

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ORIGINAL PAPER

# Η επίδραση ενός συνδυαστικού προγράμματος άσκησης, διάρκειας 3 ετών, στη σύσταση του σώματος και στο λιπιδαιμικό προφίλ γυναικών τρίτης ηλικίας

ΣΚΟΠΟΣ Μελέτη των μορφολογικών και των βιοχημικών προσαρμογών που προκαλούνται μετά από την εφαρμογή ενός συστηματικού προγράμματος συνδυασμού αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης, διάρκειας 3 ετών, σε γυναίκες τρίτης ηλικίας. ΥΛΙΚΟ-ΜΕΘΟΔΟΣ Συμμετείχαν 20 γυναίκες οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: Την ομάδα άσκησης (n=10, ηλικίας 62,0±5,7 έτη) και την ομάδα ελέγχου (n=10, ηλικίας 66,2±5,1 έτη). Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 3 ετών και περιελάμβανε τρεις συνεδρίες την εβδομάδα, όπου η κάθε μία είχε διάρκεια 50 min συνδυάζοντας αερόβια άσκηση και μυϊκή ενδυνάμωση. Στην έναρξη και στη λήξη κάθε περιόδου πραγματοποιήθηκαν ανθρωπομετρικές μετρήσεις και βιοχημικές αναλύσεις, ενώ σε κάθε έτος υπήρχε μια τρίμηνη διακοπή. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Μετά την ολοκλήρωση του τριετούς προγράμματος, η ομάδα άσκησης διέφερε από την ομάδα ελέγχου στη σωματική μάζα (p<0,01), στο δείκτη μάζας σώματος (p<0,05), στο σωματικό λίπος (p<0,01), στη γλυκόζη νηστείας (p<0,001), στην ολική χοληστερόλη (p<0,05) και στην υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη χοληστερίνη (HDL-C, p<0,01). Κάθε χρόνο, η ομάδα άσκησης, μετά τους 9 μήνες παρέμβασης, εμφάνιζε στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου τόσο στους δείκτες παχυσαρκίας (p<0,05) όσο και στη γλυκόζη νηστείας (p<0,001) και στην ολική χοληστερόλη (p<0,001), ενώ παρουσίαζε καλύτερες τιμές στην υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (p<0,05). Επίσης, κάθε χρόνο, μετά από την τρίμηνη διακοπή, υπήρχε απώλεια των ευεργετικών προσαρμογών της άσκησης τόσο στο λιπιδαιμικό προφίλ όσο και στους δείκτες παχυσαρκίας (p<0,05). ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ Με βάση τα παραπάνω συνάγεται ότι η συστηματική άσκηση διάρκειας 3 ετών προκαλεί σημαντικές μεταβολές στη σύσταση του σώματος και στο λιπιδαιμικό προφίλ γυναικών ηλικίας 60 ετών και άνω. Ωστόσο, η διακοπή της άσκησης αναστρέφει σημαντικό μέρος των ευνοϊκών για την υγεία προσαρμογών. Κατά συνέπεια, οι γυναίκες μέσης ηλικίας πρέπει να ακολουθούν διά βίου ένα συστηματικό πρόγραμμα άσκησης προκειμένου να καρπωθούν τα ευεργετικά για την υγεία τους οφέλη.

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι ο καθιστικός τρόπος ζωής σε συνδυασμό με την προχωρημένη ηλικία σχετίζονται με την παχυσαρκία, την αθηροσκλήρωση, καθώς και με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων.<sup>1,2</sup> Στην τρίτη ηλικία παρατηρείται αύξηση του σωματικού βάρους και του λίπους στην περιφέρεια της κοιλιάς,<sup>3,4</sup> απώλεια της μυϊκής μάζας καθώς και δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ.<sup>5,6</sup> Η γήρανση προκαλεί επίσης μείωση της φυσικής κατάστασης και της λειτουργικής ικανότητας,<sup>7</sup>

ενώ οι μειώσεις αυτές είναι ακόμη μεγαλύτερες σε ηλικιωμένα άτομα με χαμηλά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας.<sup>8</sup> Ωστόσο, η τακτική συμμετοχή σε μέτρια έως έντονης μορφής σωματική άσκηση επιδρά θετικά στην καρδιαγγειακή λειτουργία.<sup>9</sup> Κατά συνέπεια, η εξασθένηση του καρδιαγγειακού συστήματος που συνδέεται με τη γήρανση θα μπορούσε να αντισταθμιστεί από την αύξηση των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας, με στόχο τη βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας των ατόμων τρίτης ηλικίας.<sup>10,11</sup>

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2014, 31(2):191-199  
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2014, 31(2):191-199

Κ.Β. Κοσμίδου,<sup>1</sup>  
Ε.Θ. Δούδα,<sup>1</sup>  
Α.Ι. Ελευθεριάδου,<sup>2</sup>  
Κ.Α. Βόλακλης,<sup>1</sup>  
Σ.Π. Τοκμακίδης<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Δημοκρίτειο

Πανεπιστήμιο Θράκης, Κομοτηνή

<sup>2</sup>Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

The effect of a 3-year combined exercise program on body composition and lipid profile in elderly women

Abstract at the end of the article

### Λέξεις ευρετηρίου

Αερόβια άσκηση  
Άσκηση με αντιστάσεις  
BMI  
Λιπίδια  
Τρίτη ηλικία

Υποβλήθηκε 4.8.2013

Εγκρίθηκε 16.8.2013

Η περιορισμένη φυσική δραστηριότητα αναφέρεται ως βασική αιτία θνησιμότητας και νοσηρότητας, ιδιαίτερα στους πληθυσμούς τρίτης ηλικίας<sup>12</sup> και είναι στενά συνδεδεμένη με τον κίνδυνο εκδήλωσης καρδιαγγειακών ασθενειών στους άνδρες,<sup>13</sup> ενώ η εν λόγω σχέση δεν είναι σαφής για τις γυναίκες.<sup>14-16</sup> Ένα σημαντικό πρόβλημα αποτελεί επίσης η σταδιακή μείωση της λειτουργικής ικανότητας των ηλικιωμένων με την πάροδο των ετών.<sup>17,18</sup> Για παράδειγμα, οι φυσικές ικανότητες που προσδιορίζουν τη λειτουργική ικανότητα των ηλικιωμένων ατόμων είναι η ορθοστασία, το ντύσιμο, η μετακίνηση από το κρεβάτι στην καρέκλα, η προετοιμασία του φαγητού, το τέντωμα, η σύλληψη και η μεταφορά αντικειμένων, καθώς και το περπάτημα μιας μικρής απόστασης.<sup>19</sup>

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει την ευεργετική επίδραση της αερόβιας άσκησης στη βελτίωση της καρδιαγγειακής λειτουργίας, όπου αναφέρεται μείωση κατά 2% στην ολική χοληστερόλη (TC), 2% στη χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL-C) και 9% στα τριγλυκερίδια (TG), καθώς και αυξήσεις σε ποσοστό 3% στην υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη χοληστερόλη (HDL-C).<sup>20,21</sup> Παρόμοια δεδομένα υποστηρίζουν προσαρμογές στην TC, στα TG, στην LDL-C και στη HDL-C<sup>22</sup> ή μόνο στην LDL-C και στην TC/HDL-C, χωρίς αλλαγές στην TC, στη HDL-C και στα TG.<sup>23</sup> Οι συγκεκριμένες διαφοροποιήσεις αποδίδονται εν μέρει στη διαφορετικότητα των χαρακτηριστικών (συχνότητα, ένταση, διάρκεια, είδος) της αερόβιας άσκησης που χρησιμοποιήθηκαν σε προηγούμενες μελέτες.<sup>24,25</sup> Αντιφατικά αποτελέσματα αναφέρονται και σε προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης, όπου δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στο λιπιδαιμικό προφίλ σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες<sup>26,27</sup> και σε ενήλικες άνδρες,<sup>25</sup> ενώ σε άλλες μελέτες αναφέρονται θετικά οφέλη.<sup>28</sup> Επί πλέον, έχει ανευρεθεί ότι οι γυναίκες έχουν υψηλότερα επίπεδα HDL-C και μειωμένες τιμές LDL-C και TG συγκριτικά με τους άνδρες.<sup>29</sup>

Λαμβάνοντας υπ' όψη, λοιπόν, τη σταδιακή μείωση στην καρδιαγγειακή λειτουργία και στο μεταβολικό προφίλ που συνοδεύει τη γήρανση, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τα ευεργετικά οφέλη που προκύπτουν από την άσκηση τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα στη σύσταση του σώματος, στους δείκτες παχυσαρκίας και στο λιπιδαιμικό προφίλ. Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε δείγμα πληθυσμού το οποίο συμμετείχε σε οργανωμένα προγράμματα μαζικού αθλητισμού είχαν χρονική διάρκεια 8–23 μήνες.<sup>30-35</sup> Ωστόσο, απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να αποδειχθεί ο ευεργετικός ρόλος της άσκησης μακροπρόθεσμα στη μείωση του ρυθμού γήρανσης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά που οφείλεται στην ηλικία.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της

επίδρασης ενός μακροχρόνιου προγράμματος συνδυασμού αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης διάρκειας 3 ετών στη σύσταση σώματος και στο λιπιδαιμικό προφίλ σε γυναίκες τρίτης ηλικίας.

## ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

### Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 20 γυναίκες (n=20), ηλικίας 64,1±5,73 ετών, κλινικά υγιείς, οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: Στην ομάδα άσκησης (n=10) και στην ομάδα ελέγχου (n=10). Όλες οι δοκιμαζόμενες δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης και δεν είχαν ασκηθεί στο παρελθόν. Τα κριτήρια μη συμμετοχής στη μελέτη αποτελούσαν η αυξημένη αρτηριακή πίεση (συστολική ≥160 mmHg, διαστολική ≥100 mmHg) και οποιοδήποτε καρδιαγγειακό ή άλλο πρόβλημα υγείας. Επίσης, όλες οι συμμετέχουσες είχαν ενημερωθεί αναλυτικά για τον πειραματικό σχεδιασμό της παρούσας μελέτης και είχαν καταθέσει γραπτά τη συγκατάθεσή τους. Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχουσών παρατίθενται στον πίνακα 1.

### Πειραματικός σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός της παρούσας μελέτης ολοκληρώθηκε σε χρονικό διάστημα 3 ετών. Οι δοκιμαζόμενες στην παρούσα μελέτη υποβλήθηκαν συνολικά σε έξι μετρήσεις, δύο κάθε έτος, ενώ οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν τέλος Σεπτεμβρίου (1η μέτρηση) και τέλος Ιουνίου (2η μέτρηση).

### Πρόγραμμα άσκησης

Το πρόγραμμα άσκησης περιελάμβανε συνδυασμό αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης και πραγματοποιήθηκε επί τρία συνεχή έτη στον ίδιο κλειστό χώρο, τις ίδιες ημέρες και ώρες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Η κάθε συνεδρία διαρκούσε 50 min και αποτελείτο από 10 min προθέρμανση, 30 min κυρίως μέρος και 10 min αποθεραπεία. Οι ασκούμενες εκτελούσαν 15

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικά των συμμετεχουσών στην έναρξη του προγράμματος (μέσες τιμές±τυπική απόκλιση).

	Ομάδα άσκησης (n=10)	Ομάδα ελέγχου (n=10)
Ηλικία (έτη)	62,0±5,75	66,20±5,16
Σωματική μάζα (kg)	77,16±12,54	75,31±11,27
Σωματικό ύψος (cm)	159,0±0,04	160,0±0,04
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	30,29±5,49	29,33±5,37
WHR	0,85±0,03	0,83±0,07
Σωματικό λίπος (%)	44,14±5,13	42,45±5,47
Άλιπη σωματική μάζα (kg)	55,86±5,13	57,55±5,47

BMI: Δείκτης μάζας σώματος, WHR: Λόγος μέσης/ισχίων (waist to hip ratio)

min βήματα αεροβικής με τη χρήση fitness ball ή ταχύ περπάτημα και στη συνέχεια για τα επόμενα 15 min πραγματοποιούσαν 2–3 set των 10–15 επαναλήψεων σε τρεις ασκήσεις, για το άνω μέρος του σώματος και σε τρεις ασκήσεις για το κάτω μέρος του σώματος χρησιμοποιώντας βέργα 1 kg, λάστιχα, αλτηράκια για τα χέρια 1–2 kg, βαράκια για τα πόδια 0,5–1 kg. Τα όργανα καθώς και οι ασκήσεις εναλλάσσονταν σε κάθε προπονητική μονάδα. Οι αθλούμενες δεν εκτελούσαν κάθε φορά τις ίδιες ασκήσεις, αλλά διαφορετικές, για να υπάρχει ποικιλία στο πρόγραμμα άσκησης. Στο τέλος εκτελούσαν τρεις ασκήσεις για τη μυϊκή ενδυνάμωση των κοιλιακών και τρεις ασκήσεις ραχιαίων από 1–2 set των 15–20 επαναλήψεων, με διάλειμμα 30 sec. Κάθε χρόνο από την αρχή του προγράμματος έως τη λήξη η επιβάρυνση αυξανόταν σταδιακά, εφαρμόζοντας συνδυασμούς ασκήσεων με πιο σύνθετα βήματα, με σταδιακή αύξηση της έντασης που κυμαινόταν στο 60–65% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας για τον 1ο χρόνο, 65–70% για το 2ο χρόνο και 70–75% για τον 3ο χρόνο (μέγιστη καρδιακή συχνότητα: 220–ηλικία).

### Μετρήσεις

Στην έναρξη και στη λήξη κάθε χρόνου παρέμβασης πραγματοποιήθηκαν ανθρωπομετρικές μετρήσεις (ύψος από όρθια θέση, σωματική μάζα, περιφέρεια μέσης, περιφέρεια ισχίου), σύσταση σώματος με βιοηλεκτρική εμπέδηση (Bodystat 1500, Bodystat, Douglas, Isle of Man, UK) για τον προσδιορισμό του σωματικού λίπους και της άλιπης σωματικής μάζας), καθώς και βιοχημικές αναλύσεις (TC, TG, σάκχαρο, HDL), ενώ σε κάθε έτος υπήρχε μια τρίμηνη διακοπή του προγράμματος λόγω θερινών διακοπών.

### Ανθρωπομετρικές μετρήσεις

Για τη μέτρηση του ύψους από όρθια θέση χρησιμοποιήθηκε μια κάθετη ράβδος, διαβαθμισμένη με ακρίβεια 1 mm (model 220, Seca, Hamburg, Germany), ενώ το σωματικό βάρος αξιολογήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά (model 770, Seca) με ακρίβεια μέτρησης 0,1 kg. Για τη μέτρηση των περιφερειών της μέσης, της κοιλιάς και του ισχίου χρησιμοποιήθηκε ειδική μετροταινία, πλάτους 0,7 cm, ευλύγιστη αλλά όχι ελαστική, με σύστημα αυτόματης επαναφοράς σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται από τους Callaway et al.<sup>36</sup>

### Βιοχημικές αναλύσεις

Για τον προσδιορισμό των βιοχημικών παραμέτρων ελήφθησαν από τις συμμετέχουσες 10 mL αίματος από τη μεσοβασίλική φλέβα του χεριού σε καθιστή θέση, μεταξύ 7:30 και 8:30 πμ, μετά από 12ωρη νηστεία. Τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν σε 4.000 rpm επί 15 min για την παρασκευή ορού. Στη συνέχεια, με ενζυμικές φωτομετρικές μεθόδους σε φασματοφωτόμετρο Dimension RXL, Dupont, της εταιρείας Dade Behring (Marburg, Germany), προσδιορίστηκε η γλυκόζη ορού, η TC, η LDL-C, η HDL-C και τα TG.

### Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε

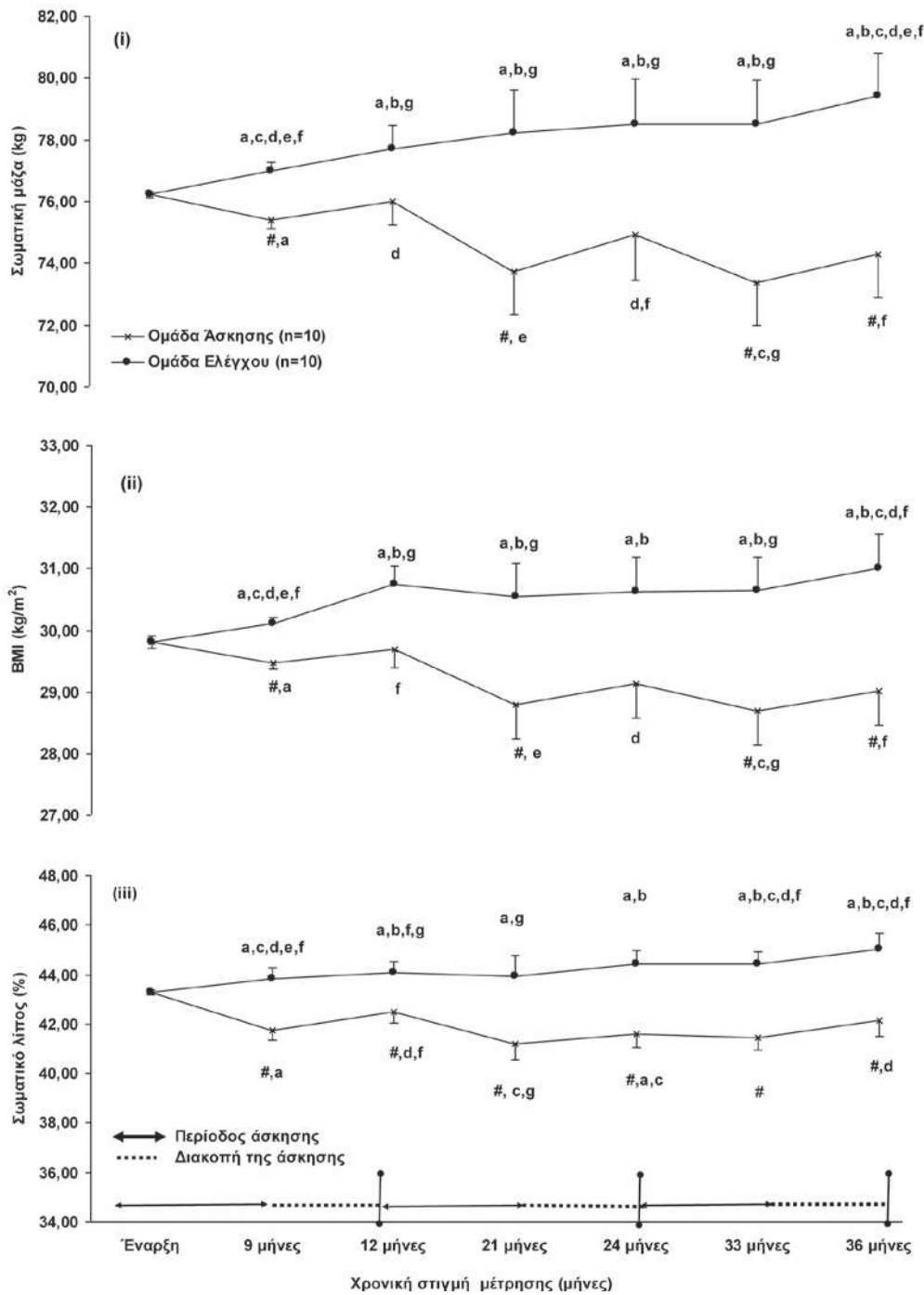
περιγραφική στατιστική (μέση τιμή, τυπική απόκλιση), ενώ για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης χρησιμοποιώντας ως συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση για κάθε μεταβλητή χωριστά. Για την εύρεση των στατιστικά σημαντικών διαφορών των επί μέρους βαθμίδων των παραγόντων εφαρμόστηκε η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0,05$ .

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) στον παράγοντα ομάδα, χρησιμοποιώντας ως συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση κάθε μεταβλητής, στους δείκτες παχυσαρκίας παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση στη σωματική μάζα [ $F_{(5,85)}=3,94$ ,  $p=0,003$ ,  $\eta^2=0,132$ ] και στο δείκτη μάζας σώματος [ $F_{(5,85)}=3,91$ ,  $p=0,003$ ,  $\eta^2=0,187$ ], ενώ στις βιοχημικές παραμέτρους στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση σημειώθηκε μόνο στη γλυκόζη νηστείας [ $F_{(5,85)}=5,69$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,251$ ].

Η ομάδα άσκησης διέφερε από την ομάδα ελέγχου στη σωματική μάζα [ $F_{(1,17)}=5,41$ ,  $p=0,003$ ,  $\eta^2=0,242$ ], στο δείκτη μάζας σώματος [ $F_{(1,17)}=5,47$ ,  $p=0,032$ ,  $\eta^2=0,244$ ], στο σωματικό λίπος [ $F_{(1,17)}=13,99$ ,  $p=0,002$ ,  $\eta^2=0,451$ ], στη γλυκόζη νηστείας [ $F_{(1,17)}=26,42$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,609$ ], στην ολική χοληστερόλη [ $F_{(1,17)}=7,17$ ,  $p=0,021$ ,  $\eta^2=0,275$ ] και στην υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη χοληστερόλη HDL-C [ $F_{(1,17)}=10,72$ ,  $p=0,004$ ,  $\eta^2=0,387$ ].

Επίσης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης στη σωματική μάζα [ $F_{(5,85)}=2,58$ ,  $p=0,032$ ,  $\eta^2=0,132$ ], στο δείκτη μάζας σώματος (BMI) [ $F_{(5,85)}=5,76$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,253$ ], στο σωματικό λίπος [ $F_{(5,85)}=3,10$ ,  $p=0,013$ ,  $\eta^2=0,154$ ], στη γλυκόζη νηστείας [ $F_{(5,85)}=5,76$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,253$ ] και στην ολική χοληστερόλη [ $F_{(5,85)}=5,81$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,255$ ]. Η ομάδα άσκησης, στο τέλος κάθε χρόνου παρέμβασης, μετά από τους 9 μήνες εφαρμογής του προγράμματος, εμφάνιζε στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου τόσο στους δείκτες παχυσαρκίας (εικ. 1) όσο και στη γλυκόζη νηστείας και στην ολική χοληστερόλη, ενώ παρουσίαζε καλύτερες τιμές στην υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη χοληστερόλη HDL-C (εικ. 2). Επίσης, κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια των θερινών διακοπών, μετά από την τρίμηνη διακοπή του προγράμματος άσκησης, υπήρχε απώλεια των ευεργετικών προσαρμογών της άσκησης, καθώς η ομάδα άσκησης παρουσίαζε μια αύξηση των τιμών τόσο στους δείκτες παχυσαρκίας (εικ. 1) όσο και στο λιπιδαιμικό προφίλ (εικ. 2). Παρά το γεγονός, ωστόσο, ότι υπήρχε υποστροφή των ευεργετικών επιδράσεων του προγράμματος άσκησης, στους δείκτες παχυσαρκίας οι τιμές αυτές ήταν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερες από τις αντίστοιχες στην έναρξη του προγράμματος ( $p < 0,05$ ).

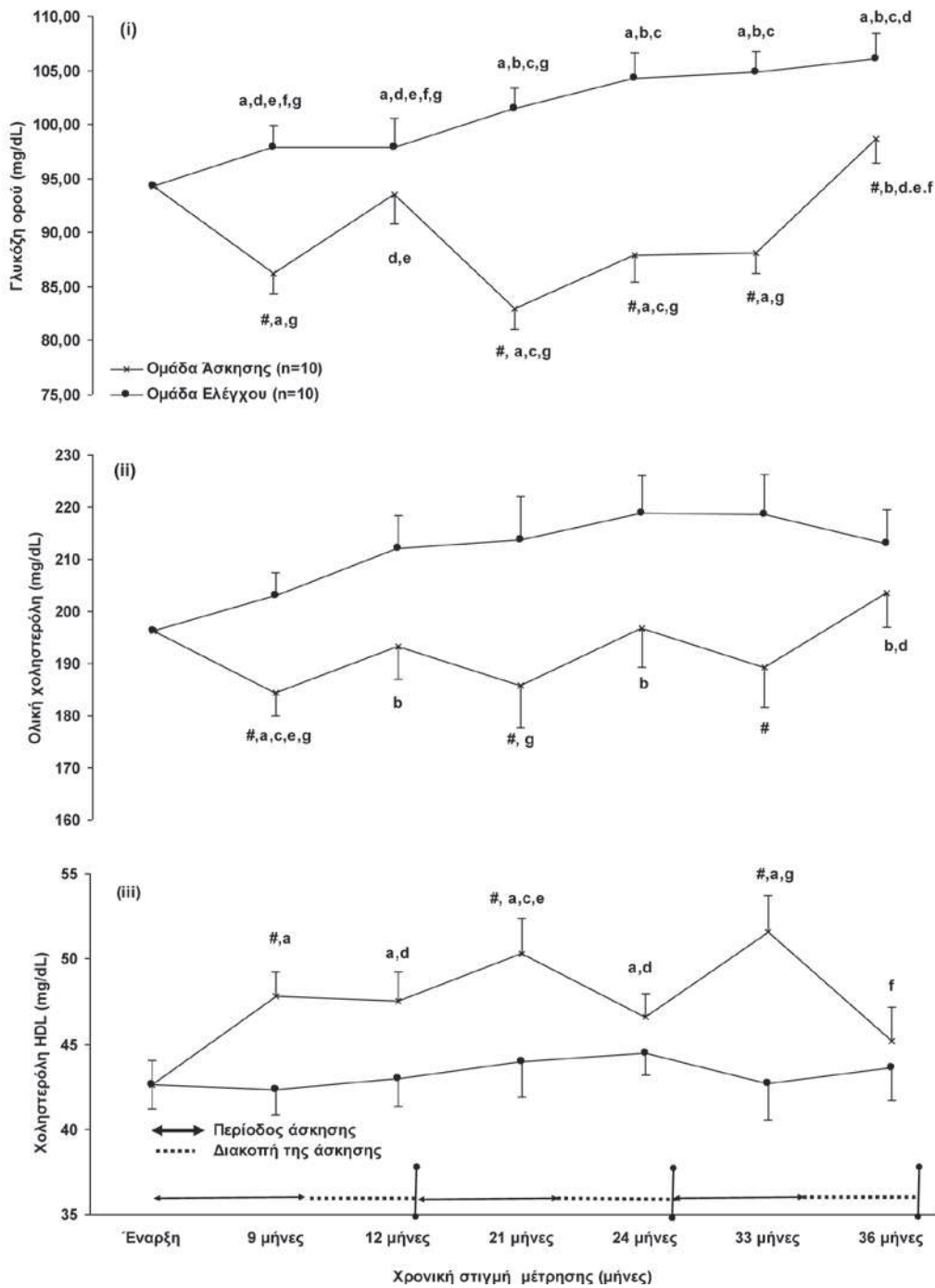


**Εικόνα 1.** Αποτελέσματα από την ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) στον παράγοντα ομάδα, χρησιμοποιώντας ως συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση κάθε μεταβλητής στη σωματική μάζα (i), στο δείκτη μάζας σώματος (BMI) (ii) και στο σωματικό λίπος (iii) μεταξύ της ομάδας άσκησης και της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος διάρκειας 3 ετών. #: Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων,  $p < 0,05$  στατιστικά σημαντικές διαφορές από: <sup>a</sup>την έναρξη, <sup>b</sup>9 μήνες, <sup>c</sup>12 μήνες, <sup>d</sup>21 μήνες, <sup>e</sup>24 μήνες, <sup>f</sup>33 μήνες, <sup>g</sup>36 μήνες.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η επίδραση ενός μακροχρόνιου προγράμματος άσκησης, διάρκειας 3 ετών, στη σύσταση του σώματος και στις βιοχημικές παραμέτρους

γυναικών τρίτης ηλικίας. Διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση στο σύνολο των μεταβλητών που εξετάστηκαν από το πρώτο έτος εφαρμογής του προγράμματος άσκησης, ενώ η βελτίωση ήταν ακόμη μεγαλύτερη μετά από την πάροδο 3 ετών, δηλαδή στη λήξη του τρίτου έτους άσκησης.



**Εικόνα 2.** Αποτελέσματα από την ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) στον παράγοντα ομάδα, χρησιμοποιώντας ως συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση κάθε μεταβλητής στη γλυκόζη νηστείας (i), στην ολική χοληστερόλη (ii) και στη χοληστερόλη HDL-C (iii) μεταξύ της ομάδας άσκησης και της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος διάρκειας 3 ετών. #: Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων,  $p < 0,05$  στατιστικά σημαντικές διαφορές από: <sup>a</sup>την έναρξη, <sup>b</sup>9 μήνες, <sup>c</sup>12 μήνες, <sup>d</sup>21 μήνες, <sup>e</sup>24 μήνες, <sup>f</sup>33 μήνες, <sup>g</sup>36 μήνες.

**Επιδράσεις της άσκησης**

Οι δοκιμαζόμενες της παρούσας μελέτης βελτίωσαν σημαντικά τη σύσταση του σώματος σε κάθε έτος με τη λήξη του προγράμματος άσκησης, ενώ σημαντική υπήρξε

η βελτίωση όλων των σωματομετρικών παραμέτρων στη λήξη του προγράμματος (σωματική μάζα, BMI, σωματικό λίπος) μετά τα 3 χρόνια. Συγκεκριμένα, στην ομάδα άσκησης παρατηρήθηκε μείωση του σωματικού βάρους, του δείκτη σωματικής μάζας, της αναλογίας μέσης/ισχίου και

του σωματικού λίπους από την έναρξη του 1ου χρόνου άσκησης συγκριτικά με τη λήξη του 3ου χρόνου άσκησης, ενώ στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε στις ίδιες μεταβλητές αύξηση. Το γεγονός ότι η άσκηση ασκεί θετική επίδραση στη σύσταση σώματος σε άτομα τρίτης ηλικίας είναι κοινά αποδεκτό.<sup>30-32,37-39</sup> Δεν έχει όμως εξεταστεί αν κάτι ανάλογο μπορεί να συμβεί μετά από μακροχρόνια συστηματική άσκηση διάρκειας 3 ετών και τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας κρίνονται ικανοποιητικά, δεδομένου ότι η άσκηση εφαρμόστηκε ως «μονοθεραπεία» χωρίς τη στοχευμένη τροποποίηση των διατροφικών συνηθειών. Σε σχετικές μελέτες μεγάλης χρονικής διάρκειας (>1 έτους) έχουν παρατηρηθεί συγκρίσιμα αποτελέσματα τόσο μετά από αερόβια<sup>35,40,41</sup> όσο και μετά από άσκηση με αντιστάσεις.<sup>1,30,32,41,42</sup>

Δεδομένου ότι υπάρχει στενή σχέση μεταξύ του σωματικού βάρους και των επιπέδων λιπιδίων του αίματος,<sup>44</sup> κάθε βελτίωση στη σύσταση του σώματος αναμένεται να έχει θετικό αντίκτυπο και στο λιπιδαιμικό προφίλ. Αύξηση της HDL κατά 1–2 mg/dL μειώνει τον καρδιαγγειακό κίνδυνο κατά 2–4%,<sup>45</sup> ενώ η μείωση της ολικής χοληστερόλης κατά 23 mg/dL μπορεί να μειώσει τη θνησιμότητα από στεφανιαία νόσο έως και 27%.<sup>46</sup> Στην παρούσα μελέτη, οι γυναίκες που συμμετείχαν στο συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης παρουσίαζαν συνεχή βελτίωση χρόνο με το χρόνο στα επίπεδα της HDL-χοληστερόλης (+40%), διατήρησαν σε παρόμοιο επίπεδο τις τιμές της ολικής χοληστερόλης και μείωσαν τη γλυκόζη νηστείας κατά 2% συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, στην οποία αυξήθηκαν τα επίπεδα του σακχάρου στο αίμα κατά 12,5% και της ολικής χοληστερόλης κατά 9% από την έναρξη του προγράμματος.

Οι προσαρμογές αυτές θεωρούνται από τις πλέον σημαντικές σε ένα συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης, ενώ μελέτες αναφέρουν<sup>47-49</sup> ότι η άσκηση με αντιστάσεις μπορεί να αυξήσει τη HDL-χοληστερόλη από 8–21% και να μειώσει την LDL-χοληστερόλη από 13–23%, και τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων από 8–11%.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αναφορικά με τις θετικές προσαρμογές της άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ γυναικών τρίτης ηλικίας συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες.<sup>17,27,50,51</sup> Ωστόσο, στις διαθέσιμες μελέτες υπάρχουν διαφοροποιήσεις στον τύπο, στην ένταση και στη διάρκεια εφαρμογής των προγραμμάτων άσκησης. Οι Cox et al<sup>27</sup> παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές TC και της LDL-C μετά από 6 μήνες άσκησης υψηλής έντασης σε μέσης και τρίτης ηλικίας γυναίκες. Από την άλλη πλευρά, οι Sillanpää et al<sup>16</sup> δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις τιμές TC, TG και LDL-C μετά από 21 εβδομάδες αερόβιας άσκησης

υψηλής έντασης σε συνδυασμό με προπόνηση δύναμης σε υγιείς άνδρες ηλικίας 40–65 ετών. Στην παρούσα μελέτη παρατηρείται αύξηση της HDL-C, συμφωνώντας με προηγούμενες μελέτες.<sup>19,50,51</sup> Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες στις οποίες δεν παρατηρήθηκαν θετικές προσαρμογές στην αύξηση των τιμών της HDL-C μετά από την εφαρμογή προγραμμάτων αερόβιας άσκησης<sup>6,14</sup> ή μετά από προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης.<sup>15,17,18</sup> Αυτές οι διαφοροποιήσεις αποδίδονται είτε στα υψηλότερα αρχικά επίπεδα της HDL-C,<sup>25,52</sup> είτε στη χαμηλότερη ένταση της άσκησης,<sup>53</sup> είτε στην έλλειψη ελέγχου του χρόνου δειγματοληψίας αίματος,<sup>54</sup> επειδή είναι γνωστό ότι οι ημερήσιες διακυμάνσεις,<sup>55</sup> καθώς και η τροποποίηση της διατροφής, μπορεί επίσης να προκαλέσει μεταβολές στις τιμές των λιπιδίων.<sup>56,57</sup>

### Επιδράσεις της διακοπής της άσκησης

Η τρίμηνη διακοπή της άσκησης επέφερε σημαντικές μειώσεις στο σύνολο των εξετασθεισών παραμέτρων, οι οποίες ωστόσο με την επανέναρξη της άσκησης παρουσίαζαν περαιτέρω βελτίωση. Σε σχετική μελέτη οι Motoyama et al<sup>58</sup> διαπίστωσαν μεγάλη μείωση της HDL (18,2%) και αύξηση της TC/HDL (19%) μετά από 1 μήνα διακοπής της άσκησης σε ηλικιωμένα άτομα που συμμετείχαν για 9 μήνες σε πρόγραμμα αερόβιας άσκησης, ενώ σε δική μας εργασία<sup>59</sup> παρατηρήσαμε σημαντική επιδείνωση του λιπιδαιμικού προφίλ μετά από 3 μήνες διακοπής της άσκησης σε στεφανιαίους ασθενείς, οι οποίοι συμμετείχαν προηγουμένως σε συνδυαστικό πρόγραμμα διάρκειας 8 μηνών. Συγκεκριμένα, η ολική χοληστερόλη αυξήθηκε κατά 3,4%, τα τριγλυκερίδια κατά 12%, η LDL κατά 3,4%, ο λόγος TC/HDL κατά 7,9% και ο λόγος LDL/HDL κατά 7,4%, ενώ η HDL μειώθηκε κατά 3,7%. Οι αρνητικές αυτές προσαρμογές στα επίπεδα λιπιδίων οφείλονται σε μεταβολές που συμβαίνουν στη σύσταση του σώματος, στη μείωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, σε ενζυμικές μεταβολές (δραστικότητα λιπασών), καθώς και σε αλλαγές των διατροφικών συνηθειών των ασκουμένων.<sup>60</sup>

Συνάγεται ότι η συστηματική και μακροχρόνια άσκηση σε άτομα τρίτης ηλικίας επιφέρει σημαντικές ανθρωπομετρικές και βιοχημικές προσαρμογές. Ωστόσο, με τη διακοπή της άσκησης κατά τους θερινούς μήνες ένα σημαντικό τμήμα των ευνοϊκών προσαρμογών που αποκτήθηκαν με τη συμμετοχή τους σε οργανωμένα προγράμματα άσκησης χάνεται. Με βάση τα παραπάνω, τα ηλικιωμένα άτομα οφείλουν να αθλούνται σε μόνιμη και συστηματική βάση για να ελέγχουν τους βιοχημικούς παράγοντες κινδύνου και να μειώνουν με τον τρόπο αυτόν τον καρδιαγγειακό τους κίνδυνο.

## ABSTRACT

**The effect of a 3-year combined exercise program on body composition and lipid profile in elderly women**

K.V. KOSMIDOU,<sup>1</sup> H.T. DOUDA,<sup>1</sup> A.I. ELEFTHERIADOU,<sup>2</sup> K.A. VOLAKLIS,<sup>1</sup> S.P. TOKMAKIDIS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini,

<sup>2</sup>Department of Physical Education and Sport Science, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

*Archives of Hellenic Medicine 2014, 31(2):191–199*

**OBJECTIVE** To evaluate the changes in body composition and lipid profile after a three year systematic program combining aerobic and resistance exercise in healthy elderly women. **METHOD** Twenty elderly women were divided into two groups: the exercise group (n=10, age 62.0±5.7 years) and the control group (n=10, age 66.2±5.1 years). The exercise program included 3 sessions a week, each of which lasted 50 minutes and combined strength and aerobic exercise. At the beginning and at the end of each 9-month period anthropometric measurements and biochemical analyses were applied. There was a 3 month suspension of the program each year. **RESULTS** After 3 years of the intervention program, significant differences were recorded between the exercise group and the control group in body mass (p<0.01), body mass index (BMI) (p<0.05), body fat (p<0.01) and blood levels of fasting glucose (p<0.001), total cholesterol (p<0.05) and high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) (p<0.01). Each year, after 9 months of intervention, the exercise group presented significantly lower values in obesity indices (p<0.05), fasting blood glucose (p<0.001) and total cholesterol (p<0.001) and higher values in HDL-C (p<0.05) than the control group. These positive adaptations, however, were reversed during detraining (p<0.05). **CONCLUSIONS** Nine months of annual training for a 3-year period induced positive adaptations in body composition and lipid profile in elderly women. Three months of detraining, reversed the favorable adaptations, highlighting the importance of regular exercise in maintaining the positive results beneficial to health.

**Key words:** Aerobic exercise, Aging, BMI, Lipids, Strength training

### Βιβλιογραφία

1. KOHRT WM, OBERT KA, HOLLOSZY JO. Exercise training improves fat distribution patterns in 60- to 70-year-old men and women. *J Gerontol* 1992, 47:M99–M105
2. RYAN AS, NICKLAS BJ. Age-related changes in fat deposition in mid-thigh muscle in women: Relationships with metabolic cardiovascular disease risk factors. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999, 23:126–132
3. SHORT KR, VITTONI JL, BIGELOW ML, PROCTOR DN, RIZZA RA, COENEN-SCHIMKE JM ET AL. Impact of aerobic training on age-related changes in insulin sensitivity and muscle oxidative capacity. *Diabetes* 2003, 52:1888–1896
4. HARRIS MI, FLEGAL KM, COWIE CC, EBERHARDT MS, GOLDSTEIN DE, LITTLE RR ET AL. Prevalence of diabetes, impaired fasting glucose, and impaired glucose tolerance in US adults. The Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. *Diabetes Care* 1998, 21:518–524
5. SCHOENBORN CA, ADAMS PF, BARNES PM, VICKERIE JL, SCHILLER JS. Health behaviors of adults: United States, 1999–2001. *Vital Health Stat 10* 2004, 219:1–79
6. THUNE I, NJØLSTAD I, LØCHEN ML, FØRDE OH. Physical activity improves the metabolic risk profiles in men and women: The Thomsø study. *Arch Intern Med* 1998, 158:1633–1640
7. WILSON PW, D'AGOSTINO RB, SULLIVAN L, PARISE H, KANNEL WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: The Framingham experience. *Arch Intern Med* 2002, 162:1867–1872
8. CALLE EE, THUN MJ, PETRELLI JM, RODRIGUEZ C, HEATH CW Jr. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of US adults. *N Engl J Med* 1999, 341:1097–1105
9. US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Physical activity and health: A report of the Surgeon General*. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, The President's Council on Physical Fitness and Sports, Atlanta, GA, 1996
10. BLACK MA, GREEN DJ, CABLE NT. Exercise prevents age-related decline in nitric-oxide-mediated vasodilator function in cutaneous microvessels. *J Physiol* 2008, 586:3511–3524
11. TROTT DW, GUNDUZ F, LAUGHLIN MH, WOODMAN CR. Exercise training reverses age-related decrements in endothelium-dependent dilation in skeletal muscle feed arteries. *J Appl Physiol (1985)* 2009, 106:1925–1934
12. KELLEY GA, KELLEY KS. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in men: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Mens Health Gend* 2006, 3:61–70
13. HALVERSTADT A, PHARES DA, WILUND KR, GOLDBERG AP, HAGBERG

- JM. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism* 2007, 56:444–450
14. KELLEY GA, KELLEY KS, TRAN ZV. Walking, lipids, and lipoproteins: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Med* 2004, 38:651–661
  15. COX KL, BURKE V, BEILIN LJ, PUDDEY IB. A comparison of the effects of swimming and walking on body weight, fat distribution, lipids, glucose, and insulin in older women – the Sedentary Women Exercise Adherence Trial 2. *Metabolism* 2010, 59:1562–1573
  16. SILLANPÄÄ E, HÄKKINEN A, PUNNONEN K, HÄKKINEN K, LAAKSONEN DE. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40–65-year-old men. *Scand J Med Sci Sports* 2009, 19:885–895
  17. ELLIOTT KJ, SALE C, CABLE NT. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med* 2002, 36:340–344
  18. MARQUES E, CARVALHO J, SOARES JM, MARQUES F, MOTA J. Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas* 2009, 63:84–88
  19. TUCKER LA, SILVESTER LJ. Strength training and hypercholesterolemia: An epidemiologic study of 8499 employed men. *Am J Health Promot* 1996, 11:35–41
  20. GARELNABI M, VELEDAR E, ABRAMSON J, WHITE-WELKLEY J, SANTANAM N, WEINTRAUB W ET AL. Physical inactivity and cardiovascular risk: Baseline observations from men and premenopausal women. *J Clin Lab Anal* 2010, 24:100–105
  21. KOENIG W, SUND M, FRÖHLICH M, FISCHER HG, LÖWEL H, DÖRING A ET AL. C-reactive protein, a sensitive marker of inflammation, predicts future risk of coronary heart disease in initially healthy middle-aged men: Results from the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992. *Circulation* 1999, 99:237–242
  22. RIDKER PM, BURING JE, COOK NR, RIFAI N. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events: An 8-year follow-up of 14,719 initially healthy American women. *Circulation* 2003, 107:391–397
  23. POEHLMAN ET, DVORAK RV, DeNINO WF, BROCHU M, ADES PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in non-obese, young women: A controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2000, 85:2463–2468
  24. LAAKSONEN DE, ATALAY M, NISKANEN LK, MUSTONEN J, SEN CK, LAKKA TA ET AL. Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: A randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000, 32:1541–1548
  25. LEON AS, SANCHEZ OA. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc* 2001, 33(Suppl 6):S502–S515
  26. NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM. *Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III)*. Volume 02. NIH Publication, Washington, DC, 2002:5215
  27. COX KL, BURKE V, MORTON AR, GILLAM HF, BEILIN LJ, PUDDEY IB. Long-term effects of exercise on blood pressure and lipids in healthy women aged 40–65 years: The Sedentary Women Exercise Adherence Trial (SWEAT). *J Hypertens* 2001, 19:1733–1743
  28. ANONYMOUS. Consensus conference. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *JAMA* 1985, 253:2080–2086
  29. PEDERSEN TR, OLSSON AG, FAERGEMAN O, KJEKSHUS J, WEDEL H, BERG K ET AL. Lipoprotein changes and reduction in the incidence of major coronary heart disease events in the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S). *Circulation* 1998, 97:1453–1460
  30. AVILA JJ, GUTIERRES JA, SHEEHY ME, LOFGREN IE, DELMONICO MJ. Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *Eur J Appl Physiol* 2010, 109:517–525
  31. BIRD M, HILL KD, BALL M, HETHERINGTON S, WILLIAMS AD. The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. *Arch Gerontol Geriatr* 2011, 52:211–216
  32. FATOUROS IG, KAMBAS A, KATRABASAS I, NIKOLAIDIS K, CHATZINIKOLAOU A, LEONTSINI D ET AL. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *Br J Sports Med* 2005, 39:776–780
  33. WILLIAMS AD, ALMOND J, AHUJA KD, BEARD DC, ROBERTSON IK, BALL MJ. Cardiovascular and metabolic effects of community based resistance training in an older population. *J Sci Med Sport* 2011, 14:331–337
  34. OPDENACKER J, DELECLUSE C, BOEN F. A 2-year follow-up of a lifestyle physical activity versus a structured exercise intervention in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2011, 59:1602–1611
  35. OPDENACKER J, BOEN F, COOREVITS N, DELECLUSE C. Effectiveness of a lifestyle intervention and a structured exercise intervention in older adults. *Prev Med* 2008, 46:518–524
  36. CALLAWAY CW, CHUMLEA WC, BOUCHARD C, HIMES JH, LOHMAN TG, MARTIN AD ET AL. Circumferences. *Anthropometric standardization reference manual*. In: Lohman TG, Roche FA, Martorell R (eds) Human Kinetics Publ, Champaign, IL, 1988:39–54
  37. BINDER EF, YARASHESKI KE, STEGER-MAY K, SINACORE DR, BROWN M, SCHECHTMAN KB ET AL. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: Results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005, 60:1425–1431
  38. CAMPBELL WW, CRIM MC, YOUNG VR, EVANS WJ. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr* 1994, 60:167–175
  39. KAY SJ, FIATARONE SINGH MA. The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obes Rev* 2006, 7:183–200
  40. IRWIN ML, YASUI Y, ULRICH CM, BOWEN D, RUDOLPH RE, SCHWARTZ RS ET AL. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *JAMA* 2003, 289:323–330
  41. PRITCHARD JE, NOWSON CA, WARK JD. A worksite program for overweight middle-aged men achieves lesser weight loss with exercise than with dietary change. *J Am Diet Assoc* 1997,



- 97:37–42
42. BEA JW, CUSSLER EC, GOING SB, BLEW RM, METCALFE LL, LOHMAN TG. Resistance training predicts 6-yr body composition change in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 2010, 42:1286–1295
  43. NELSON ME, FIATARONE MA, LAYNE JE, TRICE I, ECONOMOS CD, FIELDING RA ET AL. Analysis of body-composition techniques and models for detecting change in soft tissue with strength training. *Am J Clin Nutr* 1996, 63:678–686
  44. PITSAVOS C, SKOUMAS J, DERNELLIS J, TOUTOUZA M, DOULALAS A, STEFANADIS C ET AL. Influence of biological factors on lipid and fibrinogen measurements in young men. An epidemiological study in 2009 recruits. *Eur Heart J* 1998, 19:1642–1647
  45. GORDON DJ, PROBSTFIELD JL, GARRISON RJ, NEATON JD, CASTELLI WP, KNOCKE JD ET AL. High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease: Four prospective American studies. *Circulation* 1989, 79:8–15
  46. LAW MR, WALD NJ, THOMPSON SG. By how much and how quickly does reduction in serum cholesterol concentration lower risk of ischemic heart disease? *Br Med J* 1994, 308:367–372
  47. FAHLMAN MM, BOARDLEY D, LAMBERT CP, FLYNN MG. Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002, 57:B54–B60
  48. HAGERMAN FC, WALSH SJ, STARON RS, HIKIDA RS, GILDERS RM, MURRAY TF ET AL. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000, 55:B336–B346
  49. JOSEPH LJ, DAVEY SL, EVANS WJ, CAMPBELL WW. Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women. *Metabolism* 1999, 48:1474–1480
  50. KELLEY GA, KELLEY KS. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in men: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Mens Health Gend* 2006, 3:61–70
  51. HALVERSTADT A, PHARES DA, WILUND KR, GOLDBERG AP, HAGBERG JM. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism* 2007, 56:444–450
  52. TULLY MA, CUPPLES ME, CHAN WS, McGLADE K, YOUNG IS. Brisk walking, fitness, and cardiovascular risk: A randomized controlled trial in primary care. *Prev Med* 2005, 41:622–628
  53. STENSEL DJ, BROOKEWAVELL K, HARDMAN AE, JONES PRM, NORGAN NG. The influence of a 1-year program of brisk walking on endurance fitness and body composition in previously sedentary men aged 42–59 years. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1994, 68:531–537
  54. BOREHAM CA, KENNEDY RA, MURPHY MH, TULLY M, WALLACE WF, YOUNG I. Training effects of short bouts of stair climbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids, and homocysteine in sedentary young women. *Br J Sports Med* 2005, 39:590–593
  55. MÄNTTÄRI M, JAVELA K, KOSKINEN P, PIKKARAINEN J, MANNINEN V, HUTTUNEN JK ET AL. Seasonal variation in high density lipoprotein cholesterol. *Atherosclerosis* 1993, 100:257–265
  56. MATTHEWS CE, FREEDSON PS, HEBERT JR, STANEK EJ 3rd, MERRIAM PA, ROSAL MC ET AL. Seasonal variation in household, occupational, and leisure time physical activity: Longitudinal analyses from the seasonal variation of blood cholesterol study. *Am J Epidemiol* 2001, 153:172–183
  57. OCKENE IS, CHIRIBOGA DE, STANEK EJ 3rd, HARMATZ MG, NICOLOSI R, SAPERIA G ET AL. Seasonal variation in serum cholesterol levels: Treatment implications and possible mechanisms. *Arch Intern Med* 2004, 164:863–870
  58. MOTOYAMA M, SUNAMI Y, KINOSHITA F, IRIE T, SASAKI J, ARAKAWA K ET AL. The effects of long-term low intensity aerobic training and detraining on serum lipid and lipoprotein concentrations in elderly men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995, 70:126–131
  59. TOKMAKIDIS SP, VOLAKLIS KA. Training and detraining effects of a combined-strength and aerobic exercise program on blood lipids in patients with coronary artery disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2003, 23:193–200
  60. MANKOWITZ K, SEIP R, SEMENKOVICH CF, DAUGHERTY A, SCHONFELD G. Short-term interruption of training affects both fasting and post-prandial lipoproteins. *Atherosclerosis* 1992, 95:181–189

*Corresponding author:*

S.P. Tokmakidis, Democritus University of Thrace, Department of Physical Education and Sports Science, University Campus (TEFAA), GR-691 00 Komotini, Greece  
e-mail: stokmaki@phyed.duth.gr