάρχει κάποιος βαθμός επαναφοράς βάρους, αν και συνήθως οι ασθενείς διατηρούν σημαντική καθαρή απώλεια βάρους σε σύγκριση με την αρχική τους κατάσταση.

Η επιμήκης γαστρεκτομή οδηγεί σε απώλεια πλεονάζοντος βάρους περίπου 50–70% στα 1–2 έτη και 45–55% στα 5 έτη [23]. Ενώ είναι αποτελεσματικές, μακροπρόθεσμες μελέτες υποδηλώνουν ότι ένα υποσύνολο ασθενών βιώνει επαναφορά βάρους λόγω προοδευτικής γαστρικής διαστολής ή ανεπαρκούς προσαρμογής στον τρόπο ζωής [38]. Η γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y επιτυγχάνει σταθερά μεγαλύτερη και πιο διαρκή μείωση βάρους από την επιμήκης γαστρεκτομή σε ορισμένες μελέτες, με απώλεια πλεονάζοντος βάρους 60–75% στα 1–2 έτη και διατήρηση απώλειας πλεονάζοντος βάρους 50–60% μετά από 10 έτη [37][12]. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό σε ασθενείς με σοβαρή μεταβολική νόσο, καθιστώντας το την τυπική διαδικασία αναφοράς για τα αποτελέσματα της βαριατρικής χειρουργικής επέμβασης. Ακόμη, τυχαιοποιημένες δοκιμές έχουν δείξει ότι η γαστρική παράκαμψη με μία αναστόμωση δεν είναι κατώτερη και σε ορισμένες περιπτώσεις ανώτερη από την γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y, με 70–80% απώλεια πλεονάζοντος βάρους να αναφέρεται σε 1–2 έτη [26]. Επιπρόσθετα, η χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή

παράγει την πιο βαθιά και μακροχρόνια απώλεια βάρους, με απώλεια πλεονάζοντος βάρους 75–85% και ελάχιστη μακροπρόθεσμη επαναφορά βάρους. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό σε ασθενείς με ΔΜΣ > 50 kg/m², αν και οι κίνδυνοι υποσιτισμού πρωτεϊνών-θερμίδων και ανεπάρκειας βιταμινών περιορίζουν την ευρεία χρήση της[31]. Αντίθετα, ο ρυθμιζόμενος γαστρικός δακτύλιος αποδίδει τη χαμηλότερη απώλεια βάρους, με μέσο όρο 40-50% απώλεια πλεονάζοντος βάρους, με υψηλά ποσοστά μακροπρόθεσμης επαναφοράς βάρους και ανάγκης για αναθεώρηση. Κατά συνέπεια, έχει χάσει την εύνοια των περισσότερων χειρουργικών κέντρων [24].

Αρκετοί παράγοντες που σχετίζονται με τον ασθενή και συμπεριφοράς επηρεάζουν τον βαθμό μετεγχειρητικής απώλειας βάρους. Η νεότερη ηλικία, το γυναικείο φύλο, ο χαμηλότερος αρχικός ΔΜΣ, η υψηλότερη προεγχειρητική σωματική δραστηριότητα και η καλύτερη τήρηση των διατροφικών συστάσεων σχετίζονται με πιο ευνοϊκά αποτελέσματα [39]. Αντίθετα, η κακή συμμόρφωση με την παρακολούθηση, οι ψυχιατρικές διαταραχές και οι δυσπροσαρμοστικές διατροφικές συμπεριφορές προβλέπουν μη βέλτιστα αποτελέσματα ή επαναφορά βάρους[40].

Παρόλο που η βαριατρική χειρουργική επέμβαση οδηγεί σε σημαντική αρχική μείωση του σωματικού βάρους, οι μακροπρόθεσμες μελέτες παρακολούθησης αποκαλύπτουν ότι το 20-35% των ασθενών εμφανίζουν κλινικά σημαντική επαναφορά βάρους εντός 5-10 ετών[41]. Η επαναφορά βάρους είναι πολυπαραγοντική, επηρεασμένη από συμπεριφορικούς, ανατομικούς και ορμονικούς παράγοντες. Οι ανατομικές αιτίες περιλαμβάνουν τη διεύρυνση του γαστρικού θύλακα ή τη διαστολή του μανικιού, ενώ οι συμπεριφορικές αιτίες περιλαμβάνουν τη μη τήρηση των διατροφικών οδηγιών και την ανεπαρκή σωματική δραστηριότητα. Παρά ταύτα, οι περισσότεροι ασθενείς διατηρούν μια σημαντική καθαρή μείωση του σωματικού βάρους και των συννοσηροτήτων σε σύγκριση με την προεγχειρητική τους κατάσταση [1].

2.2 Επίδραση των βαριατρικών επεμβάσεων στον μυϊκό ιστό

Παρόλο που η βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι εξαιρετικά αποτελεσματική για την πρόκληση απώλειας βάρους και τη βελτίωση των συννοσηροτήτων που σχετίζονται με την παχυσαρκία, έχει επίσης συσχετιστεί με σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση του σώματος. Εκτός από την αναμενόμενη μείωση της λιπώδους μάζας, παρατηρείται συχνά μια σημαντική μείωση της άλιπης σωματικής μάζας, ιδιαίτερα του σκελετικού μυϊκού ιστού, μετά από χειρουργική επέμβαση. Αυτό το φαινόμενο έχει κλινική σημασία, καθώς ο σκελετικός μυς παίζει θεμελιώδη ρόλο στη διατήρηση της ενεργειακής δαπάνης ηρεμίας, στη ρύθμιση του μεταβολισμού της γλυκόζης, στην υποστήριξη της κινητικότητας και στη διατήρηση της μακροπρόθεσμης σταθερότητας του βάρους [5][4].

Η μείωση του μυϊκού ιστού μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι πιο έντονη κατά την αρχική φάση της ταχείας απώλειας βάρους, η οποία συνήθως συμβαίνει εντός των πρώτων τριών έως έξι μηνών μετεγχειρητικά. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, ένα σημαντικό ποσοστό του χαμένου βάρους προέρχεται από μάζα χωρίς λίπος. Μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση έδειξε ότι μεταξύ είκοσι και τριάντα πέντε τοις εκατό της συνολικής απώλειας βάρους μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση αποτελείται από άλιπο ιστό, με τη μεγαλύτερη μείωση να συμβαίνει εντός των πρώτων τριών μηνών μετά τη διαδικασία [6]. Αν και ο ρυθμός απώλειας μυϊκής μάζας τείνει να σταθεροποιείται μετά από έξι μήνες, οι ασθενείς συχνά δεν επιστρέφουν στα προεγχειρητικά επίπεδα άλιπης μάζας ακόμη και μετά από ένα έως δύο χρόνια παρακολούθησης, γεγονός που υπογραμμίζει την επιμονή αυτής της επιπλοκής [9].

Αρκετοί μηχανισμοί εξηγούν τη μείωση του μυϊκού ιστού μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Ο σοβαρός περιορισμός της πρόσληψης ενέργειας κατά την πρώιμη μετεγχειρητική φάση οδηγεί σε αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο και στον καταβολισμό της μυϊκής πρωτεΐνης για την κάλυψη των μεταβολικών απαιτήσεων. Επιπλέον, η μειωμένη γαστρική χωρητικότητα περιορίζει την κατανάλωση τροφών πλούσιων σε πρωτεΐνες και πολλοί ασθενείς δεν επιτυγχάνουν τη συνιστώμενη πρόσληψη πρωτεΐνης που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των μυών. Οι μεταβολές στην έκκριση γαστρεντερικών ορμονών συμβάλλουν επίσης σε αλλαγές στο ενεργειακό ισοζύγιο και στον μεταβολισμό του υποστρώματος. Ενώ διαδικασίες όπως η επιμήκης γαστρεκτομή και η γαστρική παράκαμψη αυξάνουν τις ανορεξιογόνες ορμόνες όπως το γλυκαγονόμορφο πεπτίδιο-1 και το πεπτίδιο ΥΥ, δεν διεγείρουν απαραίτητα οδούς που προστατεύουν τη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης [20]. Σε επεμβάσεις δυσανορρόφησης, όπως η γαστρική παράκαμψη κατά Roux-en-Y, η γαστρική παράκαμψη μίας αναστόμωσης και η χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή, η απορροφητική επιφάνεια του λεπτού εντέρου μειώνεται, με αποτέλεσμα τη μειωμένη απορρόφηση αμινοξέων και μικροθρεπτικών συστατικών που είναι απαραίτητα για τον μυϊκό αναβολισμό [42]. Επιπροσθέτως, η κατάσταση ταχείας απώλειας βάρους μπορεί να επιδεινώσει την υποκείμενη χρόνια φλεγμονή, προωθώντας έτσι ένα καταβολικό περιβάλλον που επιταχύνει την αποικοδόμηση του μυϊκού ιστού [5].

Η έκταση της μείωσης της μυϊκής μάζας διαφέρει ανάλογα με την χειρουργική τεχνική. Οι περιοριστικές επεμβάσεις, όπως η επιμήκης γαστρεκτομή, σχετίζονται με μέτριες μειώσεις στη μυϊκή μάζα, ενώ οι δυσανορροφητικές ή συνδυασμένες επεμβάσεις τείνουν να προκαλούν μεγαλύτερες μειώσεις. Για παράδειγμα, οι ασθενείς που υποβάλλονται σε χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή μπορεί να παρουσιάσουν μείωση στον άλιπο ιστό έως και δεκαπέντε έως είκοσι τοις εκατό κατά τη διάρκεια του πρώτου μετεγχειρητικού έτους, η οποία είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή που παρατηρείται μετά από επιμήκη γαστρεκτομή [31].

Εκτός από τις αλλαγές στον όγκο των μυών, η βαριατρική χειρουργική επηρεάζει επίσης τη μυϊκή δύναμη και λειτουργία. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει μείωση της σωματικής απόδοσης και της δύναμης χειρολαβής στην πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο, η οποία φαίνεται να σχετίζεται εν μέρει με την απώλεια άλιπου ιστού [3]. Ωστόσο, η μείωση της δύναμης δεν είναι πάντα ανάλογη με τη μείωση της μυϊκής μάζας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι βελτιώσεις στην κινητικότητα και οι μειώσεις της λιπώδους μάζας μπορεί να αντισταθμίσουν αυτές τις αλλαγές, επιτρέποντας στους ασθενείς να διατηρήσουν ή ακόμα και να ενισχύσουν ορισμένες λειτουργικές ικανότητες παρά τις μετρήσιμες μειώσεις στον άλιπο ιστό[43]. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι η προεγχειρητική μυϊκή δύναμη έχει αναγνωριστεί ως προγνωστικός παράγοντας για τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα. Οι ασθενείς με υψηλότερη αρχική δύναμη τείνουν να διατηρούν μεγαλύτερο ποσοστό άλιπου ιστού και να αναρρώνουν πιο αποτελεσματικά μετά την επέμβαση [44].

Η μείωση της μυϊκής μάζας μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση έχει σημαντικές κλινικές συνέπειες. Από μεταβολικής άποψης, συμβάλλει στη μείωση της ενεργειακής δαπάνης ηρεμίας, η οποία με τη σειρά της μπορεί να προδιαθέτει τους ασθενείς σε επαναπρόσληψη βάρους μακροπρόθεσμα. Η απώλεια άλιπου ιστού σχετίζεται επίσης με μειωμένη ρύθμιση της γλυκόζης, μειωμένη υγεία των οστών και μειωμένη ικανότητα άσκησης, η οποία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ποιότητα ζωής. Εάν η λιπώδης μάζα αυξηθεί ξανά μετά την επέμβαση, η συνύπαρξη μειωμένου μυϊκού ιστού και παχυσαρκίας μπορεί να οδηγήσει σε σαρκοπενική παχυσαρκία, μια πάθηση που συνδέεται με αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα [5][1].

Οι στρατηγικές για την ελαχιστοποίηση της απώλειας μυϊκής μάζας μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση περιλαμβάνουν τόσο διατροφικές όσο και συμπεριφορικές παρεμβάσεις. Η επαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης, που εκτιμάται μεταξύ εξήντα και ενενήντα γραμμαρίων την ημέρα ή έως 1,5 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό ιδανικού σωματικού βάρους, έχει αποδειχθεί ότι διατηρεί την άλιπη μάζα. Η συμπλήρωση με πρωτεΐνη ορού γάλακτος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική λόγω της υψηλής βιολογικής της αξίας και της ταχείας απορρόφησής της [9]. Τα δομημένα προγράμματα σωματικής δραστηριότητας, ειδικά αυτά που ενσωματώνουν προπόνηση αντίστασης, έχουν δείξει σημαντικά οφέλη για τη διατήρηση της μυϊκής μάζας και τη βελτίωση της δύναμης μετά από χειρουργική επέμβαση [3]. Τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές υποδεικνύουν περαιτέρω ότι ο συνδυασμός συμπληρωμάτων πρωτεΐνης και άσκησης είναι πιο αποτελεσματικός από οποιαδήποτε παρέμβαση μόνη της στην πρόληψη της μετεγχειρητικής μυϊκής ατροφίας [45]. Για το λόγο αυτό, οι κλινικές οδηγίες συνιστούν στενή μετεγχειρητική παρακολούθηση της σύνθεσης και της δύναμης του σώματος χρησιμοποιώντας επικυρωμένες μεθόδους όπως η ανάλυση βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης, η απορροφησιομετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας και η δυναμομετρία, προκειμένου να εντοπιστούν πρώιμα σημάδια μυϊκής εξάντλησης και να εφαρμοστούν έγκαιρες παρεμβάσεις [11].

Κεφάλαιο 3: Η Μυϊκή Μάζα και η Σημασία της στην Παχυσαρκία και την Απώλεια Βάρους

3.1 Ο ρόλος της μυϊκής μάζας στη μεταβολική υγεία και στον βασικό μεταβολικό ρυθμό

Ο σκελετικός μυς αντιπροσωπεύει περίπου το 40% της συνολικής σωματικής μάζας σε υγιείς ενήλικες και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος των πρωτεϊνικών αποθεμάτων. Ενώ οι μηχανικές λειτουργίες του στη στάση του σώματος, την κίνηση και την αναπνοή είναι καλά αναγνωρισμένες, ο σκελετικός μυς παίζει επίσης έναν απαραίτητο ρόλο στη συστηματική μεταβολική ρύθμιση. Είναι ένα μεταβολικά ενεργό όργανο που συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή δαπάνη, την ομοιόσταση γλυκόζης και λιπιδίων, την ανανέωση των αμινοξέων και την επικοινωνία μεταξύ των οργάνων. Αυτές οι λειτουργίες τοποθετούν τη μυϊκή μάζα ως κεντρικό καθοριστικό παράγοντα τόσο της μεταβολικής υγείας όσο και της μακροπρόθεσμης ρύθμισης του βάρους [46].

Ένας από τους κύριους τρόπους με τους οποίους ο σκελετικός μυς επηρεάζει την μεταβολική υγεία είναι μέσω της επίδρασής του στον βασικό μεταβολικό ρυθμό, ο οποίος είναι η ελάχιστη ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη διατήρηση ζωτικών λειτουργιών σε κατάσταση ηρεμίας. Ο βασικός μεταβολικός ρυθμός αντιπροσωπεύει το 60-70% της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης σε καθιστικά άτομα. Παρόλο που η κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα μάζας μυός είναι χαμηλότερη από αυτή των ιδιαίτερα ενεργών οργάνων όπως το ήπαρ ή ο εγκέφαλος, η απόλυτη συμβολή του μυός στον βασικό μεταβολικό ρυθμό είναι σημαντική λόγω του μεγάλου όγκου του. Η μείωση της μυϊκής μάζας μειώνει επομένως την ενεργειακή δαπάνη σε κατάσταση ηρεμίας και προδιαθέτει τα άτομα για θετικό ενεργειακό ισοζύγιο [47].

Στο πλαίσιο της απώλειας βάρους, αυτή η μείωση της ενεργειακής δαπάνης σε κατάσταση ηρεμίας ενισχύεται περαιτέρω από την προσαρμοστική θερμογένεση, μια φυσιολογική απόκριση στην οποία το σώμα μειώνει την ενεργειακή δαπάνη για να αμυνθεί έναντι της απώλειας βάρους. Αυτή η προσαρμοστική απόκριση επιμένει ακόμη και μετά τη σταθεροποίηση του βάρους και συμβάλλει στις δυσκολίες στη διατήρηση της μακροπρόθεσμης μείωσης του βάρους. Η διατήρηση της σκελετικής μυϊκής μάζας είναι επομένως απαραίτητη για την πρόληψη μιας δυσανάλογης μείωσης της ενεργειακής δαπάνης σε κατάσταση ηρεμίας κατά τη διάρκεια παρεμβάσεων απώλειας βάρους, συμπεριλαμβανομένης της βαριατρικής χειρουργικής [48].

Ο σκελετικός μυς είναι η κύρια θέση διάθεσης γλυκόζης που προκαλείται από την ινσουλίνη, αντιπροσωπεύοντας έως και ογδόντα τοις εκατό της μεταγευματικής πρόσληψης γλυκόζης. Η γλυκόζη εισέρχεται στα μυϊκά κύτταρα μέσω της διεγερόμενης από την ινσουλίνη μετατόπισης των μεταφορέων GLUT4 στην κυτταρική μεμβράνη, όπου αποθηκεύεται ως γλυκογόνο ή οξειδώνεται για ενέργεια. Η μειωμένη μυϊκή μάζα περιορίζει την ικανότητα πρόσληψης γλυκόζης, η οποία συμβάλλει στην αντίσταση στην ινσουλίνη και στη μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη [49].

Αντίστροφα, η μεγαλύτερη μυϊκή μάζα σχετίζεται με αυξημένη ευαισθησία στην ινσουλίνη και προστασία από τον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Διαχρονικές μελέτες έχουν δείξει ότι άτομα με υψηλότερη σχετική μυϊκή μάζα εμφανίζουν χαμηλότερο κίνδυνο μεταβολικού συνδρόμου και μειωμένη συχνότητα εμφάνισης μειωμένης γλυκόζης νηστείας [50]. Από αυτή την άποψη, η διατήρηση των μυών μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη διατήρηση ή ακόμα και στην ενίσχυση των μεταβολικών βελτιώσεων που παρατηρούνται συνήθως μετεγχειρητικά.

Ο σκελετικός μυς συμβάλλει επίσης στον μεταβολισμό των λιπιδίων οξειδώνοντας τα λιπαρά οξέα στα μιτοχόνδριά του. Μέσω αυτού του μηχανισμού, ο μυϊκός ιστός ρυθμίζει τα επίπεδα τριγλυκεριδίων και ελεύθερων λιπαρών οξέων στην κυκλοφορία και αποτρέπει τη συσσώρευση λιπιδίων σε μη λιπώδεις ιστούς όπως το ήπαρ και το πάγκρεας. Όταν η μυϊκή μάζα ή η μιτοχονδριακή λειτουργία μειώνεται, η ικανότητα οξείδωσης των λιπιδίων μειώνεται, οδηγώντας σε έκτοπη εναπόθεση λιπιδίων, ηπατική στεάτωση και λιποτοξικότητα, τα οποία συνδέονται όλα με την αντίσταση στην ινσουλίνη και τις καρδιαγγειακές παθήσεις [51]. Επομένως, η διατήρηση του μυϊκού ιστού έχει προστατευτικές επιδράσεις όχι μόνο στην ομοιοστάση της γλυκόζης αλλά και στη ρύθμιση των λιπιδίων και την καρδιαγγειακή υγεία.

Εκτός από τον ρόλο του στον μεταβολισμό του υποστρώματος, ο σκελετικός μυς λειτουργεί ως ενδοκρινικό όργανο απελευθερώνοντας σηματοδοτικά μόρια γνωστά ως μυοκίνες. Αυτά περιλαμβάνουν την ιντερλευκίνη-6, την ιρισίνη, τη μυοστατίνη και τον νευροτροφικό παράγοντα που προέρχεται από τον εγκέφαλο, μεταξύ άλλων. Οι μυοκίνες ασκούν αυτοκρινείς, παρακρινείς και ενδοκρινικές επιδράσεις, επηρεάζοντας τον μεταβολισμό, την ανοσολογική ρύθμιση και την επικοινωνία μεταξύ οργάνων[52].

Σε άτομα με παχυσαρκία, ο σκελετικός μυς χαρακτηρίζεται συχνά από διήθηση λίπους, μειωμένη οξειδωτική ικανότητα και μειωμένη σηματοδότηση ινσουλίνης, μια κατάσταση που μερικές φορές περιγράφεται ως «σαρκοπενική παχυσαρκία». Μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση, οι ασθενείς βιώνουν ραγδαίες μειώσεις τόσο στο λίπος όσο και στη άλιπη μάζα. Όσοι χάνουν δυσανάλογα μεγάλη ποσότητα μυϊκού ιστού διατρέχει κίνδυνο μεταβολικής επιδείνωσης μακροπρόθεσμα, παρά τα αρχικά οφέλη της μείωσης του βάρους. Αντίθετα, οι ασθενείς με

μεγαλύτερη προεγχειρητική μυϊκή μάζα και δύναμη τείνουν να διατηρούν καλύτερα μεταβολικά προφίλ, έχουν χαμηλότερο κίνδυνο μετεγχειρητικών επιπλοκών και επιδεικνύουν βελτιωμένη μακροπρόθεσμη διατήρηση του βάρους [5].

Αυτή η αλληλεπίδραση υπογραμμίζει τον διττό ρόλο του σκελετικού μυός στα μετεγχειρητικά αποτελέσματα. Αφενός, η μείωσή του μειώνει τον βασικό μεταβολικό ρυθμό, συμβάλλοντας στον κίνδυνο επαναπρόσληψης βάρους. Αφετέρου, η ανεπαρκής μυϊκή μάζα θέτει σε κίνδυνο την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον μεταβολισμό των λιπιδίων, υπονομεύοντας τις ευεργετικές επιδράσεις της απώλειας βάρους στην μεταβολική υγεία. Για αυτούς τους λόγους, οι σύγχρονες κλινικές οδηγίες τονίζουν τη σημασία της διατήρησης του άλιπου ιστού μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση μέσω στρατηγικών όπως η επαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης, η δομημένη προπόνηση αντίστασης και η στενή παρακολούθηση της σωματικής σύνθεσης [11].

3.2 Κίνδυνοι μυϊκής απώλειας κατά την ταχεία απώλεια βάρους

Η ταχεία απώλεια βάρους, είτε επιτυγχάνεται μέσω θερμιδικού περιορισμού, φαρμακολογικής θεραπείας είτε βαριατρικής χειρουργικής επέμβασης, συχνά συνοδεύεται από σημαντικές μειώσεις στην άλιπη σωματική μάζα εκτός από τη λιπώδη μάζα. Ενώ ο πρωταρχικός στόχος της θεραπείας της παχυσαρκίας είναι η μείωση της υπερβολικής λιπώδους μάζας, η ταυτόχρονη απώλεια σκελετικού μυός είναι ανεπιθύμητη και μπορεί να έχει επιβλαβείς βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες για την μεταβολική υγεία, τη σωματική λειτουργία και τη συνολική πρόγνωση [53].

Ο σκελετικός μυς είναι η κύρια θέση πρόσληψης γλυκόζης σε απόκριση στην ινσουλίνη. Η μείωση της μυϊκής μάζας μειώνει την ικανότητα διάθεσης γλυκόζης και προδιαθέτει τους ασθενείς σε αντίσταση στην ινσουλίνη και μειωμένη ανοχή στη γλυκόζη [49]. Αν και η βαριατρική χειρουργική επέμβαση σχετίζεται με βελτιώσεις στην ευαισθησία στην ινσουλίνη λόγω μειώσεων της λιπώδους μάζας και αλλοιώσεων στις ορμόνες του εντέρου, η υπερβολική απώλεια μυϊκού ιστού μπορεί να εξασθενήσει αυτές τις ευεργετικές επιδράσεις μακροπρόθεσμα. Επιπλέον, η μειωμένη μυϊκή μάζα σχετίζεται με μείωση της ενεργειακής δαπάνης ηρεμίας, η οποία μπορεί να ευνοήσει την επανασυσσώρευση σωματικού λίπους και να προωθήσει την επαναφορά βάρους [48].

Η απώλεια σκελετικού μυός κατά τη διάρκεια της ταχείας απώλειας βάρους έχει επίσης επιπτώσεις στη σωματική απόδοση. Ο μυϊκός ιστός απαιτείται όχι μόνο για την κίνηση αλλά και για τη διατήρηση της στάσης του σώματος, της ισορροπίας και της καθημερινής λειτουργικής ικανότητας. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει μειώσεις στη δύναμη και τη σωματική αντοχή κατά την πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση, ιδιαίτερα σε ασθενείς που βιώνουν δυσανάλογη απώλεια άλιπου ιστού [3]. Η μειωμένη σωματική λειτουργία αυξάνει τον

κίνδυνο ευθραυστότητας, πτώσεων και αναπηρίας, ειδικά σε ηλικιωμένους ενήλικες που έχουν ήδη μειωμένα μυϊκά αποθέματα.

Ένας σημαντικός κλινικός κίνδυνος που σχετίζεται με την απώλεια μυών κατά τη διάρκεια της ταχείας απώλειας βάρους είναι η ανάπτυξη σαρκοπενικής παχυσαρκίας, μιας πάθησης που ορίζεται από τη συνύπαρξη μειωμένης μυϊκής μάζας και δύναμης με υπερβολική λιπώδη μάζα. Αυτός ο φαινότυπος έχει συσχετιστεί με μεγαλύτερη νοσηρότητα, συμπεριλαμβανομένων καρδιαγγειακών παθήσεων, μεταβολικού συνδρόμου και μειωμένης ποιότητας ζωής [5]. Σε ασθενείς που υποβάλλονται σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση, μπορεί να εμφανιστεί σαρκοπενική παχυσαρκία εάν οι αρχικές απώλειες μυών δεν αντιστραφούν και εάν συμβεί επακόλουθη ανάκτηση λίπους. Αυτό το σενάριο έχει ως αποτέλεσμα μια σωματική σύνθεση που είναι μεταβολικά πιο δυσμενής από την παχυσαρκία μόνη της.

Η απώλεια μυϊκού ιστού έχει επίσης διατροφικές και μυοσκελετικές συνέπειες. Ο μυς λειτουργεί ως η κύρια δεξαμενή πρωτεϊνών του σώματος, κινητοποιημένος κατά τη διάρκεια των καταβολικών καταστάσεων για να παρέχει αμινοξέα για βασικές λειτουργίες. Ο υπερβολικός μετεγχειρητικός μυϊκός καταβολισμός μπορεί να οδηγήσει σε υποσιτισμό πρωτεΐνης-ενέργειας, υπολευκωματιναιμία και μειωμένη επούλωση τραυμάτων [9]. Επιπλέον, οι μειώσεις στη μηχανική φόρτιση του σκελετού λόγω της μειωμένης μυϊκής δύναμης συμβάλλουν στην απώλεια οστικής μάζας, αυξάνοντας τον κίνδυνο οστεοπόρωσης και καταγμάτων μακροπρόθεσμα [54].

Η απώλεια μυϊκής μάζας δεν είναι μόνο ένα φυσιολογικό ζήτημα, αλλά επηρεάζει επίσης την ψυχολογική ευεξία και την ποιότητα ζωής. Οι ασθενείς που βιώνουν μειώσεις στη δύναμη και την αντοχή μπορεί να αισθάνονται κουρασμένοι, περιορισμένοι στην ικανότητά τους να συμμετέχουν σε σωματικές δραστηριότητες και να αποθαρρύνονται από τη διατήρηση προγραμμάτων άσκησης. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει έναν αρνητικό κύκλο στον οποίο η μειωμένη δραστηριότητα οδηγεί σε περαιτέρω μυϊκή φθορά, μειωμένη λειτουργικότητα και μειωμένη ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία [55] [56].

Οι κίνδυνοι απώλειας μυϊκής μάζας είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για ασθενείς που υποβάλλονται σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση, καθώς αυτά τα άτομα υπόκεινται τόσο σε σοβαρό θερμιδικό περιορισμό όσο και, στην περίπτωση δυσαπορροφητικών επεμβάσεων, σε μειωμένη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών. Η πρόιμη μετεγχειρητική περίοδος είναι κρίσιμη, καθώς ο ρυθμός απώλειας βάρους είναι πιο γρήγορος και η μείωση της μυϊκής μάζας πιο έντονη. Χωρίς επαρκείς διατροφικές και ασκητικές παρεμβάσεις, οι ασθενείς μπορεί να παρουσιάσουν μακροχρόνιες μειώσεις στον μυϊκό τους ιστό που θέτουν σε κίνδυνο τα μεταβολικά και λειτουργικά τους αποτελέσματα παρά τις επιτυχείς μειώσεις της λιπώδους μάζας [53].

3.3 Μυϊκή μάζα και μακροχρόνια διατήρηση βάρους

Η μακροπρόθεσμη διατήρηση του βάρους είναι μια από τις πιο απαιτητικές πτυχές της διαχείρισης της παχυσαρκίας. Παρόλο που η βαριατρική χειρουργική επέμβαση επιφέρει σημαντική και διαρκή μείωση βάρους σε σύγκριση με τον τρόπο ζωής ή τις φαρμακολογικές παρεμβάσεις, πολλοί ασθενείς βιώνουν μερική ανάκτηση βάρους εντός πέντε έως δέκα ετών μετά την επέμβαση [37]. Ένας κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την ικανότητα διατήρησης της απώλειας βάρους είναι η διατήρηση της σκελετικής μυϊκής μάζας. Ο μυϊκός ιστός διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση του ενεργειακού ισοζυγίου, του βασικού μεταβολικού ρυθμού και του μεταβολισμού του υποστρώματος και η απώλειά του κατά την πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο μπορεί να υπονομεύσει τα μακροπρόθεσμα χειρουργικά αποτελέσματα [53].

Ο σκελετικός μυς είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας που συμβάλλει στον βασικό μεταβολικό ρυθμό λόγω του όγκου και της μεταβολικής του δραστηριότητας. Η μείωση της μυϊκής μάζας οδηγεί σε χαμηλότερη δαπάνη ενέργειας ηρεμίας, η οποία προδιαθέτει τους ασθενείς για θετικό ενεργειακό ισοζύγιο όταν η θερμιδική πρόσληψη αυξάνεται μετά τον αρχικό μετεγχειρητικό περιορισμό [48]. Αυτό το φαινόμενο εξηγεί εν μέρει γιατί ορισμένοι ασθενείς που βιώνουν έντονη μυϊκή απώλεια τους πρώτους μήνες μετά την επέμβαση διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο επακόλουθης ανάκτησης βάρους. Η διατήρηση επαρκούς μυϊκής μάζας είναι επομένως απαραίτητη για την υποστήριξη της μακροπρόθεσμης δαπάνης ενέργειας και τη διευκόλυνση της σταθερότητας του βάρους [53].

Τα στοιχεία υποδηλώνουν ότι οι ασθενείς που διατηρούν μεγαλύτερες ποσότητες μυϊκής μάζας μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση επιτυγχάνουν πιο ευνοϊκή διατήρηση βάρους. Σε μια διαχρονική μελέτη, άτομα με υψηλότερο άλιπο ιστό ένα χρόνο μετά την επέμβαση επέδειξαν ανώτερα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα βάρους σε σύγκριση με εκείνα που έχασαν ένα δυσανάλογο μερίδιο μυϊκής μάζας [9]. Ο μυϊκός ιστός λειτουργεί ως δεξαμενή που ρυθμίζει τις αλλαγές στην πρόσληψη και την κατανάλωση ενέργειας, βοηθώντας έτσι στην πρόληψη κύκλων απώλειας και επανάκτησης βάρους. Επιπλέον, η διατήρηση των μυών συμβάλλει σε υψηλότερα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας, η οποία είναι από μόνη της καθοριστικός παράγοντας για τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα του βάρους [4].

Η αλληλεπίδραση μεταξύ μυϊκής μάζας και σωματικής δραστηριότητας είναι κεντρικής σημασίας για τη διατήρηση του βάρους. Ο σκελετικός μυς όχι μόνο καταναλώνει ενέργεια κατά τη διάρκεια της άσκησης, αλλά υποστηρίζει επίσης μεγαλύτερη καθημερινή δραστηριότητα και κινητικότητα. Η προπόνηση αντίστασης ειδικότερα έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την απώλεια μυϊκής μάζας και βελτιώνει τη λειτουργική ικανότητα σε βαριατρικούς ασθενείς, ενισχύοντας έτσι τα μεταβολικά οφέλη της χειρουργικής επέμβασης [3]. Επιπλέον, οι μύες συμβάλλουν στην προσαρμοστική θερμογένεση

ρυθμίζοντας την ενεργειακή δαπάνη σε απόκριση στην θερμιδική πρόσληψη. Οι ασθενείς με υψηλότερη σχετική μυϊκή μάζα εμφανίζουν λιγότερο έντονη μεταβολική προσαρμογή, η οποία διευκολύνει τη σταθερότητα του βάρους μετά την αρχική απώλεια βάρους [4].

Ο μυϊκός ιστός ασκεί επίσης μακροπρόθεσμη επίδραση στην ορμονική και μεταβολική ρύθμιση. Λειτουργώντας ως η κύρια θέση πρόσληψης γλυκόζης μέσω ινσουλίνης, ενισχύει τον γλυκαιμικό έλεγχο, μειώνοντας τον κίνδυνο υποτροπής του διαβήτη τύπου 2 μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Επιπλέον, οι μυοκίνες που εκκρίνονται από τον σκελετικό μυ, όπως η ιρισίνη και η ιντερλευκίνη-6, συμβάλλουν στην οξείδωση των λιπιδίων και στην ενεργειακή ισορροπία [52]. Οι ασθενείς που διατηρούν τη μυϊκή μάζα είναι επομένως πιο πιθανό να διατηρήσουν βελτιώσεις στην μεταβολική υγεία, η οποία με τη σειρά της διευκολύνει τη διατήρηση του βάρους.

Ο ρόλος της μυϊκής μάζας στη μακροπρόθεσμη διατήρηση του βάρους τονίζει την ανάγκη για μια πολυδιάστατη προσέγγιση στη μετεγχειρητική φροντίδα. Οι διατροφικές παρεμβάσεις θα πρέπει να διασφαλίζουν επαρκή πρόσληψη πρωτεΐνης, ιδανικά κατανεμημένη ομοιόμορφα στα γεύματα για τη μεγιστοποίηση της σύνθεσης μυϊκής πρωτεΐνης. Η δομημένη σωματική δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένης της προπόνησης αντίστασης και αντοχής, θα πρέπει να ενσωματώνεται στα σχέδια διαχείρισης ασθενών για την υποστήριξη τόσο των μεταβολικών όσο και των λειτουργικών αποτελεσμάτων. Η τακτική αξιολόγηση της σωματικής σύνθεσης επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση δυσανάλογης απώλειας μυϊκής μάζας και την έγκαιρη εφαρμογή διορθωτικών στρατηγικών [11].

3.4 Ποιότητα ζωής και επιπτώσεις στη σωματική υγεία

Πέρα από τις μεταβολικές της επιπτώσεις, η σκελετική μυϊκή μάζα παίζει καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό της σωματικής υγείας και της ποιότητας ζωής σε άτομα με παχυσαρκία και σε άτομα που υποβάλλονται σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Ο μυϊκός ιστός συμβάλλει όχι μόνο στη δύναμη και τη λειτουργική ανεξαρτησία, αλλά και στη ζωτικότητα, την ψυχοκοινωνική ευεξία και την ικανότητα συμμετοχής σε καθημερινές δραστηριότητες και σωματική άσκηση. Η διατήρηση της μυϊκής μάζας μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι επομένως απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι η απώλεια βάρους μεταφράζεται σε πραγματικές βελτιώσεις στη σωματική λειτουργία και την υποκειμενική ευεξία [57].

Η επαρκής μυϊκή μάζα είναι θεμελιώδης για την κινητικότητα, την ισορροπία και τη συνολική σωματική απόδοση. Οι βαριατρικοί ασθενείς που χάνουν δυσανάλογη ποσότητα μυϊκού ιστού στην πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο μπορεί να παρουσιάσουν βλάβες στη δύναμη και την αντοχή, οι οποίες περιορίζουν την ικανότητά τους να εκτελούν τόσο επαγγελματικές όσο και ψυχαγωγικές

δραστηριότητες [3]. Η μειωμένη μυϊκή δύναμη έχει επίσης συσχετιστεί με υψηλότερο κίνδυνο πτώσεων και ευθραυστότητας, ιδιαίτερα σε ηλικιωμένους ασθενείς ή σε άτομα με προεγχειρητική σαρκοπενική παχυσαρκία [57]. Αντιθέτως, οι ασθενείς που διατηρούν ή βελτιώνουν τη μυϊκή τους μάζα μετά από χειρουργική επέμβαση συχνά αναφέρουν μεγαλύτερη κινητικότητα, μειωμένο μυοσκελετικό πόνο και βελτιωμένη ικανότητα συμμετοχής σε σωματική δραστηριότητα, η οποία με τη σειρά της ενισχύει τη διατήρηση του βάρους και τη συνολική βελτίωση της υγείας [41].

Η διατήρηση των σκελετικών μυών έχει σημαντικές επιπτώσεις στην καρδιαγγειακή και μυοσκελετική υγεία. Τα υψηλότερα επίπεδα μυϊκής μάζας σχετίζονται με βελτιωμένη καρδιοαναπνευστική ικανότητα, χαμηλότερη αρτηριακή πίεση και πιο ευνοϊκά λιπιδαιμικά προφίλ [50]. Επιπροσθέτως, η επαρκής μυϊκή υποστήριξη βοηθά στην προστασία των αρθρικών δομών βελτιώνοντας τη βιομηχανική σταθερότητα και μειώνοντας την καταπόνηση στις αρθρώσεις που φέρουν βάρος, οι οποίες επηρεάζονται συχνά από την παχυσαρκία. Ασθενείς με διατηρημένο μυϊκό ιστό μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση αναφέρουν σημαντικές μειώσεις στα συμπτώματα οστεοαρθρίτιδας, μεγαλύτερη ευκολία κίνησης και βελτιωμένη λειτουργική ικανότητα [58]. Αντίθετα, η μυϊκή εξάντληση όχι μόνο θέτει σε κίνδυνο την μυοσκελετική ακεραιότητα, αλλά συμβάλλει και στην απώλεια οστικής μάζας, καθώς η μειωμένη μυϊκή δύναμη μειώνει τη μηχανική φόρτιση στον σκελετό, επιταχύνοντας την οστική απορρόφηση [54].

Η απώλεια βάρους μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση σχετίζεται έντονα με βελτιώσεις στην ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία, συμπεριλαμβανομένων των σωματικών, ψυχολογικών και κοινωνικών διαστάσεων. Ωστόσο, η υπερβολική απώλεια άλιπου ιστού μπορεί να μετριάσει αυτές τις βελτιώσεις. Οι ασθενείς που βιώνουν μειώσεις στη μυϊκή δύναμη συχνά αναφέρουν κόπωση, μειωμένα επίπεδα ενέργειας και δυσκολία στη διατήρηση καθημερινών δραστηριοτήτων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε απογοήτευση και μειωμένη ικανοποίηση από τα χειρουργικά αποτελέσματα [41]. Από την άλλη πλευρά, οι βελτιώσεις στη μυϊκή λειτουργία συμβάλλουν στην αυξημένη αυτοαποτελεσματικότητα, στην αυξημένη συμμετοχή σε κοινωνικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες και στην καλύτερη ψυχική υγεία. Η ικανότητα άσκησης και διατήρησης της σωματικής ζωτικότητας ενισχύει περαιτέρω την αυτοαντιληπτή ποιότητα ζωής και υποστηρίζει τη μακροπρόθεσμη τήρηση των συστάσεων για τον τρόπο ζωής [40].

Η διατήρηση του σκελετικού μυός είναι ιδιαίτερα σημαντική στο πλαίσιο της μακροπρόθεσμης υγείας και της γήρανσης. Καθώς οι ασθενείς που υποβάλλονται σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση συχνά υποβάλλονται στη διαδικασία στη μέση ηλικία, διατρέχουν ήδη κίνδυνο σαρκοπενίας που σχετίζεται με την ηλικία στα επόμενα χρόνια. Η μετεγχειρητική μυϊκή εξάντληση επιταχύνει αυτή την πορεία, αυξάνοντας την ευαλωτότητα στην ευθραυστότητα, την αναπηρία και την εξάρτηση σε μεγαλύτερη ηλικία. Αντίθετα, όσοι διατηρούν ή αναπτύσσουν μυϊκή μάζα μετά από χειρουργική επέμβαση όχι

μόνο διατηρούν καλύτερη σωματική λειτουργία, αλλά και μειώνουν τον κίνδυνο συννοσηροτήτων που σχετίζονται με τη σαρκοπενική παχυσαρκία, παρατείνοντας έτσι τόσο τη διάρκεια ζωής όσο και το προσδόκιμο ζωής [59].

Κεφάλαιο 4: Παράγοντες που Επηρεάζουν τη Διατήρηση των Μυών μετά από Βαριατρικές Επεμβάσεις

4.1 Διαιτητική πρόσληψη πρωτεϊνών

Η επαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους παράγοντες διατήρησης της μυϊκής μάζας σε άτομα που υποβάλλονται σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Δεδομένων των σημαντικών αλλαγών στην ανατομία και λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος που προκαλούνται από χειρουργικές επεμβάσεις, ο κίνδυνος ανεπαρκούς κατανάλωσης πρωτεΐνης και επακόλουθου υποσιτισμού πρωτεΐνης-ενέργειας είναι σημαντικός. Οι μετεγχειρητικοί ασθενείς συχνά αντιμετωπίζουν μειωμένη γαστρική χωρητικότητα, αλλοιωμένη σηματοδότηση κορεσμού, τροφικές δυσανεξίες και δυσαπορρόφηση (ανάλογα με το είδος της επέμβασης), τα οποία θέτουν σε κίνδυνο την ικανότητά τους να καλύπτουν τις ημερήσιες ανάγκες σε πρωτεΐνες [9]. Η διατήρηση του μυϊκού ιστού σε αυτό το πλαίσιο εξαρτάται επομένως από στοχευμένες διατροφικές στρατηγικές που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτιστοποίηση της πρόσληψης πρωτεΐνης τόσο σε ποσότητα όσο και σε ποιότητα.

Οι κατευθυντήριες γραμμές κλινικής πρακτικής συνιστούν τουλάχιστον 60 g πρωτεΐνης την ημέρα, με βέλτιστο εύρος μεταξύ 1,1 και 1,5 g πρωτεΐνης ανά κιλό ιδανικού σωματικού βάρους [11]. Σε ορισμένες ομάδες υψηλού κινδύνου, όπως ασθενείς που υποβάλλονται σε δυσαπορροφητικές επεμβάσεις ή σε ασθενείς με πολύ υψηλό δείκτη μάζας σώματος κατά την έναρξη, οι απαιτήσεις μπορεί να είναι ακόμη υψηλότερες, φτάνοντας έως και 2,0 g/kg/ημέρα [60].

Πέρα από τη συνολική πρόσληψη, η ποιότητα και η πεπτικότητα της πρωτεΐνης είναι καθοριστικοί παράγοντες για την προώθηση της σύνθεσης μυϊκής πρωτεΐνης. Οι πρωτεΐνες υψηλής ποιότητας, όπως ο ορός γάλακτος, η καζεΐνη, η σόγια και οι πηγές ζωικής προέλευσης, παρέχουν ένα πλήρες προφίλ αμινοξέων, ιδιαίτερα πλούσιες σε λευκίνη, η οποία χρησιμεύει ως βασικό έναυσμα για τον μυϊκό αναβολισμό μέσω της ενεργοποίησης της οδού mTOR [61]. Η συμπλήρωση πρωτεΐνης ορού γάλακτος έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή λόγω της ταχείας απορρόφησής της, της υψηλής περιεκτικότητας σε λευκίνη και της αποδεδειγμένης αποτελεσματικότητάς της στην υποστήριξη της διατήρησης των μυών μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση [62].

Αρκετοί ανασταλτικοί παράγοντες δυσχεραίνουν την επαρκή πρόσληψη πρωτεΐνης μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Η μειωμένη γαστρική χωρητικότητα περιορίζει το μέγεθος των μερίδων, οδηγώντας τους ασθενείς να δίνουν προτεραιότητα σε πιο μαλακά, πιο εύκολα ανεκτά

τρόφιμα που συχνά έχουν χαμηλότερη πυκνότητα πρωτεΐνης [63]. Επιπλέον, η γαστρεντερική δυσανεξία - μη καλή ανοχή στην κατάποση και στην πέψη - σε κρέας, ινώδεις πρωτεΐνες ή γαλακτοκομικά προϊόντα είναι συχνή, ειδικά τους πρώτους μήνες μετεγχειρητικά. Οι αλλαγές στη γεύση, ο πρώιμος κορεσμός και η αποστροφή προς τα τρόφιμα συμβάλλουν περαιτέρω στην ανεπαρκή πρόσληψη. Σε δυσαπορροφητικές διαδικασίες όπως η γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y ή η χολοπαγκρεατική εκτροπή, η μειωμένη απορροφητική ικανότητα επιδεινώνει αυτές τις προκλήσεις, θέτοντας τους ασθενείς σε ιδιαίτερο κίνδυνο υπολευκωματιναιμίας, οιδήματος και μυϊκού καταβολισμού [64].

Αρκετές μελέτες έχουν καταδείξει τον προστατευτικό ρόλο της επαρκούς πρόσληψης πρωτεΐνης στη διατήρηση των μυών μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Οι Moizé et al. [9] ανέφεραν ότι οι ασθενείς με υψηλότερη μετεγχειρητική κατανάλωση πρωτεΐνης διατήρησαν σημαντικά περισσότερη άλιπη σωματική μάζα και εμφάνισαν χαμηλότερα ποσοστά υπολευκωματιναιμίας. Ομοίως, οι Mead et al. [10] τόνισαν ότι η προσήλωση στη συμπλήρωση πρωτεϊνών συσχετίστηκε θετικά με βελτιωμένη σωματική λειτουργία και μειωμένη συχνότητα εμφάνισης σαρκοπενικής παχυσαρκίας. Τουναντίον, η ανεπαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης συσχετίζεται με επιταχυνόμενη απώλεια μυϊκής μάζας, μειωμένη δύναμη, κόπωση και μειωμένη ποιότητα ζωής.

4.2 Φυσική δραστηριότητα και άσκηση

Η σωματική δραστηριότητα και η δομημένη άσκηση είναι θεμελιώδεις παράγοντες που επηρεάζουν τη διατήρηση της σκελετικής μυϊκής μάζας μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Ενώ η ίδια η χειρουργική επέμβαση παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για την πρόκληση απώλειας βάρους, η σχετική ταχεία μείωση της σωματικής μάζας, σε συνδυασμό με τη μειωμένη θερμιδική πρόσληψη, προδιαθέτει τους ασθενείς σε σημαντική μείωση του άλιπου ιστού. Στο πλαίσιο αυτό, οι παρεμβάσεις άσκησης είναι απαραίτητες όχι μόνο για την άμβλυνση της απώλειας μυϊκής μάζας αλλά και για την ενίσχυση της λειτουργικής ικανότητας, τη βελτίωση της μεταβολικής υγείας και την υποστήριξη της μακροπρόθεσμης διατήρησης του βάρους [65].

Η άσκηση, ιδιαίτερα η προπόνηση αντίστασης, διεγείρει τη σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης μέσω μηχανικής φόρτισης, ορμονικών προσαρμογών και νευρομυϊκής ενεργοποίησης. Προκαλώντας υπερτροφικές αποκρίσεις και βελτιώνοντας τη νευρομυϊκή αποτελεσματικότητα, η προπόνηση αντίστασης αντισταθμίζει τις καταβολικές επιδράσεις του θερμιδικού περιορισμού και προάγει τη διατήρηση του άλιπου ιστού [61]. Η αερόβια άσκηση, ενώ είναι κυρίως ευεργετική για την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και τη μείωση της λιπώδους μάζας, συμβάλλει επίσης έμμεσα στη διατήρηση των μυών βελτιώνοντας τη μιτοχονδριακή λειτουργία, ενισχύοντας την ευαισθησία στην

ινσουλίνη και υποστηρίζοντας τα συνολικά επίπεδα σωματικής δραστηριότητας [66]. Ως εκ τούτου, ένα συνδυασμένο πρόγραμμα άσκησης με αντίσταση και αερόβια προπόνηση συνιστάται γενικά για βαριατρικούς ασθενείς για τη βελτιστοποίηση τόσο των μεταβολικών όσο και των μυοσκελετικών αποτελεσμάτων.

Πέρα από τις άμεσες επιπτώσεις της στον μυϊκό ιστό, η άσκηση βελτιώνει σημαντικά τη σωματική λειτουργία και την ποιότητα ζωής. Οι βελτιώσεις στην κινητικότητα, τη δύναμη και την αντοχή επιτρέπουν στους ασθενείς να συμμετέχουν πληρέστερα σε επαγγελματικές, κοινωνικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες. Η άσκηση ανακουφίζει επίσης τον μυοσκελετικό πόνο, μειώνει την κόπωση και ενισχύει την ψυχολογική ευεξία, συμβάλλοντας στο διαρκές κίνητρο και την προσήλωση σε υγιεινές συμπεριφορές. Αυτά τα λειτουργικά οφέλη ενισχύουν τα μεταβολικά οφέλη της βαριατρικής χειρουργικής και βοηθούν στη διασφάλιση ότι η απώλεια βάρους μεταφράζεται σε βελτιωμένα συνολικά αποτελέσματα υγείας [67].

Παρά τη σημασία της, η συμμετοχή σε δομημένη άσκηση μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι συχνά μη βέλτιστη. Συνήθη εμπόδια περιλαμβάνουν μυοσκελετική δυσφορία, περιορισμένη προεγχειρητική φυσική κατάσταση, ανησυχίες για την εικόνα του σώματος και έλλειψη πρόσβασης σε προγράμματα άσκησης υπό επίβλεψη. Επιπλέον, οι ασθενείς συχνά βιώνουν ταχεία κόπωση στην πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο, η οποία μπορεί να αποθαρρύνει την τακτική συμμετοχή σε σωματική δραστηριότητα. Χωρίς επαρκή καθοδήγηση και ενθάρρυνση, αυτά τα εμπόδια μπορούν να οδηγήσουν σε καθιστική συμπεριφορά, επιδεινώνοντας έτσι την απώλεια μυών και μειώνοντας τα οφέλη της χειρουργικής επέμβασης [68].

4.3 Επίπεδα μυϊκής μάζας πριν την επέμβαση

Το επίπεδο της σκελετικής μυϊκής μάζας πριν από τη βαριατρική χειρουργική επέμβαση είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας των μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων. Τα άτομα με υψηλότερα προεγχειρητικά μυϊκά αποθέματα είναι πιο πιθανό να διατηρήσουν τον άλιπο ιστό κατά τη φάση της ταχείας απώλειας βάρους, ενώ εκείνα που εισέρχονται στο χειρουργείο με μειωμένη μυϊκή μάζα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης σαρκοπενίας, λειτουργικής εξασθένησης και μεταβολικών επιπλοκών [69].

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η προεγχειρητική μυϊκή μάζα σχετίζεται θετικά με τη μετεγχειρητική διατήρηση άλιπου ιστού. Οι Prado et al. [70] απέδειξαν ότι οι ασθενείς με μεγαλύτερα αρχικά μυϊκά αποθέματα ήταν λιγότερο πιθανό να παρουσιάσουν σοβαρές μειώσεις στη λειτουργική ικανότητα μετά από σημαντική απώλεια βάρους. Αντίθετα, όσοι είχαν προϋπάρχουσα σαρκοπενική παχυσαρκία

- μια πάθηση που χαρακτηρίζεται από χαμηλή μυϊκή μάζα και υψηλή λιπώδη μάζα - εμφάνισαν επιταχυνόμενη μετεγχειρητική μυϊκή εξάντληση και χειρότερα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα.

Τα προεγχειρητικά επίπεδα των μυών έχουν επίσης άμεσες επιπτώσεις στην μεταβολική υγεία. Ο μυϊκός ιστός είναι η κύρια θέση πρόσληψης γλυκόζης και αποθήκευσης γλυκογόνου, και τα μειωμένα προεγχειρητικά μυϊκά αποθέματα σχετίζονται με μειωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη και υψηλότερο κίνδυνο επίμονου διαβήτη τύπου 2 μετά από χειρουργική επέμβαση [71]. Επιπλέον, η χαμηλή μυϊκή μάζα πριν από τη χειρουργική επέμβαση έχει συσχετιστεί με μειωμένη δαπάνη ενέργειας ηρεμίας, η οποία μπορεί να επιδεινώσει τον κίνδυνο επαναπρόσληψης βάρους μακροπρόθεσμα. Στον αντίποδα, τα άτομα με μεγαλύτερη προεγχειρητική άλιπη μάζα συχνά εμφανίζουν πιο διαρκείς βελτιώσεις στον γλυκαιμικό έλεγχο, τον μεταβολισμό των λιπιδίων και τους καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου [72] [73] [74].

Τα τελευταία χρόνια, η δύναμη της χειρολαβής έχει αναδειχθεί ως αξιόπιστος υποκατάστατος δείκτης της μυϊκής μάζας και λειτουργίας σε βαριατρικούς πληθυσμούς. Μελέτες έχουν αναφέρει ότι η υψηλότερη προεγχειρητική δύναμη χειρολαβής προβλέπει πιο ευνοϊκή μετεγχειρητική σύνθεση σώματος και λειτουργικά αποτελέσματα [75]. Για παράδειγμα, σε μια προοπτική μελέτη κοόρτης, ασθενείς με ισχυρότερη προεγχειρητική δύναμη χειρολαβής διατήρησαν σημαντικά περισσότερο άλιπο ιστό και ανέφεραν λιγότερους περιορισμούς στις καθημερινές δραστηριότητες έξι μήνες μετά την επέμβαση [76].

4.4 Φύλο και ηλικία

Το φύλο και η ηλικία είναι δύο σημαντικές δημογραφικές μεταβλητές που επηρεάζουν τη διατήρηση των μυών μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Και οι δύο παράγοντες διαμορφώνουν τη σύνθεση του σώματος κατά την έναρξη, τα πρότυπα απώλειας βάρους, την ορμονική ρύθμιση και το δυναμικό αποκατάστασης μετά από χειρουργική επέμβαση. Η κατανόηση του αντίκτυπού τους είναι απαραίτητη για την προσαρμογή των μετεγχειρητικών παρεμβάσεων για την ελαχιστοποίηση της απώλειας μυών και τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών αποτελεσμάτων.

Το βιολογικό φύλο επηρεάζει σημαντικά τη σκελετική μυϊκή μάζα τόσο πριν όσο και μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Οι άνδρες συνήθως έχουν μεγαλύτερη απόλυτη και σχετική άλιπη σωματική μάζα σε σύγκριση με τις γυναίκες λόγω υψηλότερων επιπέδων αναβολικών ορμονών, όπως η τεστοστερόνη, καθώς και διαφορών στη σύνθεση των μυϊκών ινών [77]. Ως αποτέλεσμα, οι άνδρες συχνά διατηρούν μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκού ιστού κατά τη διάρκεια της μετεγχειρητικής απώλειας

βάρους, ενώ οι γυναίκες είναι πιο επιρρεπείς σε μείωση της άλιπης μάζας και σαρκοπενική παχυσαρκία [5].

Εκτός από τις βασικές διαφορές, οι ορμονικές αλλαγές μετά την επέμβαση μπορεί να επηρεάσουν διαφορετικά τον μεταβολισμό των μυών σε άνδρες και γυναίκες. Για παράδειγμα, οι μειώσεις στα επίπεδα οιστρογόνων - ιδιαίτερα στις περι- ή μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες - μπορούν να επιταχύνουν την μυϊκή ατροφία και την απώλεια οστού, επιδεινώνοντας τους κινδύνους που σχετίζονται με την ταχεία μετεγχειρητική απώλεια βάρους [78]. Αντίθετα, οι άνδρες με παχυσαρκία συχνά εμφανίζουν υπογοναδισμό και η βαριατρική χειρουργική επέμβαση έχει αποδειχθεί ότι ομαλοποιεί τα επίπεδα τεστοστερόνης, υποστηρίζοντας έτσι τη διατήρηση της μυϊκής μάζας [79].

Η ηλικία είναι ένας άλλος κρίσιμος καθοριστικός παράγοντας για τη διατήρηση των μυών. Οι νεότεροι ασθενείς γενικά εμφανίζουν μεγαλύτερη ικανότητα αναγέννησης και προσαρμογής των μυών σε απόκριση στις διατροφικές και ασκητικές παρεμβάσεις. Αντίθετα, οι μεγαλύτεροι σε ηλικία ασθενείς είναι πιο ευάλωτοι στην απώλεια μυών λόγω των συνδυασμένων επιδράσεων της σαρκοπενίας που σχετίζεται με την ηλικία, της αναβολικής αντίστασης και των μειωμένων επιπέδων σωματικής δραστηριότητας [80]. Όταν οι ηλικιωμένοι ασθενείς υποβάλλονται σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση, η επιβολή της ταχείας απώλειας βάρους σε προϋπάρχουσα σαρκοπενία μπορεί να προκαλέσει σημαντική λειτουργική παρακμή, ευθραυστότητα και αυξημένο κίνδυνο πτώσεων [81].

Επιπλέον, η μείωση του μεταβολικού ρυθμού ηρεμίας που σχετίζεται με την ηλικία - που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην απώλεια άλιπης μάζας - περιπλέκει περαιτέρω τη μακροπρόθεσμη διατήρηση του βάρους σε ηλικιωμένους ασθενείς [82]. Μελέτες έχουν δείξει ότι η μετεγχειρητική σαρκοπενία είναι πιο συχνή σε ασθενείς άνω των 50 ετών, ιδιαίτερα σε εκείνους που υποβάλλονται σε δυσανορροφητικές επεμβάσεις, υπογραμμίζοντας τη σημασία της στενής παρακολούθησης της σωματικής σύνθεσης σε αυτήν την κατηγορία του πληθυσμού [83].

Οι συνδυασμένες επιδράσεις του φύλου και της ηλικίας δημιουργούν ξεχωριστά προφίλ κινδύνου για μετεγχειρητική απώλεια μυϊκής μάζας. Για παράδειγμα, οι μεγαλύτερες γυναίκες διατρέχουν ιδιαίτερα υψηλό κίνδυνο λόγω της σύγκλισης της χαμηλότερης αρχικής άλιπης μάζας, των ορμονικών αλλαγών της εμμηνόπαυσης και της αναβολικής αντίστασης που σχετίζεται με την ηλικία [84]. Τουναντίον, οι νεότεροι άνδρες ασθενείς γενικά εμφανίζουν μεγαλύτερη μετεγχειρητική διατήρηση άλιπης μάζας, αν και παραμένουν σε κίνδυνο εάν δεν αντιμετωπιστεί ο προεγχειρητικός υπογοναδισμός που σχετίζεται με την παχυσαρκία [57].

Ειδικό Μέρος

Κεφάλαιο 5: Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τη μεταβολή της μυϊκής μάζας σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε βαριατρική επέμβαση δυσαπορροφητικού τύπου (γαστρικό bypass, mini γαστρικό bypass, χολοπαγκρεατική εκτροπή) και μη δυσαπορροφητικού τύπου (επιμήκης γαστρεκτομή).

Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα αυτή είναι τα εξής:

1. Πώς επηρεάζεται η μυϊκή μάζα κατά την απώλεια του περίσσιου βάρους στους βαριατρικούς ασθενείς κατά τον 1ο μήνα, 3ο μήνα και 6ο μήνα μετά από βαριατρική επέμβαση;
2. Η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει επίπτωση στη μεταβολή της μυϊκής τους μάζας;
3. Η συστηματική γυμναστική έχει επίπτωση στη μεταβολή της μυϊκής τους μάζας;
4. Υπάρχει μεταβολή στη δύναμη των ασθενών αυτών;
5. Πώς επηρεάζονται οι τιμές της ολικής πρωτεΐνης και της αλβουμίνης ή λευκωματίνης κατά τον 1ο μήνα, 3ο μήνα και 6ο μήνα μετά από βαριατρική επέμβαση;

Κεφάλαιο 6: Μεθοδολογία

6.1 Σχεδιασμός έρευνας και συλλογή δεδομένων

Η παρούσα έρευνα έχει αναδρομικό και παρατηρητικό χαρακτήρα και στοχεύει στη διερεύνηση της μεταβολής της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης και των βιοχημικών δεικτών πρωτεϊνικής κατάστασης σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση. Τα δεδομένα αντλήθηκαν από το αρχείο παρακολούθησης ασθενών του διαιτολογικού γραφείου της ερευνήτριας και συγγραφέως της παρούσας ερευνητικής διπλωματικής έρευνας, στη Θεσσαλονίκη (οδός Γεωργίου Γεννηματά 20Α, Καλαμαριά), όπου οι ασθενείς παρακολουθούνταν συστηματικά πριν και μετά την επέμβαση.

Στη μελέτη περιλαμβάνονται άτομα που υποβλήθηκαν είτε σε επεμβάσεις δυσαπορροφητικού τύπου (γαστρικό bypass, mini γαστρικό bypass, χολοπαγκρεατική εκτροπή), είτε σε περιοριστικού τύπου (επιμήκης γαστρεκτομή). Για κάθε συμμετέχοντα υπήρχαν καταγραφές σε τέσσερα χρονικά σημεία: προεγχειρητικά, καθώς και στον 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετεγχειρητικά.

Οι μετρήσεις περιλάμβαναν:

- Σωματομετρικά δεδομένα: σωματικό βάρος το οποίο μετρήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά Seca 813 Robusta (εύρος 0,1–200 kg), ύψος το οποίο μετρήθηκε με αναστημόμετρο και περιμέτρους οι οποίες μετρήθηκαν με μεζούρα.
- Σύσταση σώματος: μέσω βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA) με το όργανο Seca mBCA 525 με μέτρηση 8 σημείων (όργανο υψηλής ακρίβειας και απόδοσης που έχει επικυρωθεί για παχύσαρκα άτομα $>30 \text{ kg/m}^2$, έχει επικυρωθεί έναντι των μεθόδων αραίωσης ολόκληρου του σώματος όλου του σώματος MRI, 4C, NaBr και D2O, αλλά και με άλλες επικυρώσεις), το οποίο παρέχει εκτίμηση σκελετικής μυϊκής μάζας σε απόλυτες τιμές (kg) και ποσοστό (%).
- Μυϊκή ισχύς: μετρήθηκε με χειροδυναμόμετρο Gima, καταγράφοντας την υψηλότερη τιμή από τρεις διαδοχικές προσπάθειες για κάθε χέρι.
- Βιοχημικές εξετάσεις: ολική πρωτεΐνη (g/dL), λευκωματίνη ή αλβουμίνη (g/dL) και κρεατινίνη (mg/dL), που αξιολογούν την πρωτεϊνική κατάσταση και τη νεφρική λειτουργία.

Επιπλέον, καταγράφηκαν στοιχεία σχετικά με τη διατροφή και τη φυσική δραστηριότητα μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων. Συγκεκριμένα, σε όλα τα υποψήφια περιστατικά είχε δοθεί η οδηγία για πρόσληψη πρωτεΐνης σε σκόνη κατά τους πρώτους έξι μήνες μετά τη χειρουργική επέμβαση (συγκεκριμένα, 60gr πρωτεΐνης απομονωμένου ορού γάλακτος σε 2-3 δόσεις ημερησίως), καθώς και

για την τήρηση εξατομικευμένου προγράμματος διατροφής, το οποίο όφειλαν να ακολουθήσουν. Κατά τις συνεντεύξεις οι ασθενείς ερωτούνταν αν λάμβαναν ή όχι το συμπλήρωμα πρωτεΐνης, καθώς και αν κατανάλωναν τακτικά τροφές υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη στο καθημερινό τους διαιτολόγιο. Με παρόμοιο τρόπο, διερευνήθηκε η συμμετοχή τους σε συνδυασμένο πρόγραμμα άσκησης με αντιστάσεις και αερόβια προπόνηση, καθώς και η συχνότητα με την οποία αυτό πραγματοποιούνταν (για τον πρώτο μήνα μετεγχειρητικά είχε δοθεί η οδηγία από τον χειρουργό να πραγματοποιούν μόνο ήπια άσκηση, όπως το περπάτημα).

6.2 Δείγμα

Το δείγμα της παρούσας μελέτης αποτέλεσαν 124 άτομα που υποβλήθηκαν σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση και παρακολούθηθηκαν στο διαιτολογικό γραφείο της ερευνήτριας στη Θεσσαλονίκη. Στο δείγμα συμπεριλήφθηκαν τόσο άνδρες όσο και γυναίκες, διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, οι οποίοι πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης.

Τα κριτήρια ένταξης ήταν τα εξής:

- Άτομα που υπεβλήθησαν σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση δυσαπορροφητικού τύπου (γαστρικό bypass, mini γαστρικό bypass, χολοπαγκρεατική εκτροπή) ή περιοριστικού τύπου (επιμήκης γαστρεκτομή).
- Ολοκληρωμένη προεγχειρητική και μετεγχειρητική παρακολούθηση με καταγραφές στους 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετά την επέμβαση.
- Διαθεσιμότητα πλήρων σωματομετρικών δεδομένων, μετρήσεων σύστασης σώματος (BIA), δεικτών μυϊκής δύναμης και βιοχημικών εξετάσεων.
- Συμμετοχή σε πρόγραμμα διαιτολογικής παρακολούθησης, το οποίο περιλάμβανε οδηγίες για λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων και συστάσεις για φυσική δραστηριότητα.

Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν τα εξής:

- Ασθενείς που δεν προσήλθαν σε όλες τις προγραμματισμένες μετεγχειρητικές επισκέψεις (1ος, 3ος και 6ος μήνας).
- Ελλιπή ή μη διαθέσιμα δεδομένα σε οποιαδήποτε από τις βασικές παραμέτρους που εξετάζονται στη μελέτη (μυϊκή μάζα, δύναμη, βιοχημικοί δείκτες).
- Ασθενείς με σοβαρές επιπλοκές μετά τη χειρουργική επέμβαση που επηρέασαν σημαντικά την πορεία της αποκατάστασης.
- Ασθενείς με γνωστές νεφρικές ή ηπατικές παθήσεις που δύνανται να αλλοιώσουν τα επίπεδα πρωτεΐνης, λευκωματίνης ή κρεατινίνης.

6.3 Διαδικασία διεξαγωγής

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα Σεπτέμβριος 2024 – Ιούνιος 2025, στο οποίο συμπεριλήφθηκαν ασθενείς που υποβλήθηκαν σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση και παρακολούθησαν συστηματικά στο διαιτολογικό γραφείο της ερευνήτριας στη Θεσσαλονίκη. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων βασίστηκε στην προεγχειρητική εκτίμηση και στη μετεγχειρητική παρακολούθηση των ασθενών σε τρία διαδοχικά χρονικά σημεία: στον 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετά τη βαριατρική επέμβαση. Προεγχειρητικά καταγράφηκαν το φύλο, η ηλικία, το είδος της χειρουργικής επέμβασης και πραγματοποιήθηκαν οι βασικές μετρήσεις: σωματικό βάρος, ύψος, δείκτης μάζας σώματος, μυϊκή μάζα μέσω πολυσυχνотική βιοηλεκτρική ζεμπέδησης (BIA, Seca mBCA 525), καθώς και μυϊκή δύναμη με χρήση χειροδυναμόμετρου (Gima). Παράλληλα, συλλέχθηκαν οι πρώτες βιοχημικές εξετάσεις (ολική πρωτεΐνη, λευκωματίνη, κρεατινίνη). Κατά τον 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετά την επέμβαση επαναλήφθηκαν οι ίδιες μετρήσεις, με στόχο την παρακολούθηση της εξέλιξης της σωματικής σύστασης και της μυϊκής ισχύος, καθώς και την εκτίμηση πιθανών μεταβολών στους βιοχημικούς δείκτες. Σε κάθε επίσκεψη καταγράφηκαν επίσης το σωματικό βάρος και η μυϊκή μάζα, επιτρέποντας τη σύγκριση με τις αρχικές τιμές. Κατά τις μετεγχειρητικές συνεδρίες διεξάγονταν ημιδομημένες συνεντεύξεις με σκοπό την αξιολόγηση της συμμόρφωσης στις διατροφικές και κινητικές οδηγίες. Ειδικότερα, οι ασθενείς ερωτούνταν αν λάμβαναν τα συνιστώμενα πρωτεϊνικά συμπληρώματα σε σκόνη, αν κατανάλωναν τροφές πλούσιες σε πρωτεΐνη και αν ακολουθούσαν κάποιο πρόγραμμα άσκησης, καθώς και με ποια συχνότητα. Με τον τρόπο αυτό καταγράφηκε η πραγματική συμπεριφορά των ασθενών σε σχέση με τις συστάσεις που είχαν δοθεί από τον θεράποντα ιατρό και τον κλινικό διαιτολόγο. Η χρήση σταθερών οργάνων μέτρησης (Seca 813 Robusta για το σωματικό βάρος, Seca mBCA 525 για τη σύσταση σώματος, Gima δυναμόμετρο για τη μυϊκή ισχύ) και τυποποιημένων πρωτοκόλλων στις βιοχημικές εξετάσεις διασφάλισε την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των καταγραφών. Η επαναλαμβανόμενη καταγραφή σε συγκεκριμένα χρονικά σημεία κατέστησε δυνατή τη διαχρονική παρακολούθηση κάθε συμμετέχοντα, παρέχοντας τη βάση για την αξιολόγηση της εξέλιξης της μυϊκής μάζας και της πρωτεϊνικής κατάστασης μετά τη βαριατρική χειρουργική.

Η μελέτη διενεργήθηκε με σεβασμό στις αρχές της ιατρικής δεοντολογίας και της προστασίας προσωπικών δεδομένων. Όλα τα δεδομένα συλλέχθηκαν αναδρομικά από αρχεία παρακολούθησης ασθενών και χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς, χωρίς να διακυβεύεται η ανωνυμία και η εμπιστευτικότητα των συμμετεχόντων. Τα προσωπικά στοιχεία των ασθενών κωδικοποιήθηκαν, ώστε να μην είναι δυνατή η ταυτοποίηση της ταυτότητάς τους. Η έρευνα ακολούθησε τις αρχές της Διακήρυξης του Ελσίνκι και συμμορφώθηκε με την ισχύουσα ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία περί προστασίας προσωπικών δεδομένων (Γενικός Κανονισμός Προστασίας

Δεδομένων – GDPR, ΕΕ 2016/679). Η συμμετοχή στη μελέτη ήταν εθελοντική και όλοι οι ασθενείς είχαν ενημερωθεί για τον σκοπό και τη διαδικασία της παρακολούθησης, παρέχοντας τη συγκατάθεσή τους για την καταγραφή και τη χρήση των δεδομένων τους στο πλαίσιο επιστημονικής μελέτης.

Τέλος, η παρούσα μελέτη έχει λάβει την έγκριση της διεξαγωγής έρευνας, στο πλαίσιο εκπόνησης μεταπτυχιακής εργασίας από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Ιατρικής της Σχολής Επιστημών Υγείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

6.4 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό IBM SPSS Statistics, έκδοση 25. Αρχικά, εφαρμόστηκαν μέθοδοι περιγραφικής στατιστικής για την παρουσίαση των χαρακτηριστικών του δείγματος. Συγκεκριμένα, για τις συνεχείς μεταβλητές υπολογίστηκαν μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις, ενώ για τις κατηγορικές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν απόλυτες και σχετικές συχνότητες. Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τους ελέγχους Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk, από τους οποίους διαπιστώθηκε ότι οι περισσότερες συνεχείς μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Ως εκ τούτου, για τις αναλύσεις διαφορών εφαρμόστηκαν παραμετρικοί έλεγχοι. Για τη σύγκριση μέσων τιμών μεταξύ δύο ανεξάρτητων ομάδων (π.χ. φύλο, λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων, συστηματική άσκηση) εφαρμόστηκε ο έλεγχος Independent Samplest-Test. Για τη διερεύνηση διαφορών μεταξύ περισσότερων από δύο ομάδων (π.χ. είδος χειρουργικής επέμβασης) χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος One-Way ANOVA με κατάλληλες post-hoc δοκιμές, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Οι αναλύσεις αυτές αφορούσαν μεταβλητές όπως το σωματικό βάρος, η μυϊκή μάζα, η μυϊκή δύναμη και οι βιοχημικοί δείκτες (ολική πρωτεΐνη, λευκωματίνη, κρεατινίνη). Για τις κατηγορικές μεταβλητές εφαρμόστηκε ο έλεγχος Chi-Square Test of Independence, προκειμένου να εξεταστούν συσχετίσεις μεταξύ μεταβλητών όπως το φύλο, το είδος της επέμβασης, η λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων και η συστηματική άσκηση. Επιπλέον, για την εξέταση της σχέσης μεταξύ συνεχών μεταβλητών, όπως η ηλικία και οι δείκτες σωματικής και βιοχημικής κατάστασης (σωματικό βάρος, μυϊκή μάζα, ολική πρωτεΐνη, λευκωματίνη, κρεατινίνη), εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson (r). Ο ίδιος έλεγχος χρησιμοποιήθηκε και για τη διερεύνηση συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών σωματικής σύστασης και βιοχημικών δεικτών (π.χ. μυϊκή μάζα με επίπεδα λευκωματίνης ή ολικής πρωτεΐνης). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$ για όλες τις αναλύσεις, που αντιστοιχεί σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα

7.1 Περιγραφική στατιστική

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 45 άνδρες (36.3%) και 79 γυναίκες (63.7%). Οι ηλικίες των ασθενών κυμαίνονταν μεταξύ 19 και 66 ετών ($M = 40.98$, $SD = 10.86$). Το 75% ($n = 93$) είχαν κάνει γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y, το 12.9% ($n = 16$) είχαν υποβληθεί σε επιμήκη γαστρεκτομή και το 12.1% ($n = 15$) είχαν υποβληθεί σε χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Δημογραφικά χαρακτηριστικά ασθενών

		n	%	M	SD
Φύλο	Άνδρας	45	36,3		
	Γυναίκα	79	63,7		
Ηλικία				40,98	10,86
Είδος επέμβασης	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	93	75,0		
	Επιμήκης γαστρεκτομή	16	12,9		
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	15	12,1		
Σημειώσεις. N= 124, n: συχνότητα, %: ποσοστό, M: μέση τιμή, SD: τυπική απόκλιση					

Το μέσο προεγχειρητικό βάρος των συμμετεχόντων ήταν 135.45 kg ($SD = 26.43$). Στον 1ο μήνα μετά τη χειρουργική επέμβαση το βάρος μειώθηκε σε 121.89 kg ($SD = 24.24$), στον 3ο μήνα σε 108.79 kg ($SD = 22.45$), ενώ στον 6ο μήνα το βάρος διαμορφώθηκε σε 96.20 kg ($SD = 19.32$). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν σταθερή και προοδευτική μείωση του σωματικού βάρους καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου παρακολούθησης (Πίνακας 2).

Η μέση μυϊκή μάζα προεγχειρητικά καταγράφηκε στα 36.08 kg ($SD = 8.70$). Στον 1ο μήνα μειώθηκε σε 31.85 kg ($SD = 7.80$), στον 3ο μήνα σε 29.42 kg ($SD = 7.18$), ενώ στον 6ο μήνα ανήλθε σε 27.13 kg ($SD = 6.87$) (Πίνακας 2).

Αναφορικά με τη μυϊκή δύναμη, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν προεγχειρητικά μέση τιμή 30.74 kg (SD = 7.61). Στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά παρατηρήθηκε μείωση σε 28.06 kg (SD = 7.20), στον 3ο μήνα υπήρξε μικρή αύξηση σε 28.50 kg (SD = 7.43), ενώ στον 6ο μήνα η δύναμη βελτιώθηκε περαιτέρω σε 29.19 kg (SD = 7.47). Τα δεδομένα αυτά υποδεικνύουν μία αρχική μείωση της μυϊκής ισχύος αμέσως μετά την επέμβαση, με σταδιακή ανάκαμψη στη συνέχεια, χωρίς ωστόσο να φτάνει τα προεγχειρητικά επίπεδα στο πρώτο εξάμηνο (Πίνακας 2).

Σχετικά με τους βιοχημικούς δείκτες, τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά ήταν 6.92 g/dL (SD = 0.47). Στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά μειώθηκαν σε 6.40 g/dL (SD = 0.51), στον 3ο μήνα σημειώθηκε μικρή αύξηση σε 6.50 g/dL (SD = 0.50), ενώ στον 6ο μήνα καταγράφηκαν τιμές 6.63 g/dL (SD = 0.46) (Πίνακας 2).

Αντίστοιχα, τα επίπεδα λευκοματίνης προεγχειρητικά ήταν 4.34 g/dL (SD = 0.30). Στον 1ο μήνα σημειώθηκε μείωση σε 3.87 g/dL (SD = 0.42), στον 3ο μήνα καταγράφηκε αύξηση σε 4.06 g/dL (SD = 0.37), ενώ στον 6ο μήνα τα επίπεδα διαμορφώθηκαν σε 4.24 g/dL (SD = 0.46), πλησιάζοντας εκ νέου τις προεγχειρητικές τιμές (Πίνακας 2).

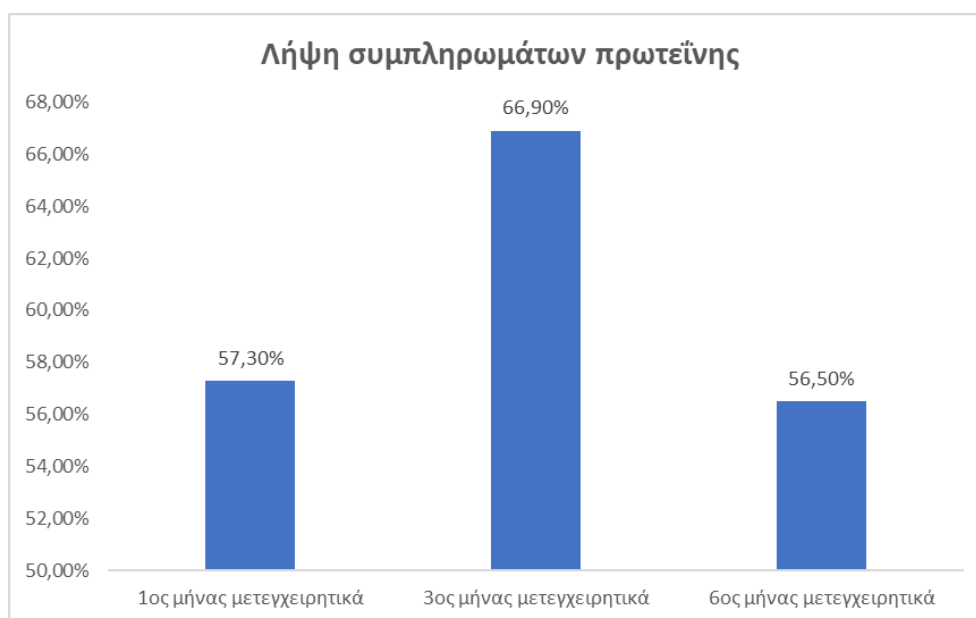
Ακόμη, τα επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά ήταν 0.78 mg/dL (SD = 0.11). Στον 1ο μήνα μειώθηκαν σε 0.73 mg/dL (SD = 0.16), στον 3ο μήνα καταγράφηκαν στα 0.74 mg/dL (SD = 0.17), ενώ στον 6ο μήνα διαμορφώθηκαν σε 0.72 mg/dL (SD = 0.12). Οι τιμές αυτές παρέμειναν σε σταθερά επίπεδα, εντός φυσιολογικών ορίων, καθ' όλη την περίοδο παρακολούθησης (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά ανθρωπομετρικών, μυϊκών και βιοχημικών δεικτών σε τέσσερα χρονικά σημεία αξιολόγησης

	Min	Max	M	SD
Βάρος προεγχειρητικά	87,0	210,0	135,45	26,43
Βάρος 1ος μήνας μετεγχειρητικά	78,0	190,8	121,89	24,24
Βάρος 3ος μήνας μετεγχειρητικά	66,20	178,10	108,79	22,45
Βάρος 6ος μήνας μετεγχειρητικά	58,50	160,30	96,20	19,32
Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	21,54	27,18	36,08	8,70
Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά	18,27	52,03	31,85	7,80
Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	17,34	48,20	29,42	7,18
Μυϊκή μάζα 6ος μήνας	15,54	46,04	27,13	6,87

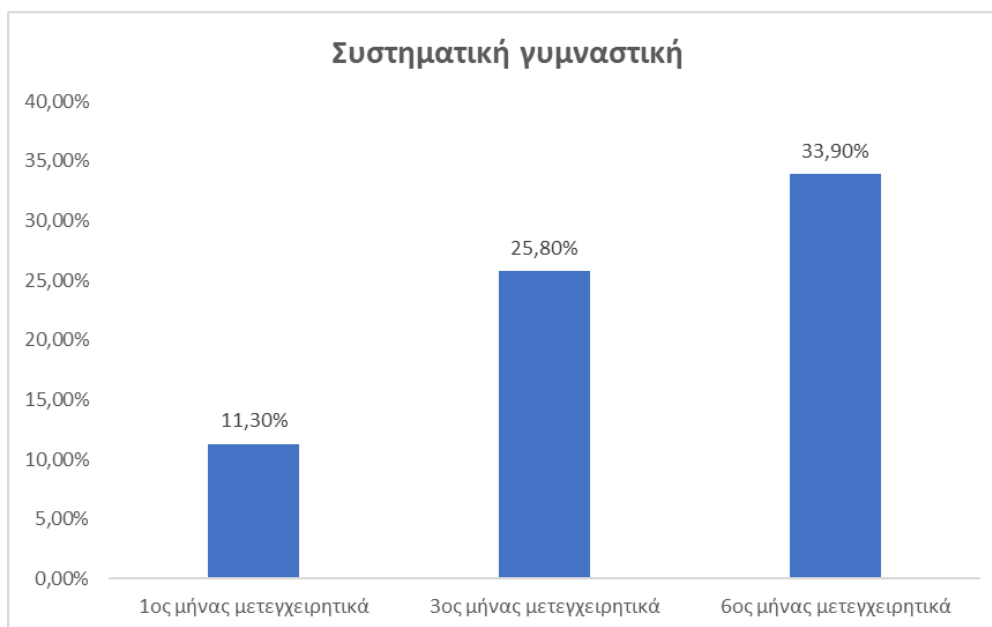
	Min	Max	M	SD
μετεγχειρητικά				
Δύναμη προεγχειρητικά	19,0	50,5	30,74	7,61
Δύναμη 1ος μήνας μετεγχειρητικά	17,0	48,5	28,06	7,20
Δύναμη 3ος μήνας μετεγχειρητικά	18,0	48,2	28,50	7,43
Δύναμη 6ος μήνας μετεγχειρητικά	17,0	49,0	29,19	7,47
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά	5,70	8,00	6,92	0,47
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	5,20	7,80	6,40	0,51
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	4,70	7,80	6,50	0,50
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	5,10	8,20	6,63	0,46
Επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά	3,10	5,00	4,34	0,30
Επίπεδα λευκωματίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	2,60	4,80	3,87	0,42
Επίπεδα λευκωματίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	3,10	4,90	4,06	0,37
Επίπεδα λευκωματίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	2,10	6,80	4,24	0,46
Επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά	0,58	1,30	0,78	0,11
Επίπεδα κρεατινίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,40	1,60	0,73	0,16
Επίπεδα κρεατινίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,48	1,90	0,74	0,17
Επίπεδα κρεατινίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,49	1,26	0,72	0,12
Σημειώσεις. N= 124, Min: ελάχιστη τιμή, Max: μέγιστη τιμή, M: μέση τιμή, SD: τυπική απόκλιση				

Όσον αφορά στη λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων, στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά το 57.3% των συμμετεχόντων (n = 71) δήλωσαν ότι λάμβαναν συμπληρώματα, ενώ το 41.9% (n = 52) όχι. Στον 3ο μήνα η συμμόρφωση αυξήθηκε, καθώς το 66.9% (n = 83) λάμβαναν συμπληρώματα, έναντι του 33.1% (n = 41) που δεν λάμβαναν. Στον 6ο μήνα το ποσοστό συμμόρφωσης μειώθηκε ξανά, με το 56.5% (n = 70) να δηλώνουν θετική απάντηση και το 43.5% (n = 54) αρνητική. Τα δεδομένα αυτά καταδεικνύουν ότι η λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων είναι υψηλότερη στο ενδιάμεσο διάστημα (3ος μήνας), ενώ στη συνέχεια παρατηρείται μείωση (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1. Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στους 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετεγχειρητικά

Αναφορικά με τη συστηματική γυμναστική, στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά μόλις το 11.3% (n = 14) των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι ασκούσαν συστηματικά, έναντι του 88.7% (n = 110) που δεν συμμετείχαν σε πρόγραμμα άσκησης. Στον 3ο μήνα το ποσοστό όσων γυμνάζονταν αυξήθηκε στο 25.8% (n = 32), ενώ στον 6ο μήνα το αντίστοιχο ποσοστό ανήλθε στο 33.9% (n = 42). Η αυξητική αυτή τάση δείχνει ότι με την πάροδο του χρόνου περισσότεροι ασθενείς εντάσσουν σταδιακά τη σωματική άσκηση στην καθημερινότητά τους, αν και η συνολική συμμετοχή παραμένει σχετικά χαμηλή (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2. Συστηματική γυμναστική στους 1ο, 3ο και 6ο μήνα μετεγχειρητικά

7.2 Επαγωγική στατιστική

Για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ ανδρών και γυναικών στις μεταβλητές του σωματικού βάρους, της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης καθώς και των βιοχημικών δεικτών (ολική πρωτεΐνη, λευκωματίνη και κρεατινίνη) εφαρμόστηκαν independentt-tests. Οι γυναίκες ($M = 125.99$, $SD = 21.50$) είχαν σημαντικά χαμηλότερο προεγχειρητικό βάρος σε σύγκριση με τους άνδρες ($M = 152.06$, $SD = 26.28$, $p = 0.000$). Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και μετεγχειρητικά στον 1ο μήνα, όπου οι γυναίκες ($M = 113.96$, $SD = 20.92$) ζύγιζαν λιγότερο από τους άνδρες ($M = 135.82$, $SD = 23.54$, $p = 0.000$), στον 3ο μήνα ($M = 101.86$, $SD = 19.69$ έναντι $M = 120.96$, $SD = 22.01$, $p = 0.000$), καθώς και στον 6ο μήνα ($M = 90.45$, $SD = 17.86$ έναντι $M = 106.30$, $SD = 17.73$, $p = 0.000$). Αντίστοιχα, η μυϊκή μάζα ήταν σημαντικά χαμηλότερη στις γυναίκες προεγχειρητικά ($M = 37.43$, $SD = 6.18$) σε σύγκριση με τους άνδρες ($M = 43.56$, $SD = 7.07$, $p = 0.000$). Η διαφορά αυτή διατηρήθηκε τόσο στον 1ο μήνα ($M = 27.78$, $SD = 5.39$ έναντι $M = 38.99$, $SD = 6.05$, $p = 0.000$), όσο και στον 3ο μήνα ($M = 25.43$, $SD = 4.42$ έναντι $M = 36.42$, $SD = 5.56$, $p = 0.000$) και στον 6ο μήνα ($M = 23.17$, $SD = 4.03$ έναντι $M = 34.07$, $SD = 5.07$, $p = 0.000$). Σχετικά με τη μυϊκή δύναμη, οι άνδρες εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερες τιμές σε όλες τις μετρήσεις. Προεγχειρητικά, οι άνδρες είχαν μέση τιμή 38.52 ($SD = 6.08$) έναντι 26.30 ($SD = 4.07$) στις γυναίκες ($p = 0.000$). Αντίστοιχα, στον 1ο μήνα οι τιμές ήταν 34.59 ($SD = 7.72$) έναντι 24.03 ($SD = 3.84$, $p = 0.000$), στον 3ο μήνα 35.83 ($SD = 6.41$) έναντι 24.33 ($SD = 3.92$, $p = 0.000$), και στον 6ο μήνα 36.53 ($SD = 6.35$) έναντι 25.02 ($SD = 4.09$, $p =$

0.000). Αναφορικά με τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης, οι άνδρες εμφάνισαν υψηλότερες τιμές προεγχειρητικά ($M = 7.11$, $SD = 0.41$) συγκριτικά με τις γυναίκες ($M = 6.82$, $SD = 0.48$, $p = 0.001$), καθώς και στον 1ο μήνα ($M = 6.54$, $SD = 0.50$ έναντι $M = 6.32$, $SD = 0.50$, $p = 0.018$) και στον 6ο μήνα ($M = 6.74$, $SD = 0.46$ έναντι $M = 6.56$, $SD = 0.45$, $p = 0.043$). Ωστόσο, στον 3ο μήνα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0.113$). Αντίστοιχα, τα επίπεδα λευκωματίνης ήταν υψηλότερα στους άνδρες προεγχειρητικά ($M = 4.45$, $SD = 0.27$) συγκριτικά με τις γυναίκες ($M = 4.27$, $SD = 0.29$, $p = 0.001$). Διαφορές παρατηρήθηκαν επίσης στον 3ο μήνα ($M = 4.18$, $SD = 0.39$ έναντι $M = 4.00$, $SD = 0.35$, $p = 0.013$) και στον 6ο μήνα ($M = 4.37$, $SD = 0.54$ έναντι $M = 4.16$, $SD = 0.39$, $p = 0.015$), ενώ στον 1ο μήνα η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p = 0.068$). Τέλος, τα επίπεδα κρεατινίνης ήταν συστηματικά υψηλότερα στους άνδρες σε όλες τις χρονικές στιγμές (προεγχειρητικά: $M = 0.84$, $SD = 0.12$ έναντι $M = 0.74$, $SD = 0.08$, $p = 0.000$ · 1ος μήνας: $M = 0.81$, $SD = 0.19$ έναντι $M = 0.69$, $SD = 0.12$, $p = 0.000$ · 3ος μήνας: $M = 0.84$, $SD = 0.21$ έναντι $M = 0.68$, $SD = 0.11$, $p = 0.000$ · 6ος μήνας: $M = 0.79$, $SD = 0.10$ έναντι $M = 0.68$, $SD = 0.12$, $p = 0.000$) (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Διαφορές φύλου στο σωματικό βάρος, στη μυϊκή μάζα, στη μυϊκή δύναμη και σε βιοχημικούς δείκτες σε τέσσερα χρονικά σημεία αξιολόγησης

	Φύλο	M	SD	p*
Βάρος προεγχειρητικά	Άνδρας	152,06	26,28	0,000
	Γυναίκα	125,99	21,50	
Βάρος 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Άνδρας	135,82	23,54	0,000
	Γυναίκα	113,96	20,92	
Βάρος 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Άνδρας	120,96	22,01	0,000
	Γυναίκα	101,86	19,69	
Βάρος 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Άνδρας	106,30	17,73	0,000
	Γυναίκα	90,45	17,86	
Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	Άνδρας	43,56	7,07	0,000
	Γυναίκα	37,43	6,18	
Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Άνδρας	38,99	6,05	0,000
	Γυναίκα	27,78	5,39	
Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Άνδρας	36,42	5,56	0,000
	Γυναίκα	25,43	4,42	
Μυϊκή μάζα 6ος μήνας	Άνδρας	34,07	5,07	0,000

	Φύλο	M	SD	p*
μετεγχειρητικά	Γυναίκα	23,17	4,03	
Δύναμη προεγχειρητικά	Ανδρας	38,52	6,08	0,000
	Γυναίκα	26,30	4,07	
Δύναμη 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	34,59	7,72	0,000
	Γυναίκα	24,03	3,84	
Δύναμη 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	35,83	6,41	0,000
	Γυναίκα	24,33	3,92	
Δύναμη 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	36,53	6,35	0,000
	Γυναίκα	25,02	4,09	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά	Ανδρας	7,11	0,41	0,001
	Γυναίκα	6,82	0,48	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	6,54	0,50	0,018
	Γυναίκα	6,32	0,50	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	6,60	0,51	0,113
	Γυναίκα	6,45	0,49	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	6,74	0,46	0,043
	Γυναίκα	6,56	0,45	
Επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά	Ανδρας	4,45	0,27	0,001
	Γυναίκα	4,27	0,29	
Επίπεδα λευκωματίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	3,97	0,43	0,068
	Γυναίκα	3,82	0,41	
Επίπεδα λευκωματίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	4,18	0,39	0,013
	Γυναίκα	4,00	0,35	
Επίπεδα λευκωματίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	4,37	0,54	0,015
	Γυναίκα	4,16	0,39	
Επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά	Ανδρας	0,84	0,12	0,000
	Γυναίκα	0,74	0,08	
Επίπεδα κρεατινίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	0,81	0,19	0,000
	Γυναίκα	0,69	0,12	
Επίπεδα κρεατινίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	0,84	0,21	0,000
	Γυναίκα	0,68	0,11	
Επίπεδα κρεατινίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Ανδρας	0,79	0,10	0,000
	Γυναίκα	0,68	0,12	

	Φύλο	M	SD	p*
Σημειώσεις. N= 124, * independentt-tests, M: μέση τιμή, SD: τυπική απόκλιση				

Για να εξεταστεί η πιθανή σχέση της ηλικίας με τις ανθρωπομετρικές, λειτουργικές και βιοχημικές παραμέτρους εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson (r). Η ηλικία δεν συσχετίστηκε με το προεγχειρητικό βάρος ($r = -0.120$, $p = 0.180$), ούτε με το βάρος στον 1ο μήνα ($r = -0.100$, $p = 0.252$), στον 3ο μήνα ($r = -0.100$, $p = 0.268$) και στον 6ο μήνα μετεγχειρητικά ($r = -0.120$, $p = 0.191$). Αντίστοιχα, δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ ηλικίας και μυϊκής μάζας, τόσο προεγχειρητικά ($r = -0.050$, $p = 0.587$) όσο και στον 1ο μήνα ($r = -0.010$, $p = 0.936$), στον 3ο μήνα ($r = -0.010$, $p = 0.916$) και στον 6ο μήνα μετεγχειρητικά ($r = -0.030$, $p = 0.758$). Η μυϊκή δύναμη επίσης δεν σχετίστηκε με την ηλικία, ούτε προεγχειρητικά ($r = 0.070$, $p = 0.471$), ούτε στον 1ο μήνα ($r = -0.070$, $p = 0.421$), στον 3ο μήνα ($r = 0.080$, $p = 0.407$) και στον 6ο μήνα ($r = 0.080$, $p = 0.377$). Όσον αφορά τις βιοχημικές παραμέτρους, η ηλικία δεν συσχετίστηκε με τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά ($r = -0.020$, $p = 0.831$), στον 1ο μήνα ($r = -0.040$, $p = 0.650$), στον 3ο μήνα ($r = 0.010$, $p = 0.939$) και στον 6ο μήνα ($r = -0.040$, $p = 0.692$). Αντίστοιχα, δεν βρέθηκε συσχέτιση με τα επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά ($r = 0.050$, $p = 0.590$), στον 1ο μήνα ($r = 0.040$, $p = 0.672$), στον 3ο μήνα ($r = -0.050$, $p = 0.609$) και στον 6ο μήνα ($r = 0.070$, $p = 0.476$). Τέλος, η ηλικία δεν σχετίστηκε με τα επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά ($r = 0.090$, $p = 0.326$), στον 1ο μήνα ($r = 0.080$, $p = 0.358$), στον 3ο μήνα ($r = 0.140$, $p = 0.132$) και στον 6ο μήνα μετεγχειρητικά ($r = 0.070$, $p = 0.477$) (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Συσχέτιση ηλικίας με βάρος, μυϊκή μάζα, μυϊκή δύναμη και βιοχημικούς δείκτες προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά

		Ηλικία
Βάρος προεγχειρητικά	r	-0,121
	p	0,180
Βάρος 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,104
	p	0,252
Βάρος 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,100
	p	0,268
Βάρος 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,118
	p	0,191
Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	r	-0,049

		Ηλικία
	p	0,587
Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,007
	p	0,936
Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,010
	p	0,916
Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,028
	p	0,758
Δύναμη προεγχειρητικά	r	0,065
	p	0,471
Δύναμη 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,073
	p	0,421
Δύναμη 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,075
	p	0,407
Δύναμη 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,080
	p	0,377
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά	r	-0,019
	p	0,831
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,041
	p	0,650
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,007
	p	0,939
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,036
	p	0,692
Επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά	r	0,049
	p	0,590
Επίπεδα λευκωματίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,038
	p	0,672
Επίπεδα λευκωματίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,046
	p	0,609
Επίπεδα λευκωματίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,065
	p	0,476
Επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά	r	0,090
	p	0,326

		Ηλικία
Επίπεδα κρεατινίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,083
	p	0,358
Επίπεδα κρεατινίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,136
	p	0,132
Επίπεδα κρεατινίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,065
	p	0,477
Σημειώσεις. N= 124, r: συντελεστής συσχέτισης Pearson		

Για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών μεταξύ των τύπων βαριατρικής επέμβασης (γαστρική παράκαμψη, επιμήκης γαστρεκτομή και χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή) εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (One-Way ANOVA). Η ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βάρος μεταξύ των τύπων επέμβασης τόσο προεγχειρητικά όσο και μετεγχειρητικά. Συγκεκριμένα, οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή παρουσίασαν το υψηλότερο προεγχειρητικό βάρος ($M = 160.48$, $SD = 22.21$), σε σύγκριση με εκείνους που υποβλήθηκαν σε γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y ($M = 130.89$, $SD = 24.20$) και σε επιμήκη γαστρεκτομή ($M = 138.50$, $SD = 30.17$), $p < .001$. Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά ($p < .001$), στον 3ο μήνα ($p = 0.001$) και στον 6ο μήνα ($p = 0.001$), με τους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χολοπαγκρεατική εκτροπή να διατηρούν υψηλότερες τιμές σωματικού βάρους σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους επέμβασης. Όσον αφορά τη μυϊκή μάζα, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο προεγχειρητικά ($p = 0.049$) όσο και στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά ($p = 0.045$). Οι ασθενείς με χολοπαγκρεατική εκτροπή εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα μυϊκής μάζας (προεγχειρητικά: $M = 40.45$, $SD = 8.94$ · 1ος μήνας: $M = 36.51$, $SD = 7.91$) σε σύγκριση με τους ασθενείς της γαστρικής παράκαμψης και της επιμήκους γαστρεκτομής. Αντίθετα, στον 3ο ($p = 0.065$) και στον 6ο μήνα ($p = 0.153$) οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Για τη μυϊκή δύναμη, δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τύπων επέμβασης, ούτε προεγχειρητικά ($p = 0.550$), ούτε στον 1ο ($p = 0.840$), 3ο ($p = 0.669$) και 6ο μήνα ($p = 0.671$). Αναφορικά με τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης, οι διαφορές ήταν μη σημαντικές προεγχειρητικά ($p = 0.161$) και στον 1ο μήνα ($p = 0.068$), ενώ καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές στον 3ο ($p = 0.006$) και στον 6ο μήνα ($p = 0.049$). Οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χολοπαγκρεατική εκτροπή εμφάνισαν χαμηλότερα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης συγκριτικά με τους υπόλοιπους. Σχετικά με τα επίπεδα λευκωματίνης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε προεγχειρητικά ($p = 0.180$) ούτε μετεγχειρητικά (1ος μήνας: $p = 0.162$ · 3ος μήνας: $p = 0.094$ · 6ος μήνας: $p = 0.223$). Τέλος, όσον αφορά τα επίπεδα κρεατινίνης, οι διαφορές μεταξύ των τριών τύπων επέμβασης δεν ήταν στατιστικά

σημαντικές σε κανένα χρονικό σημείο (προεγχειρητικά: $p = 0.737$ · 1ος μήνας: $p = 0.445$ · 3ος μήνας: $p = 0.540$ · 6ος μήνας: $p = 0.471$) (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Διαφορές ανθρωπομετρικών, λειτουργικών και βιοχημικών μεταβλητών ανάλογα με το είδος επέμβασης

	Είδος επέμβασης	M	SD	p*
Βάρος προεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	130,89	24,20	0,000
	Επιμήκης γαστρεκτομή	138,50	30,17	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	160,48	22,21	
Βάρος 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	117,29	21,95	0,000
	Επιμήκης γαστρεκτομή	127,41	29,33	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	144,52	18,65	
Βάρος 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	104,71	20,15	0,001
	Επιμήκης γαστρεκτομή	115,17	29,84	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	127,26	16,92	
Βάρος 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	92,55	16,31	0,001
	Επιμήκης γαστρεκτομή	105,06	29,32	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	109,38	15,68	
Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	28,77	8,64	0,049
	Επιμήκης γαστρεκτομή	35,28	9,72	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	40,45	8,94	
Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	31,27	7,48	0,045
	Επιμήκης γαστρεκτομή	30,85	8,48	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	36,51	7,91	
Μυϊκή μάζα	Γαστρική παράκαμψη	28,79	6,84	0,065

	Είδος επέμβασης	M	SD	p*
3ος μήνας μετεγχειρητικά	Roux-en-Y			
	Επιμήκης γαστρεκτομή	29,24	8,31	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	33,45	7,20	
Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	26,52	6,68	0,153
	Επιμήκης γαστρεκτομή	27,86	7,80	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	30,12	6,57	
Δύναμη προεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	30,77	7,84	0,550
	Επιμήκης γαστρεκτομή	29,19	7,44	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	32,21	6,76	
Δύναμη 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	27,03	7,45	0,840
	Επιμήκης γαστρεκτομή	26,33	7,02	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	28,64	6,24	
Δύναμη 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	28,73	7,68	0,669
	Επιμήκης γαστρεκτομή	26,93	6,99	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	28,74	6,53	
Δύναμη 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	29,46	7,74	0,671
	Επιμήκης γαστρεκτομή	27,64	7,15	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	29,22	6,30	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	6,93	0,48	0,161
	Επιμήκης γαστρεκτομή	7,04	0,36	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική	6,72	0,49	

	Είδος επέμβασης	M	SD	p*
	διακοπή			
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	6,45	0,51	0,068
	Επιμήκης γαστρεκτομή	6,38	0,36	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	6,11	0,56	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	6,56	0,50	0,006
	Επιμήκης γαστρεκτομή	6,51	0,31	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	6,12	0,53	
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	6,67	0,48	0,049
	Επιμήκης γαστρεκτομή	6,59	0,29	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	6,37	0,47	
Επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	4,34	0,29	0,180
	Επιμήκης γαστρεκτομή	4,43	0,28	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	4,23	0,37	
Επίπεδα λευκωματίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	3,90	0,43	0,162
	Επιμήκης γαστρεκτομή	3,90	0,26	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	3,68	0,49	
Επίπεδα λευκωματίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	4,08	0,38	0,094
	Επιμήκης γαστρεκτομή	4,15	0,27	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	3,88	0,38	
Επίπεδα λευκωματίνης 6ος μήνας	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	4,26	0,45	0,223
	Επιμήκης γαστρεκτομή	4,29	0,28	

	Είδος επέμβασης	M	SD	p*
μετεγχειρητικά	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	4,04	0,62	
Επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	0,77	0,11	0,737
	Επιμήκης γαστρεκτομή	0,79	0,09	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	0,76	0,11	
Επίπεδα κρεατινίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	0,74	0,17	0,445
	Επιμήκης γαστρεκτομή	0,74	0,12	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	0,68	0,14	
Επίπεδα κρεατινίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	0,75	0,18	0,540
	Επιμήκης γαστρεκτομή	0,74	0,11	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	0,69	0,20	
Επίπεδα κρεατινίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	Γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y	0,73	0,12	0,471
	Επιμήκης γαστρεκτομή	0,72	0,10	
	Χολοπαγκρεατική εκτροπή με δωδεκαδακτυλική διακοπή	0,68	0,12	
Σημειώσεις. N= 124, * one-way ANOVA, M: μέση τιμή, SD: τυπική απόκλιση				

Για τη διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των κατηγορικών μεταβλητών (φύλο, ηλικιακή κατηγορία, είδος χειρουργικής επέμβασης) και της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων σχετικά με τη λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων και τη συστηματική άσκηση στους τρεις χρόνους παρακολούθησης (1ος, 3ος και 6ος μήνας μετεγχειρητικά), εφαρμόστηκε ο έλεγχος ανεξαρτησίας Chi-Square. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων δεν σχετίστηκε με το φύλο στον 1ο ($p = 0.388$), στον 3ο ($p = 0.443$) και στον 6ο μήνα ($p = 0.121$). Αντίστοιχα, δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση με την ηλικιακή κατηγορία (1ος μήνας: $p = 0.235$, 3ος μήνας: $p = 0.524$, 6ος μήνας: $p = 0.637$), ούτε με το είδος της χειρουργικής επέμβασης (1ος μήνας: $p = 0.939$, 3ος μήνας: $p = 0.761$, 6ος μήνας: $p = 0.857$). Αναφορικά με τη συστηματική γυμναστική, δεν

εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με το φύλο (1ος μήνας: $p = 0.177$, 3ος μήνας: $p = 0.350$, 6ος μήνας: $p = 0.186$). Ομοίως, δεν καταγράφηκαν συσχετίσεις με την ηλικιακή κατηγορία (1ος μήνας: $p = 0.743$, 3ος μήνας: $p = 0.796$, 6ος μήνας: $p = 0.802$), ούτε με το είδος της επέμβασης (1ος μήνας: $p = 0.244$, 3ος μήνας: $p = 0.485$, 6ος μήνας: $p = 0.177$) (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Συσχέτιση φύλου, ηλικίας και είδους βαριατρικής επέμβασης με τη λήψη πρωτεϊνικών συμπληρωμάτων και τη συστηματική άσκηση

	Φύλο	Ηλικία	Είδος επέμβασης
	p^*		
Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,388	0,235	0,939
Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,443	0,524	0,761
Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,121	0,637	0,857
Συστηματική γυμναστική 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,177	0,743	0,244
Συστηματική γυμναστική 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,350	0,796	0,485
Συστηματική γυμναστική 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,186	0,802	0,177
Σημειώσεις. N= 124, * chi-squaretests			

Για να διερευνηθεί η πιθανή επίδραση της λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στο βάρος, τη μυϊκή μάζα και τη δύναμη, πραγματοποιήθηκαν independent t-tests. Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση της λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης τον 1^ο μήνα μετεγχειρητικά με το προεγχειρητικό βάρος ($p = 0.574$), το βάρος μετεγχειρητικά ($p = 0.850$), τη μυϊκή μάζα (προεγχειρητικά: $p = 0.244$, μετεγχειρητικά: $p = 0.621$) ή τη δύναμη (προεγχειρητικά: $p = 0.098$, μετεγχειρητικά: $p = 0.285$). Αντίστοιχα, δεν διαπιστώθηκε συσχέτιση της λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης τον 3^ο μήνα μετεγχειρητικά με το προεγχειρητικό βάρος ($p = 0.280$), το βάρος μετεγχειρητικά ($p = 0.338$ και 0.372), τη μυϊκή μάζα (προεγχειρητικά: $p = 0.154$, μετεγχειρητικά: $p = 0.766$) ή τη δύναμη

(προεγχειρητικά: $p = 0.260$, μετεγχειρητικά: $p = 0.110$). Ομοίως, δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης τον 6^ο μήνα μετεγχειρητικά με το προεγχειρητικό βάρος ($p = 0.217$), το βάρος μετεγχειρητικά ($p = 0.206, 0.205$ και 0.216), τη μυϊκή μάζα (προεγχειρητικά: $p = 0.255$, μετεγχειρητικά: $p = 0.391$) ή τη δύναμη (προεγχειρητικά: $p = 0.249$, μετεγχειρητικά: $p = 0.078$) (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Συσχέτιση λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης με το βάρος, τη μυϊκή μάζα και τη δύναμη προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά

	Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά
	p*		
Βάρος προεγχειρητικά	0,574	0,280	0,217
Βάρος 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,850	0,338	0,206
Βάρος 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,930	0,372	0,205
Βάρος 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,820	0,486	0,216
Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	0,244	0,154	0,255
Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,621	0,063	0,317
Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,392	0,766	0,369
Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,089	0,334	0,391
Δύναμη προεγχειρητικά	0,098	0,260	0,249
Δύναμη 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,285	0,173	0,355
Δύναμη 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,114	0,110	0,139
Δύναμη 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,081	0,108	0,078
Σημειώσεις. N= 124, * independent t-tests			

Αντίστοιχα, εφαρμόστηκαν independent t-tests για να εξεταστεί αν η συμμετοχή σε συστηματική γυμναστική σχετίζεται με διαφοροποιήσεις στη μυϊκή μάζα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μυϊκή μάζα μεταξύ των ατόμων που συμμετείχαν και

εκείνων που δεν συμμετείχαν σε συστηματική γυμναστική. Συγκεκριμένα, οι τιμές ήταν μη σημαντικές τόσο στο προεγχειρητικό στάδιο ($p = 0.714$) όσο και στον 1ο ($p = 0.312$), στον 3ο ($p = 0.108$) και στον 6ο μήνα ($p = 0.391$) μετεγχειρητικά (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Συσχέτιση συστηματικής γυμναστικής με τη μυϊκή μάζα προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά

	Συστηματική γυμναστική 1ος μήνας μετεγχειρητικά	Συστηματική γυμναστική 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Συστηματική γυμναστική 6ος μήνας μετεγχειρητικά
	p*		
Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	0,714	0,550	0,470
Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά	0,312	0,149	0,239
Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	0,108	0,863	0,830
Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά	0,391	0,457	0,340
Σημειώσεις. N= 124, * independentt-tests			

Για να διερευνηθεί η σχέση της μυϊκής μάζας με βιοχημικούς δείκτες (ολική πρωτεΐνη, λευκωματίνη και κρεατινίνη) πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχετίσεων με τον δείκτη Pearson. Η μυϊκή μάζα προεγχειρητικά δεν συσχετίστηκε με τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης ($r = -0.118$, $p = 0.193$), ούτε με τα επίπεδα λευκωματίνης ($r = -0.101$, $p = 0.265$). Ωστόσο, βρέθηκε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την κρεατινίνη ($r = 0.197$, $p = 0.029$). Στον 1ο μήνα μετεγχειρητικά, η μυϊκή μάζα δεν συσχετίστηκε με την ολική πρωτεΐνη ($r = -0.069$, $p = 0.445$) ή τη λευκωματίνη ($r = 0.042$, $p = 0.641$), ενώ παρατηρήθηκε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τα επίπεδα κρεατινίνης ($r = 0.246$, $p = 0.006$). Στον 3ο μήνα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές συσχετίσεις με την ολική πρωτεΐνη ($r = -0.021$, $p = 0.814$) ούτε με τη λευκωματίνη ($r = 0.099$, $p = 0.276$). Ωστόσο, υπήρξε ισχυρή θετική συσχέτιση με την κρεατινίνη ($r = 0.295$, $p = 0.001$). Στον 6ο μήνα μετεγχειρητικά, η μυϊκή μάζα συσχετίστηκε θετικά με τα επίπεδα ολικής πρωτεΐνης ($r = 0.235$, $p = 0.009$) και λευκωματίνης ($r = 0.219$, $p = 0.014$). Παράλληλα, καταγράφηκε ισχυρή θετική συσχέτιση με τα επίπεδα κρεατινίνης ($r = 0.374$, $p < 0.001$) (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Συσχετίσεις μεταξύ μυϊκής μάζας και βιοχημικών δεικτών προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά

		Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	Μυϊκή μάζα 1 ^{ος} μήνας μετεγχειρητικά	Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά	r	-0,118	-0,001	0,099	0,235
	p	0,193	0,994	0,274	0,009
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,036	-0,069	0,064	0,193
	p	0,692	0,445	0,480	0,032
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,056	-0,137	-0,021	0,123
	p	0,541	0,129	0,814	0,174
Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,045	-0,044	-0,001	0,109
	p	0,621	0,626	0,987	0,228
Επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά	r	-0,101	0,044	0,110	0,204
	p	0,265	0,631	0,222	0,023
Επίπεδα λευκωματίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,047	0,042	0,125	0,198
	p	0,603	0,641	0,167	0,028
Επίπεδα λευκωματίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,041	-0,001	0,099	0,210
	p	0,655	0,988	0,276	0,019
Επίπεδα λευκωματίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,027	0,111	0,151	0,219
	p	0,766	0,218	0,095	0,014
Επίπεδα κρεατινίνης προεγχειρητικά	r	-0,034	0,197	0,246	0,307
	p	0,715	0,029	0,006	0,001
Επίπεδα κρεατινίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά	r	-0,031	0,246	0,249	0,262
	p	0,732	0,006	0,005	0,003
	r	123	124	124	124
Επίπεδα κρεατινίνης	p	-0,053	0,274	0,295	0,339

		Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά	Μυϊκή μάζα 1 ^{ος} μήνας μετεγχειρητικά	Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά	Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά
3ος μήνας μετεγχειρητικά	r	0,560	0,002	0,001	0,000
Επίπεδα κρεατινίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά	p	-0,097	0,312	0,333	0,374
	r	0,289	0,000	0,000	0,000
Σημειώσεις. N= 124, r: συντελεστής συσχέτισης Pearson					

Κεφάλαιο 8: Συζήτηση

8.1 Σχολιασμός και αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε τις αλλαγές στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη και τους βιοχημικούς δείκτες πρωτεϊνικής κατάστασης σε άτομα που υποβλήθηκαν σε βαριατρική χειρουργική επέμβαση, με συγκρίσεις ανά χειρουργικό τύπο, φύλο, πρακτικές συμπληρωμάτων και συμμετοχή σε άσκηση. Τα ευρήματα αποκάλυψαν πρότυπα που επιβεβαιώνουν και επεκτείνουν προηγούμενα στοιχεία σχετικά με την σημαντική επίδραση της βαριατρικής χειρουργικής επέμβασης στην άλιπη σωματική μάζα και την μεταβολική υγεία.

Ένα από τα πιο συνεπή ευρήματα ήταν η σημαντική και προοδευτική μείωση της σκελετικής μυϊκής μάζας κατά τους πρώτους έξι μήνες μετεγχειρητικά, με τις απώλειες να είναι πιο έντονες στους αρχικούς μήνες. Η μυϊκή μάζα μειώθηκε από 36,08 kg προεγχειρητικά σε 31,85 kg στον ένα μήνα, 29,42 kg στους τρεις μήνες και 27,13 kg στους έξι μήνες. Αυτή η πορεία αντικατοπτρίζει τις αναφορές στη βιβλιογραφία ότι μεταξύ 20% και 35% της απώλειας βάρους μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση προέρχεται από άλιπο ιστό, ιδιαίτερα εντός των πρώτων τριών μηνών [57] [85][71][86][43]. Η επιμονή της μυϊκής απώλειας μετά από έξι μήνες υποστηρίζει περαιτέρω τον ισχυρισμό ότι οι ασθενείς σπάνια ανακτούν την προεγχειρητική άλιπη μάζα, ακόμη και μετά τη σταθεροποίηση του βάρους [9].

Σε αντίθεση με τη συνεχή μείωση της μυϊκής μάζας, η μυϊκή δύναμη ακολούθησε ένα μοτίβο σχήματος U: μια αρχική μείωση στον ένα μήνα (από 30,74 kg σε 28,06 kg), ακολουθούμενη από σταδιακή βελτίωση στους τρεις και έξι μήνες (28,50 kg και 29,19 kg, αντίστοιχα). Αν και η δύναμη δεν επέστρεψε στις αρχικές τιμές εντός της περιόδου μελέτης, αυτή η μερική ανάκαμψη υποδηλώνει αντισταθμιστικές προσαρμογές. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί από τους Stegen et al. [87], οι οποίοι ανέφεραν ότι η κινητικότητα και η λειτουργική ικανότητα συχνά βελτιώνονται μετά την επέμβαση λόγω της μειωμένης λιπώδους μάζας, ακόμη και όταν η απόλυτη δύναμη μειώνεται. Ωστόσο, όπως επισημαίνεται από τους Moizé et al. [9], η ανάκτηση της δύναμης τείνει να υστερεί σε σχέση με τη διατήρηση της μυϊκής μάζας, αντανakλώντας την πολυπλοκότητα των νευρομυϊκών προσαρμογών στο μετεγχειρητικό πλαίσιο.

Τα συνολικά επίπεδα πρωτεΐνης και αλβουμίνης μειώθηκαν τον πρώτο μήνα, αλλά έδειξαν προοδευτική ανάκαμψη κατά έξι μήνες, πλησιάζοντας τις προεγχειρητικές τιμές. Αυτό το μοτίβο είναι σύμφωνο με προηγούμενες μελέτες που ανέφεραν παροδική μείωση πρωτεΐνης λόγω μειωμένης πρόσληψης και προσαρμογής στην πρόωμη μετεγχειρητική φάση [88] [89] [90] [91] [64]. Σημαντικό

είναι ότι έως τους έξι μήνες, η αλβουμίνη σχεδόν έφτασε στα αρχικά επίπεδα (4,24 g/dL έναντι 4,34 g/dL), υποδηλώνοντας ότι η διατροφική προσαρμογή και η πιθανή χορήγηση συμπληρωμάτων σταδιακά αντιστάθμισαν τα πρώιμα ελλείμματα. Αυτή η ανάκαμψη είναι ενθαρρυντική, καθώς η υποαλβουμιναιμία συχνά συνδέεται με καθυστερημένη επούλωση και αυξημένη νοσηρότητα σε χειρουργικούς ασθενείς [92].

Σε αντίθεση με την ολική πρωτεΐνη και την αλβουμίνη, η κρεατινίνη παρέμεινε σταθερή σε όλα τα χρονικά σημεία, γεγονός που αντανακλά τη διατηρημένη νεφρική λειτουργία. Παρ' όλα αυτά, η μυϊκή μάζα συσχετίστηκε σημαντικά με τα επίπεδα κρεατινίνης σε όλα τα στάδια, ιδιαίτερα στους τρεις και έξι μήνες, επιβεβαιώνοντας τον ρόλο της κρεατινίνης ως βιοχημικού δείκτη του μυϊκού ιστού [93]. Είναι ενδιαφέρον ότι, μέχρι τους έξι μήνες, η μυϊκή μάζα συσχετίστηκε επίσης θετικά τόσο με την ολική πρωτεΐνη όσο και με την αλβουμίνη, υποδηλώνοντας ότι καθώς το βάρος σταθεροποιήθηκε, η κατάσταση της πρωτεΐνης επηρέασε πιο άμεσα τη διατήρηση της άλιπης σωματικής μάζας. Αυτό ευθυγραμμίζεται με τα ευρήματα των Moizé et al. [9], οι οποίοι αναγνώρισαν την κατάσταση της πρωτεΐνης ως καθοριστικό παράγοντα για τη μακροπρόθεσμη διατήρηση του άλιπου ιστού.

Η μελέτη εντόπισε, επίσης, διαφορές ανάλογα με τον τύπο της χειρουργικής επέμβασης. Οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χολοπαγκρεατική εκτροπή εμφάνισαν υψηλότερη προεγχειρητική μυϊκή μάζα αλλά μεγαλύτερη μείωση των επιπέδων πρωτεΐνης μετεγχειρητικά, σε σύγκριση με εκείνους που υποβλήθηκαν σε γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y ή επιμήκη γαστρεκτομή. Αυτά τα ευρήματα ευθυγραμμίζονται με τους Guerra et al. [94], οι οποίοι ανέφεραν ότι οι δυσασπορροφητικές διαδικασίες προδιαθέτουν τους ασθενείς σε μεγαλύτερες διατροφικές ελλείψεις και υποσιτισμό πρωτεΐνης-ενέργειας. Αντίθετα, η επιμήκης γαστρεκτομή φάνηκε να προκαλεί λιγότερο σοβαρές μειώσεις στη μυϊκή μάζα και την κατάσταση των πρωτεϊνών, σύμφωνα με τα στοιχεία που δείχνουν ότι οι περιοριστικές διαδικασίες είναι μεταβολικά λιγότερο διαταραγμένες [95][96].

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών σε σχεδόν όλες τις παραμέτρους. Οι άνδρες είχαν μεγαλύτερο σωματικό βάρος, μυϊκή μάζα, μυϊκή δύναμη και υψηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης και λευκοματίνης σε κάθε χρονικό σημείο, σύμφωνα με τη γνωστή επίδραση της τεστοστερόνης και μεγαλύτερης αρχικής άλιπης μάζας [96]. Η επιμονή αυτών των διαφορών μετά την επέμβαση επιβεβαιώνει προηγούμενα ευρήματα ότι οι γυναίκες είναι πιο ευάλωτες σε μετεγχειρητική σαρκοπενία και διατροφικούς περιορισμούς, ιδιαίτερα μετά από δυσασπορροφητικές διαδικασίες [5]. Αυτό ενισχύει την ανάγκη για παρακολούθηση και παρεμβάσεις με ευαισθησία στο φύλο.

Είναι ενδιαφέρον ότι δεν ανιχνεύθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ ηλικίας και μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων (βάρος, μυϊκή μάζα, δύναμη, πρωτεΐνη, λευκοματίνη, κρεατινίνη) σε αυτή τη μελέτη. Αυτό το εύρημα αποκλίνει από τις αναφορές ότι οι ηλικιωμένοι ασθενείς είναι πιο ευάλωτοι στη σαρκοπενία και τη λειτουργική παρακμή μετά από χειρουργική επέμβαση [97][98]. Η έλλειψη

συσχέτισης στο τρέχον δείγμα μπορεί να αντανακλά τη σχετικά νεότερη μέση ηλικία (40,9 έτη), η οποία θα μπορούσε να έχει αντισταθμίσει την αναβολική αντίσταση που σχετίζεται με την ηλικία και παρατηρείται συνήθως σε πληθυσμούς άνω των 50 ετών [99].

Σε αντίθεση με τις προσδοκίες, ούτε η συμπλήρωση πρωτεΐνης ούτε η συστηματική άσκηση έδειξαν στατιστικά σημαντικές επιδράσεις στη διατήρηση της μυϊκής μάζας. Αυτό το εύρημα έρχεται σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες που καταδεικνύουν ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης ορού γάλακτος και η δομημένη προπόνηση αντίστασης μετριάζουν σημαντικά την μετεγχειρητική απώλεια άλιπης μάζας [92][87]. Η απόκλιση μπορεί να εξηγηθεί από την περιορισμένη συμμόρφωση: η συμπλήρωση ήταν ασυνεπής σε όλα τα χρονικά σημεία, κορυφώθηκε στους τρεις μήνες και μειώθηκε στη συνέχεια, ενώ η προσήλωση στην άσκηση παρέμεινε χαμηλή, με μόνο το ένα τρίτο των ασθενών να συμμετέχουν τακτικά σε συστηματική δραστηριότητα έως τους έξι μήνες. Αυτή η περιορισμένη προσήλωση πιθανότατα εξασθένησε τις πιθανές προστατευτικές επιδράσεις που παρατηρήθηκαν σε άλλες ομάδες.

Συνολικά, τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη διττή φύση της βαριατρικής χειρουργικής: ενώ μειώνει αποτελεσματικά το σωματικό βάρος και βελτιώνει την κατάσταση των πρωτεϊνών με την πάροδο του χρόνου, προκαλεί ταυτόχρονα σημαντικές και παρατεταμένες απώλειες στον μυϊκό ιστό. Αυτές οι απώλειες επηρεάζονται από τον τύπο της χειρουργικής επέμβασης, το φύλο και τη συμμόρφωση με τις συστάσεις για τον τρόπο ζωής. Η προοδευτική ανάκτηση των δεικτών πρωτεΐνης και λευκωματίνης υποδεικνύει ότι η διατροφική προσαρμογή συμβαίνει με την πάροδο του χρόνου, αλλά το επίμονο κενό στη μυϊκή μάζα υπογραμμίζει την ανάγκη για στοχευμένες παρεμβάσεις για την πρόληψη της σαρκοπενίας και τη βελτιστοποίηση των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων.

8.2 Περιορισμοί μελέτης

Παρά τις πολύτιμες πληροφορίες που παρέχονται, η παρούσα μελέτη έχει ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ερμηνεία των ευρημάτων της.

Πρώτον, η περίοδος παρακολούθησης περιορίστηκε σε έξι μήνες μετεγχειρητικά. Αν και αυτό το χρονικό πλαίσιο καταγράφει την πιο κρίσιμη φάση της ταχείας απώλειας βάρους και των πρώιμων αλλαγών στη μυϊκή μάζα, δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις μακροπρόθεσμες τάσεις στη διατήρηση των μυών, την ανάκτηση δύναμης ή τα μεταβολικά αποτελέσματα. Απαιτούνται μελέτες με μεγαλύτερη παρακολούθηση για να προσδιοριστεί εάν τα παρατηρούμενα πρότυπα επιμένουν, σταθεροποιούνται ή επιδεινώνονται με την πάροδο του χρόνου.

Δεύτερον, η μυϊκή μάζα αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας ανάλυση βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης (BIA). Ενώ η BIA είναι πρακτική και μη επεμβατική, είναι λιγότερο ακριβής από τις

τεχνικές χρυσού προτύπου όπως η απορροφησιμετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DEXA) ή η μαγνητική τομογραφία. Παράγοντες όπως η κατάσταση ενυδάτωσης μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις BIA, επηρεάζοντας ενδεχομένως την ακρίβεια των εκτιμήσεων της άλιπης σωματικής μάζας.

Τρίτον, η αξιολόγηση της συμπλήρωσης πρωτεϊνών και της σωματικής δραστηριότητας βασίστηκε σε αυτοαναφερόμενα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω συνεντεύξεων. Αυτό εισάγει την πιθανότητα μεροληψίας ανάκλησης ή μεροληψίας κοινωνικής επιθυμίας, καθώς οι ασθενείς μπορεί να έχουν υπεραναφέρει ή υποαναφέρει την προσήλωσή τους στις διατροφικές και ασκητικές συστάσεις. Επιπλέον, η μελέτη δεν ποσοτικοποίησε λεπτομερώς την πρόσληψη πρωτεΐνης (π.χ., γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους) ούτε μέτρησε την ένταση, τη συχνότητα και τη διάρκεια της άσκησης, γεγονός που μπορεί να εξηγήσει την έλλειψη σημαντικών συσχετίσεων με τη διατήρηση της μυϊκής μάζας.

Τέταρτον, ενώ το μέγεθος του δείγματος των 124 συμμετεχόντων είναι αξιοσέβαστο, οι αναλύσεις υποομάδων (π.χ., ανά τύπο χειρουργικής επέμβασης, φύλο, χρήση συμπληρωμάτων ή συμμετοχή σε άσκηση) μπορεί να μην ήταν επαρκείς για την ανίχνευση μικρότερων αλλά κλινικά σημαντικών διαφορών. Το σχετικά χαμηλό ποσοστό ασθενών που υποβάλλονται σε επιμήκη γαστρεκτομή ή χολοπαγκρεατική εκτροπή περιόρισε περαιτέρω τις συγκρίσεις μεταξύ χειρουργικών τεχνικών.

Τέλος, παρόλο που συμπεριλήφθηκαν βιοχημικοί δείκτες όπως η ολική πρωτεΐνη, η λευκωματίνη και η κρεατινίνη, άλλες σχετικές διατροφικές και μεταβολικές παράμετροι (π.χ. βιταμίνη D, σίδηρος, ασβέστιο ή φλεγμονώδεις δείκτες) δεν αξιολογήθηκαν συστηματικά. Η συμπερίληψή τους θα μπορούσε να είχε παράσχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της μετεγχειρητικής θρεπτικής κατάστασης και της σχέσης της με τη διατήρηση των μυών.

8.3 Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες

Τα παρόντα ευρήματα ανοίγουν αρκετές σημαντικές οδούς για μελλοντική έρευνα που θα μπορούσαν να προωθήσουν την κατανόηση και την κλινική διαχείριση της διατήρησης των μυών μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση.

Μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να επεκτείνουν την παρακολούθηση πέραν των έξι μηνών για να καταγράψουν τη μακροπρόθεσμη εξέλιξη του μυϊκού ιστού. Η παρακολούθηση των ασθενών στα 1, 2 και 5 χρόνια μετεγχειρητικά θα διευκρίνιζε εάν οι πρώιμες μειώσεις της μυϊκής μάζας είναι αναστρέψιμες, εάν η αποκατάσταση της δύναμης συνεχίζεται και πώς αυτά τα πρότυπα επηρεάζουν την επαναφορά βάρους, τη σαρκοπενική παχυσαρκία και τη συνολική επιβίωση.

Οι ισχυρές συσχετίσεις που παρατηρούνται μεταξύ μυϊκής μάζας και βιοχημικών δεικτών όπως η κρεατινίνη, η αλβουμίνη και η ολική πρωτεΐνη υποδηλώνουν ότι αυτοί οι δείκτες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε αλγόριθμους κλινικού κινδύνου. Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επικεντρωθεί στην κατασκευή και την επικύρωση προγνωστικών μοντέλων που συνδυάζουν βιοχημικούς δείκτες, δημογραφικούς παράγοντες και προεγχειρητική κατάσταση των μυών για τον εντοπισμό ασθενών υψηλού κινδύνου πριν από την εμφάνιση επιπλοκών.

Δεδομένης της έλλειψης μετρήσιμου οφέλους από τη συμπλήρωση σε αυτή τη μελέτη, τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές θα πρέπει να διερευνήσουν τον βέλτιστο τύπο, δόση, χρόνο και διάρκεια της συμπλήρωσης πρωτεΐνης. Για παράδειγμα, η σύγκριση πρωτεϊνών ορού γάλακτος, καζεΐνης και φυτικής προέλευσης, η δοκιμή διαφορετικών στρατηγικών δοσολογίας (π.χ., bolus έναντι ομοιόμορφα κατανεμημένης πρόσληψης) και η αξιολόγηση των συνεργιστικών επιδράσεων της πρωτεΐνης με λευκίνη ή κρεατίνη θα μπορούσαν να βελτιώσουν τα διατροφικά πρωτόκολλα για τη διατήρηση των μυών.

Ακόμη, τα χαμηλά ποσοστά συστηματικής άσκησης υπογραμμίζουν την ανάγκη για νέες στρατηγικές για τη βελτίωση της εμπλοκής. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να δοκιμάσει δομημένες παρεμβάσεις άσκησης που ενσωματώνουν συμπεριφορική καθοδήγηση, εφαρμογές υγείας για κινητά, φορητούς ιχνηλάτες δραστηριότητας και τηλε-αποκατάσταση. Οι μελέτες θα μπορούσαν να συγκρίνουν την εποπτευόμενη προπόνηση αντίστασης σε γυμναστήριο με προγράμματα στο σπίτι ή εικονικά προγράμματα για να προσδιορίσουν ποιες μέθοδοι είναι πιο βιώσιμες για τους βαριατρικούς ασθενείς.

Επιπρόσθετα, μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να εξετάσουν την επίδραση των ορμονών του φύλου και της εμμηνοπαυσιακής κατάστασης στην μετεγχειρητική προσαρμογή των μυών. Η έρευνα θα μπορούσε να ελέγξει εάν οι παρεμβάσεις που αφορούν συγκεκριμένα το φύλο, όπως η εξατομικευμένη ορμονική υποκατάσταση στις γυναίκες ή η ομαλοποίηση της τεστοστερόνης στους άνδρες, επηρεάζουν τη διατήρηση και την αποκατάσταση των μυών μετά από χειρουργική επέμβαση.

Πέρα από τη μέτρηση του όγκου των μυών, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στην ποιότητα των μυών (διήθηση λίπους, σύνθεση ινών, μιτοχονδριακή λειτουργία), η οποία μπορεί να εξηγήσει την αναντιστοιχία μεταξύ της μυϊκής μάζας και της αποκατάστασης δύναμης που παρατηρήθηκε σε αυτή τη μελέτη. Προηγμένες μελέτες απεικόνισης, υπερήχων και βιοψιών θα μπορούσαν να βοηθήσουν στον χαρακτηρισμό ποιοτικών αλλαγών στον σκελετικό μυ μετά από χειρουργική επέμβαση.

Παράλληλα, για να αντιμετωπιστεί η πολυπαραγοντική φύση της απώλειας μυών, οι μελέτες παρέμβασης θα πρέπει να ενσωματώνουν τη διατροφή, την άσκηση, την ψυχολογική υποστήριξη και τις φαρμακολογικές επιλογές. Για παράδειγμα, η δοκιμή της συνδυασμένης επίδρασης μιας δίαιτας

πλούσιας σε πρωτεΐνες, μιας δομημένης προπόνησης αντίστασης και αναδυόμενων φαρμακολογικών παραγόντων (π.χ. αναστολείς μυοστατίνης) θα μπορούσε να αποκαλύψει συνεργιστικές στρατηγικές για τη διατήρηση της άλιπης μάζας.

Ταυτόχρονα, μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να επεκτείνουν την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ώστε να περιλαμβάνουν την κινητικότητα, την κόπωση, τη λειτουργική ανεξαρτησία και την ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η διατήρηση των μυών επηρεάζει την ικανότητα των ασθενών να εργάζονται, να συμμετέχουν κοινωνικά και να παραμένουν σωματικά δραστήριοι θα παρέχει μια πιο ολιστική προοπτική για την χειρουργική επιτυχία.

Τέλος, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει τις δυνατότητες εξατομικευμένων παρεμβάσεων που βασίζονται σε γενετικά, ορμονικά και μεταβολικά προφίλ. Για παράδειγμα, η διερεύνηση του κατά πόσον οι γενετικοί πολυμορφισμοί που συνδέονται με τον μυϊκό μεταβολισμό προβλέπουν τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα θα μπορούσαν να ανοίξουν το δρόμο για εξατομικευμένες συνταγές διατροφής και άσκησης.

8.4 Συμπεράσματα

Αυτή η μελέτη παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τις επιπτώσεις της βαριατρικής χειρουργικής στη μάζα των σκελετικών μυών, τη μυϊκή δύναμη και τους βιοχημικούς δείκτες της κατάστασης των πρωτεϊνών κατά τους πρώτους έξι μήνες μετά την επέμβαση. Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η ταχεία απώλεια βάρους συνοδεύεται από σημαντικές μειώσεις στον άλιπο ιστό, με τις πιο έντονες αλλαγές να συμβαίνουν στους πρώτους μετεγχειρητικούς μήνες. Είναι σημαντικό ότι, αν και η μυϊκή δύναμη αρχικά μειώθηκε, παρατηρήθηκε μερική ανάκαμψη στους έξι μήνες, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι βελτιώσεις στην κινητικότητα και οι νευρομυϊκές προσαρμογές μπορεί να αντισταθμίζουν τις μειώσεις στην απόλυτη μυϊκή μάζα.

Τα βιοχημικά δεδομένα εμπλουτίζουν περαιτέρω αυτήν την εικόνα, δείχνοντας μια παροδική μείωση της συνολικής πρωτεΐνης και της λευκωματίνης κατά τον πρώτο μετεγχειρητικό μήνα, ακολουθούμενη από προοδευτική ανάκαμψη προς την αρχική τιμή στους έξι μήνες. Αυτά τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν την ικανότητα του σώματος να προσαρμόζεται διατροφικά με την πάροδο του χρόνου, ακόμη και στο πλαίσιο σημαντικών ανατομικών και φυσιολογικών αλλαγών. Οι σημαντικές συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν μεταξύ της μυϊκής μάζας και των βιοχημικών δεικτών, ιδιαίτερα της κρεατινίνης, υπογραμμίζουν την αλληλεξάρτηση της θρεπτικής κατάστασης και της διατήρησης των μυών.

Οι συγκρίσεις μεταξύ χειρουργικών επεμβάσεων αποκάλυψαν ότι οι δυσανορροφητικές επεμβάσεις συσχετίστηκαν με μεγαλύτερους κινδύνους εξάντλησης πρωτεϊνών, ενώ οι περιοριστικές χειρουργικές επεμβάσεις όπως η επιμήκης γαστρεκτομή φάνηκαν να είναι λιγότερο επιζήμιες για τη διατήρηση των μυών. Οι διαφορές μεταξύ των φύλων ήταν συνεπείς, με τους άνδρες να διατηρούν υψηλότερα επίπεδα μυϊκής μάζας, δύναμης και πρωτεΐνης από τις γυναίκες, τονίζοντας τη σημασία της εξατομικευμένης παρακολούθησης και υποστήριξης. Η ηλικία, από την άλλη πλευρά, δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τα αποτελέσματα σε αυτήν την ομάδα, πιθανώς αντανakλώντας τη σχετικά νεαρή μέση ηλικία των συμμετεχόντων.

Παρόλο που η συμπλήρωση πρωτεΐνης και η άσκηση δεν έδειξαν σημαντικά αποτελέσματα σε αυτή τη μελέτη, η χαμηλή προσήλωση που παρατηρήθηκε υποδηλώνει ότι οι δυνατότητές τους δεν είχαν πλήρως αξιοποιηθεί. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν την πρόκληση της μετατροπής των κλινικών συστάσεων στη συμπεριφορά των ασθενών και υποδηλώνουν ότι οι δομημένες, υποστηρικτικές στρατηγικές είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης.

Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης ενισχύουν τη διττή φύση της βαριατρικής χειρουργικής: ενώ παρέχει βαθιά οφέλη όσον αφορά τη μείωση του βάρους και τις βελτιώσεις στις βιοχημικές παραμέτρους, ενέχει επίσης τον κίνδυνο απώλειας άλιπου ιστού, η οποία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα για την υγεία και τη λειτουργικότητα. Διευκρινίζοντας τη δυναμική των μυϊκών αλλαγών, εντοπίζοντας παράγοντες που επηρεάζουν, όπως ο χειρουργικός τύπος και το φύλο, και επισημαίνοντας τον ρόλο των βιοχημικών δεικτών, η έρευνα αυτή συμβάλλει σε μια βαθύτερη κατανόηση της μετεγχειρητικής προσαρμογής. Τελικά, υπογραμμίζει την ανάγκη για ολοκληρωμένη, διεπιστημονική φροντίδα που δίνει προτεραιότητα όχι μόνο στην απώλεια βάρους αλλά και στη διατήρηση του σκελετικού μυός ως καθοριστικό παράγοντα για τη διαρκή υγεία και την ποιότητα ζωής.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Arterburn DE, Telem DA, Kushner RF, Courcoulas AP. Benefits and Risks of Bariatric Surgery in Adults: A Review. *JAMA*. 2020;324(9):879-887. doi:10.1001/jama.2020.12567.
- [2] Batterham RL, Cummings DE. Mechanisms of Diabetes Improvement Following Bariatric/Metabolic Surgery. *Diabetes Care*. 2016;39(6):893-901. doi:10.2337/dc16-0145.
- [3] Campanha-Versiani L, Pereira DAG, Ribeiro-Samora GA, et al. The Effect of a Muscle Weight-Bearing and Aerobic Exercise Program on the Body Composition, Muscular Strength, Biochemical Markers, and Bone Mass of Obese Patients Who Have Undergone Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg*. 2017;27(8):2129-2137. doi:10.1007/s11695-017-2618-5.
- [4] Oh YH, Choi S, Lee G, Son JS, Kim KH, Park SM. Changes in Body Composition Are Associated with Metabolic Changes and the Risk of Metabolic Syndrome. *J Clin Med*. 2021; 10(4):745. doi: 10.3390/jcm10040745 .
- [5] Carrasco F, Papapietro K, Csendes A, et al. Changes in resting energy expenditure and body composition after weight loss following Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg*. 2007;17(5):608-616. doi:10.1007/s11695-007-9117-z.
- [6] Sylivris A, Mesinovic J, Scott D, Jansons P. Body composition changes at 12 months following different surgical weight loss interventions in adults with obesity: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Obes Rev*. 2022;23(7):e13442. doi:10.1111/obr.13442.
- [7] Korner J, Inabnet W, Conwell IM, et al. Differential effects of gastric bypass and banding on circulating gut hormone and leptin levels. *Obesity*. 2006;14(9):1553-1561. doi:10.1038/oby.2006.179.
- [8] Haghighat N, Kazemi A, Asbaghi O, et al. Long-term effect of bariatric surgery on body composition in patients with morbid obesity: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*. 2021;40(4):1755-1766. doi:10.1016/j.clnu.2020.10.001.
- [9] Moizé V, Andreu A, Rodríguez L, et al. Protein intake and lean tissue mass retention following bariatric surgery. *Clin Nutr*. 2013;32(4):550-555. doi:10.1016/j.clnu.2012.11.007.

- [10] Mead E, Brown T, Rees K, et al. Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese children from the age of 6 to 11 years. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6(6):CD012651. doi:10.1002/14651858.CD012651.
- [11] Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures - 2019 update: cosponsored by AACE/ACE, OS, ASMBS, OMA, and ASA. *Surg Obes Relat Dis*. 2020;16(2):175-247. doi:10.1016/j.soard.2019.10.025.
- [12] Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, et al. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes - 5-Year Outcomes. *N Engl J Med*. 2017;376(7):641-651. doi:10.1056/NEJMoa1600869.
- [13] Magouliotis DE, Tasiopoulou VS, Sioka E, Chatedaki C, Zacharoulis D. Impact of Bariatric Surgery on Metabolic and Gut Microbiota Profile: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2017;27(5):1345-1357. doi:10.1007/s11695-017-2595-8.
- [14] Clapp B, Ponce J, Corbett J, et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery 2022 estimate of metabolic and bariatric procedures performed in the United States. *Surg Obes Relat Dis*. 2024;20(5):425-431. doi:10.1016/j.soard.2024.01.012.
- [15] Rubino F, Nathan DM, Eckel RH, et al. Metabolic Surgery in the Treatment Algorithm for Type 2 Diabetes: A Joint Statement by International Diabetes Organizations. *Diabetes Care*. 2016;39(6):861-877. doi:10.2337/dc16-0236.
- [16] World Health Organization. Obesity and overweight; 2025. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [accessed 4/8/2025].
- [17] Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, et al. IFSO Worldwide Survey 2016: Primary, Endoluminal, and Revisional Procedures. *Obes Surg*. 2018;28(12):3783-3794. doi:10.1007/s11695-018-3450-2.
- [18] Zacharoulis D, Bakalis V, Zachari E, et al. Current knowledge and perception of bariatric surgery among Greek doctors living in Thessaly. *Asian J Endosc Surg*. 2018;11(2):138-145. doi:10.1111/ases.12436.
- [19] Müller-Stich BP, Senft JD, Warschkow R, et al. Surgical versus medical treatment of type 2 diabetes mellitus in nonseverely obese patients: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg*.

2015;261(3):421-429. doi:10.1097/SLA.0000000000001014.

- [20] Miras AD, le Roux CW. Mechanisms underlying weight loss after bariatric surgery. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2013;10(10):575-584. doi:10.1038/nrgastro.2013.119.
- [21] Benaiges D, Más-Lorenzo A, Goday A, et al. Laparoscopic sleeve gastrectomy: More than a restrictive bariatric surgery procedure?. *World J Gastroenterol*. 2015;21(41):11804-11814. doi:10.3748/wjg.v21.i41.11804.
- [22] Papamargaritis D, Tzovaras G, Sioka E, Zachari E, Koukoulis G, Zacharoulis D. Comparison of glucose homeostasis parameters between patients with high and low risk of diabetes at 6 weeks and 6 months after sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis*. 2017;13(6):1016-1024. doi:10.1016/j.soard.2016.12.001.
- [23] Felsenreich DM, Prager G, Kefurt R, et al. Quality of Life 10 Years after Sleeve Gastrectomy: A Multicenter Study. *Obes Facts*. 2019;12(2):157-166. doi:10.1159/000496296.
- [24] O'Brien PE, Hindle A, Brennan L, et al. Long-Term Outcomes After Bariatric Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis of Weight Loss at 10 or More Years for All Bariatric Procedures, and a Single-Centre Review of 20-Year Outcomes After Adjustable Gastric Banding. *Obes Surg*. 2019;29(1):3-14. doi:10.1007/s11695-018-3525-0.
- [25] Peterli R, Wölnerhanssen BK, Vetter D, et al. Laparoscopic Sleeve Gastrectomy Versus Roux-Y-Gastric Bypass for Morbid Obesity-3-Year Outcomes of the Prospective Randomized Swiss Multicenter Bypass Or Sleeve Study (SM-BOSS). *Ann Surg*. 2017;265(3):466-473. doi:10.1097/SLA.0000000000001929.
- [26] Robert M, Poghosyan T, Maucourt-Boulch D, et al. Efficacy and safety of one anastomosis gastric bypass versus Roux-en-Y gastric bypass at 5 years (YOMEGA): a prospective, open-label, non-inferiority, randomised extension study. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2024;12(4):267-276. doi:10.1016/S2213-8587(24)00035-4.
- [27] Magouliotis DE, Tasiopoulou VS, Tzovaras G. One Anastomosis Gastric Bypass Versus Roux-en-Y Gastric Bypass for Morbid Obesity: an Updated Meta-Analysis. *Obes Surg*. 2019;29(8):2721-30. doi:10.1007/s11695-019-04005-0.
- [28] Magouliotis DE, Tasiopoulou VS, Tzovaras G. One Anastomosis Gastric Bypass Versus Roux-en-Y Gastric Bypass for Morbid Obesity: an Updated Meta-Analysis. *Obes Surg*.

2019;29(9):2721-2730. doi:10.1007/s11695-019-04005-0.

- [29] Magouliotis DE, Tasiopoulou VS, Svokos KA, et al. Banded vs. non-banded Roux-en-Y gastric bypass for morbid obesity: a systematic review and meta-analysis. Clin Obes. 2018;8(6):424-433. doi:10.1111/cob.12274.
- [30] Magouliotis DE, Tzovaras G. Unveiling the malabsorptive nature of one anastomosis gastric bypass: a closer look. Surg Obes Relat Dis. 2019;15(9):1645. doi:10.1016/j.soard.2019.06.013.
- [31] Topart P, Becouarn G, Salle A. Five-year follow-up after biliopancreatic diversion with duodenal switch. Surg Obes Relat Dis. 2011;7(2):199-205. doi:10.1016/j.soard.2010.10.017.
- [32] Sethi M, Chau E, Youn A, Jiang Y, Fielding G, Ren-Fielding C. Long-term outcomes after biliopancreatic diversion with and without duodenal switch: 2-, 5-, and 10-year data. Surg Obes Relat Dis. 2016;12(9):1697-1705. doi:10.1016/j.soard.2016.03.006.
- [33] Sánchez-Pernaute A, Rubio MÁ, Pérez N, Marcuello C, Torres A, Pérez-Aguirre E. Single-anastomosis duodenoileal bypass as a revisional or second-step operation after sleeve gastrectomy. Surg Obes Relat Dis. 2020;16(10):1491-1496. doi:10.1016/j.soard.2020.0.
- [34] Clapp B, Harper B, Dodoo C, et al. Trends in revisional bariatric surgery using the MBSAQIP database 2015-2017. Surg Obes Relat Dis. 2020;16(7):908-915. doi:10.1016/j.soard.2020.03.002.
- [35] Τζοβάρας Γ. Χειρουργικές επεμβάσεις στη νοσογόνο παχυσαρκία [Διάλεξη στο Μάθημα Χειρουργικές επεμβάσεις στη νοσογόνο παχυσαρκία]. Λάρισα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας; 2025..
- [36] Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, et al. Metabolic surgery versus conventional medical therapy in patients with type 2 diabetes: 10-year follow-up of an open-label, single-centre, randomised controlled trial. Lancet. 2021;397(10271):293-304. doi:10.1016/S0140-6736(20)32649-0.
- [37] Courcoulas AP, King WC, Belle SH, et al. Seven-Year Weight Trajectories and Health Outcomes in the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) Study. JAMA Surg. 2018;153(5):427-434. doi:10.1001/jamasurg.2017.5025.
- [38] Magro DO, Geloneze B, Delfini R, Pareja BC, Callejas F, Pareja JC. Long-term weight regain after gastric bypass: a 5-year prospective study. Obes Surg. 2008;18(6):648-651. doi:10.1007/s11695-007-9265-1.

- [39] Livhits M, Mercado C, Yermilov I, et al. Patient behaviors associated with weight regain after laparoscopic gastric bypass. *Obes Res Clin Pract.* 2011;5(3):e169-e266. doi:10.1016/j.orcp.2011.03.004.
- [40] Sarwer DB, Moore RH, Spitzer JC, Wadden TA, Raper SE, Williams NN. A pilot study investigating the efficacy of postoperative dietary counseling to improve outcomes after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis.* 2012;8(5):561-568. doi:10.1016/j.soard.2012.0.
- [41] King WC, Hinerman AS, Belle SH, Wahed AS, Courcoulas AP. Comparison of the Performance of Common Measures of Weight Regain After Bariatric Surgery for Association With Clinical Outcomes. *JAMA.* 2018;320(15):1560-1569. doi:10.1001/jama.2018.14433.
- [42] Lamarca F, Melendez-Araújo MS, Porto de Toledo I, Dutra ES, de Carvalho KMB. Relative Energy Expenditure Decreases during the First Year after Bariatric Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obes Surg.* 2019;29(8):2648-2659. doi:10.1007/s11695-01.
- [43] Ibacache-Saavedra P, Martínez-Rosales E, Jerez-Mayorga D, Miranda-Fuentes C, Artero EG, Cano-Cappellacci M. Effects of bariatric surgery on muscle strength and quality: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2024;25(9):e13790. doi:10.1111/obr.13.
- [44] Gadducci AV, de Cleve R, Cardia L, et al. Muscle Strength of Lower Limbs as a Postoperative Predictor in Bariatric Surgery. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2024;24(1):31-37. .
- [45] Oppert JM, Bellicha A, Roda C, et al. Resistance Training and Protein Supplementation Increase Strength After Bariatric Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Obesity (Silver Spring).* 2018;26(11):1709-1720. doi:10.1002/oby.22317.
- [46] Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(3):475-482. doi:10.1093/ajcn/84.3.475.
- [47] Rolfe DF, Brown GC. Cellular energy utilization and molecular origin of standard metabolic rate in mammals. *Physiol Rev.* 1997;77(3):731-758. doi:10.1152/physrev.1997.77.3.731.
- [48] Rosenbaum M, Leibel RL. Adaptive thermogenesis in humans. *Int J Obes (Lond).* 2010;34 Suppl 1(0 1):S47-S55. doi:10.1038/ijo.2010.184.
- [49] DeFronzo RA, Tripathy D. Skeletal muscle insulin resistance is the primary defect in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2009;32 Suppl 2(Suppl 2):S157-S163. doi:10.2337/dc09-S302.

- [50] Srikanthan P, Karlamangla AS. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96(9):2898-2903. doi:10.1210/jc.201.
- [51] Kelley DE, Goodpaster BH. Skeletal muscle triglyceride. An aspect of regional adiposity and insulin resistance. *Diabetes Care.* 2001;24(5):933-941. doi:10.2337/diacare.24.5.933.
- [52] Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol.* 2012;8(8):457-465. doi:10.1038/nrendo.2012.49.
- [53] Stefanakis K, Kokkorakis M, Mantzoros CS. The impact of weight loss on fat-free mass, muscle, bone and hematopoiesis health: Implications for emerging pharmacotherapies aiming at fat reduction and lean mass preservation. *Metabolism.* 2024;161:156057. doi:10.1016/j.metabol.2024.156057.
- [54] Yu EW. Bone metabolism after bariatric surgery. *J Bone Miner Res.* 2014;29(7):1507-1518. doi:10.1002/jbmr.2226.
- [55] Pyykkö JE, Zwartjes M, Nieuwdorp M, et al. Differences in Psychological Health and Weight Loss after Bariatric Metabolic Surgery between Patients with and without Pain Syndromes. *Obes Surg.* 2024;34(5):1693-1703. doi:10.1007/s11695-024-07171-y.
- [56] Kubik JF, Gill RS, Laffin M, Karmali S. The impact of bariatric surgery on psychological health. *J Obes.* 2013;2013:837989. doi:10.1155/2013/837989.
- [57] Holanda N, Crispim N, Carlos I, Moura T, Nóbrega E, Bandeira F. Musculoskeletal effects of obesity and bariatric surgery - a narrative review. *Arch Endocrinol Metab.* 2022;66(5):621-632. doi:10.20945/2359-3997000000551.
- [58] da Costa Tavares Bezerra M, Medeiros de Almeida C, Falcão Leal PR, et al. Muscle Mass and Strength, Physical Function, and Health-Related Quality of Life After Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg.* 2025. doi:10.1007/s11695-025-080.
- [59] Batsis JA, Mackenzie TA, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Sarcopenia, sarcopenic obesity, and functional impairments in older adults: National Health and Nutrition Examination Surveys 1999-2004. *Nutr Res.* 2015;35(12):1031-1039. doi:10.1016/j.nutres.2015.09.00.
- [60] Deledda A, Pintus S, Loviselli A, Foschi M, Fantola G, Velluzzi F. Nutritional Management in Bariatric Surgery Patients. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(22):12049.

doi:10.3390/ijerph182212049.

- [61] Phillips SM. The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. *Nutr Metab.* 2016; 13:64. doi: 10.1186/s12986-016-0124-8.
- [62] Buchholz AC, Schoeller DA. Is a calorie a calorie?. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(5):899S-906S. doi:10.1093/ajcn/79.5.899S.
- [63] Nicoletti CF, Cortes-Oliveira C, Pinhel MAS, Nonino CB. Bariatric Surgery and Precision Nutrition. *Nutrients.* 2017;9(9):974. doi:10.3390/nu9090974.
- [64] Lupoli R, Lembo E, Saldalamacchia G, Avola CK, Angrisani L, Capaldo B. Bariatric surgery and long-term nutritional issues. *World J Diabetes.* 2017;8(11):464-474. doi:10.4239/wjd.v8.i11.464.
- [65] Coen PM, Goodpaster BH. A role for exercise after bariatric surgery?. *Diabetes Obes Metab.* 2016;18(1):16-23. doi:10.1111/dom.12545.
- [66] Carretero-Ruiz A, Martínez-Rosales E, Cavero-Redondo I, et al. Impact of exercise training after bariatric surgery on cardiometabolic risk factors: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Rev Endocr Metab Disord.* 2021;22(4):891-912..
- [67] Wefers JF, Woodlief TL, Carnero EA, et al. Relationship among physical activity, sedentary behaviors, and cardiometabolic risk factors during gastric bypass surgery-induced weight loss. *Surg Obes Relat Dis.* 2017;13(2):210-219. doi:10.1016/j.soard.2016.08.
- [68] Bond DS, Thomas JG, Ryder BA, Vithiananthan S, Pohl D, Wing RR. Ecological momentary assessment of the relationship between intention and physical activity behavior in bariatric surgery patients. *Int J Behav Med.* 2013;20(1):82-87. doi:10.1007/s12529-011-9.
- [69] Molero J, Olbeyra R, Flores L, et al. Prevalence of low skeletal muscle mass following bariatric surgery. *Clin Nutr ESPEN.* 2022;49:436-441. doi:10.1016/j.clnesp.2022.03.009.
- [70] Prado CM, Wells JC, Smith SR, Stephan BC, Siervo M. Sarcopenic obesity: A Critical appraisal of the current evidence. *Clin Nutr.* 2012;31(5):583-601. doi:10.1016/j.clnu.2012.06.010.
- [71] Nuijten MAH, Eijsvogels TMH, Monpellier VM, Janssen IMC, Hazebroek EJ, Hopman MTE. The magnitude and progress of lean body mass, fat-free mass , and skeletal muscle mass loss following bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2022;23(1):e13370. doi:10.1111/obr.13370.

- [72] Park JY. Weight Loss Prediction after Metabolic and Bariatric Surgery. *J Obes Metab Syndr*. 2023;32(1):46-54. doi:10.7570/jomes23008.
- [73] Hany M, Demerdash HM, Zidan A, Agayaby ASS, Torensma B. Effect of Weight Regain on Body Composition and Metabolic Biomarkers After Sleeve Gastrectomy: a Cross-Sectional Study from a Hospital Database. *Obes Surg*. 2023;33(1):268-278. doi:10.1007/s11695-022.
- [74] Tamboli RA, Hossain HA, Marks PA, et al. Body composition and energy metabolism following Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(9):1718-1724. doi:10.1038/oby.2010.89.
- [75] Otto M, Kautt S, Kremer M, Kienle P, Post S, Hasenberg T. Handgrip strength as a predictor for post bariatric body composition. *Obes Surg*. 2014;24(12):2082-2088. doi:10.1007/s11695-014-1299-6.
- [76] Gerken ALH, Rohr-Kräutle KK, Weiss C, et al. Handgrip Strength and Phase Angle Predict Outcome After Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2021;31(1):200-206. doi:10.1007/s11695-020-04869-7.
- [77] Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81-88. doi:10.1152/jappl.2000.89.1.81.
- [78] Messier V, Rabasa-Lhoret R, Barbat-Artigas S, Elisha B, Karelis AD, Aubertin-Leheudre M. Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. *Maturitas*. 2011;68(4):331-336. doi:10.1016/j.maturitas.2011.01.014.
- [79] Khoo J, Piantadosi C, Duncan R, et al. Comparing effects of a low-energy diet and a high-protein low-fat diet on sexual and endothelial function, urinary tract symptoms, and inflammation in obese diabetic men. *J Sex Med*. 2011;8(10):2868-2875. doi:10.1111/j.1743-6109.2011.02417.x.
- [80] Beaudart C, Zaaria M, Pasleau F, Reginster JY, Bruyère O. Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2017;12(1):e0169548. doi:10.1371/journal.pone.0169548.
- [81] Larsson L, Degens H, Li M, et al. Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *Physiol Rev*. 2019;99(1):427-511. doi:10.1152/physrev.00061.2017.
- [82] Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(6):693-700.

doi:10.1097/MCO.0b013e328312c37d.

- [83] Gallagher D, DeLegge M. Body composition (sarcopenia) in obese patients: implications for care in the intensive care unit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2011;35(5):21S-8S. doi:10.1177/0148607111413773.
- [84] Coin A, Sergi G, Benincà P, et al. Bone mineral density and body composition in underweight and normal elderly subjects. *Osteoporos Int.* 2000;11(12):1043-1050. doi:10.1007/s001980070026.
- [85] Martínez MC, Meli EF, Candia FP, et al. The Impact of Bariatric Surgery on the Muscle Mass in Patients with Obesity: 2-Year Follow-up. *Obes Surg.* 2022;32(3):625-633. doi:10.1007/s11695-021-05815-x.
- [86] Alba DL, Wu L, Cawthon PM, et al. Changes in Lean Mass, Absolute and Relative Muscle Strength, and Physical Performance After Gastric Bypass Surgery. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019;104(3):711-720. doi:10.1210/jc.2018-00952.
- [87] Stegen S, Derave W, Calders P, Van Laethem C, Pattyn P. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obes Surg.* 2011;21(1):61-70. doi:10.1007/s11695-009-0045-y.
- [88] Vaurs C, Diméglio C, Charras L, Anduze Y, Chalret du Rieu M, Ritz P. Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. *Diabetes Metab.* 2015;41(5):416-421. doi:10.1016/j.diabet.2015.04.003.
- [89] Jassil FC, Papageorgiou M, Mackay E, et al. One Year Changes in Body Composition and Musculoskeletal Health Following Metabolic/Bariatric Surgery. *J Clin Endocrinol Metab.* 2025;110(5):e1598-e1608. doi:10.1210/clinem/dgae496.
- [90] Faria I, Samreen S, McTaggart L, Arentson-Lantz EJ, Murton AJ. The Etiology of Reduced Muscle Mass with Surgical and Pharmacological Weight Loss and the Identification of Potential Countermeasures. *Nutrients.* 2025; 17(1):132. doi: 10.3390/nu17010132.
- [91] Damms-Machado A, Friedrich A, Kramer KM, et al. Pre- and postoperative nutritional deficiencies in obese patients undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy. *Obes Surg.* 2012;22(6):881-889. doi:10.1007/s11695-012-0609-0.
- [92] Faria SL, Faria OP, Buffington C, de Almeida Cardeal M, Ito MK. Dietary protein intake and

- bariatric surgery patients: a review. *Obes Surg.* 2011;21(11):1798-1805. doi:10.1007/s11695-011-0441-y.
- [93] Kaulfers AM, Bean JA, Inge TH, Dolan LM, Kalkwarf HJ. Bone loss in adolescents after bariatric surgery. *Pediatrics.* 2011;127(4):e956-e961. doi:10.1542/peds.2010-0785.
- [94] Guerra RS, Pinho-Reis C, Sousa AS, Mendes J, Silva C. Anthropometric and Body Composition Changes After Bariatric Surgery—The Effect of Sex, Age, and Type of Surgery. *Obesities.* 2025; 5(2):28. doi: 10.3390/obesities5020028.
- [95] Musella M, Susa A, Manno E, et al. Complications Following the Mini/One Anastomosis Gastric Bypass (MGB/OAGB): a Multi-institutional Survey on 2678 Patients with a Mid-term (5 Years) Follow-up. *Obes Surg.* 2017;27(11):2956-2967. doi:10.1007/s11695-017-2726.
- [96] Jung HN, Kim SO, Jung CH, Lee WJ, Kim MJ, Cho YK. Preserved Muscle Strength Despite Muscle Mass Loss After Bariatric Metabolic Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg.* 2023;33(11):3422-3430. doi:10.1007/s11695-023-06796-9.
- [97] Steele T, Cuthbertson DJ, Wilding JP. Impact of bariatric surgery on physical functioning in obese adults. *Obes Rev.* 2015;16(3):248-258. doi:10.1111/obr.12247.
- [98] Cardoso P, Santos TV, Ramon-Krauel M, Pais S, De Sousa-Coelho AL. Impact of Bariatric and Metabolic Surgery on Sarcopenia-Related Parameters According to the EWGSOP2 Consensus Criteria in Persons Living with Obesity. *Obes Surg.* 2025;35(5):1900-1910., doi:10.1007/s11695-025-07816-6.
- [99] Matos O, Ruthes EMP, Malinowski AKC, et al. Changes in bone mass and body composition after bariatric surgery. *Gynecol Endocrinol.* 2020;36(7):578-581. doi:10.1080/09513590.2020.1762558.

Παράρτημα

Έντυπο καταγραφής

Φύλο

- ☐ Άνδρας
☐ Γυναίκα

Ηλικία:

Είδος επέμβασης:

Βάρος προεγχειρητικά:

Βάρος 1ος μήνας μετεγχειρητικά:

Βάρος 3ος μήνας μετεγχειρητικά:

Βάρος 6ος μήνας μετεγχειρητικά:

Μυϊκή μάζα προεγχειρητικά:

Μυϊκή μάζα 1ος μήνας μετεγχειρητικά:

Μυϊκή μάζα 3ος μήνας μετεγχειρητικά:

Μυϊκή μάζα 6ος μήνας μετεγχειρητικά:

Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά

- ☐ Ναι
☐ Όχι

Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά

- ☐ Ναι
☐ Όχι

Λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά

- ☐ Ναι
☐ Όχι

Συστηματική γυμναστική 1ος μήνας μετεγχειρητικά

☐ Ναι

☐ Όχι

Συστηματική γυμναστική 3ος μήνας μετεγχειρητικά

☐ Ναι

☐ Όχι

Συστηματική γυμναστική 6ος μήνας μετεγχειρητικά

☐ Ναι

☐ Όχι

Δύναμη προεγχειρητικά:

Δύναμη 1ος μήνας μετεγχειρητικά:

Δύναμη 3ος μήνας μετεγχειρητικά:

Δύναμη 6ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης προεγχειρητικά:

Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα ολικής πρωτεΐνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα λευκωματίνης προεγχειρητικά:

Επίπεδα λευκωματίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα λευκωματίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα λευκωματίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα κρεατιτίνης προεγχειρητικά:

Επίπεδα κρεατιτίνης 1ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα κρεατινίνης 3ος μήνας μετεγχειρητικά:

Επίπεδα κρεατινίνης 6ος μήνας μετεγχειρητικά: