



Καρδιομεταβολική υγεία σε ασθενείς με χρόνιες παθήσεις: Ο ρόλος της άσκησης

Σπάσης Απόστολος, Βόλακλης Κωνσταντίνος, Καρακύριου Στυλιανή, Κοσμίδου Κωνσταντίνα, Σμήλιος Ηλίας, Δούδα Ελένη, Τοκμακίδης Σάββας

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Εργαστηριακός Τομέας Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα σύνοψη παρουσιάζεται η διαχρονική ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηριακού Τομέα της “Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης” που επικεντρώνεται στη μελέτη: α) των προσαρμογών που προκαλεί η εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων άσκησης σε ηλικιωμένους καθώς και σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και οστεοπόρωση, β) των αρνητικών επιπτώσεων που έχει η διακοπή της άσκησης στους κλινικούς πληθυσμούς καθώς και γ) των θετικών επιδράσεων που δυνητικά επιφέρει η επανέναρξη της άσκησης σε ασθενείς με χρόνιες παθήσεις. Διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης στο νερό βελτίωσε σημαντικά την ανοχή στην κόπωση και τη μυϊκή δύναμη, προσαρμογές που υποχώρησαν κατά τη διακοπή της άσκησης, ενώ μετά την επανέναρξη της άσκησης διαπιστώθηκε περαιτέρω διατήρηση των προσαρμογών. Επιπλέον, σημαντικές βελτιώσεις στον γλυκαιμικό έλεγχο, στην ανοχή στη γλυκόζη και στη δράση της ινσουλίνης παρατηρήθηκαν μετά από ένα πρόγραμμα συνδυασμού δύναμης και αερόβιας άσκησης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με ΣΔ τύπου 2. Θετικές προσαρμογές παρατηρήθηκαν επίσης μετά από εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων άσκησης, σε συνδυασμό με πρόγραμμα μηχανικής δόνησης, στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών, ενώ σημαντικές υπήρξαν και οι προσαρμογές στη σύσταση σώματος που παρατηρούνταν κάθε χρόνο, παρά την πρόσκαιρη απώλεια στη διάρκεια των καλοκαιρινών διακοπών, σε γυναίκες τρίτης ηλικίας. Συμπερασματικά, η εφαρμογή προγραμμάτων συνδυασμού δύναμης και αερόβιας άσκησης σε ασθενείς με χρόνιες παθήσεις βελτιώνει θεαματικά τις φυσιολογικές παραμέτρους, ενώ η διακοπή της άσκησης για διάστημα μερικών εβδομάδων οδηγεί σε σημαντική απώλεια προσαρμογών και θα πρέπει να περιορίζεται και να αποφεύγεται.

Λέξεις κλειδιά: δείκτες υγείας, προγράμματα άσκησης, ενήλικες, χρόνιες παθήσεις

Εισαγωγή

Διαχρονικά, η συστηματική άσκηση εφαρμόζεται ως θεραπευτικό μέσο στην πλειονότητα των ασθενών με χρόνιες παθήσεις δεδομένου ότι προκαλεί πολλαπλά φυσιολογικά και ψυχολογικά οφέλη που επηρεάζουν την κλινική εικόνα και την απώτερη έκβαση (Gielen, 2001; Pedersen & Saltin,

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Δούδα Ελένη
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστημιούπολη, 69100 Κομοτηνή
edouda@phyed.duth.gr

E-mail:

2015). Τα τελευταία χρόνια εκτός από την αερόβια άσκηση εφαρμόζονται και ειδικά προγράμματα άσκησης με βάρη (ή αντιστάσεις) και βάσει των σύγχρονων κατευθυντήριων οδηγιών αυτό θα πρέπει να γίνεται με συχνότητα τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα (Volaklis et al., 2007; Paluch et al., 2024). Ωστόσο οι εξειδικευμένες προσαρμογές συνδυαστικών προγραμμάτων άσκησης δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία πολύ περισσότερο οι αρνητικές επιδράσεις που λαμβάνουν χώρα μετά από τη διακοπή της άσκησης (detraining) καθώς και τα οφέλη που προκαλούνται με την επανέναρξη της άσκησης (retraining).

Η παρούσα σύνθεση μελετών παρουσιάζει: α) τις προσαρμογές ενός συνδυαστικού προγράμματος άσκησης στο νερό σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο, τις αρνητικές επιπτώσεις της διακοπής αυτού καθώς και τις θετικές επιδράσεις με την επανέναρξη της άσκησης, β) τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιδράσεις ενός συνδυαστικού προγράμματος άσκησης στην ανοχή γλυκόζης, στην ευαισθησία ινσουλίνης, στην αερόβια ικανότητα και στη μυϊκή δύναμη σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με ΣΔ τύπου 2, γ) τη σύγκριση ενός συνδυαστικού προγράμματος δύναμης και αερόβιας άσκησης και ενός εναλλακτικού προγράμματος άσκησης με μηχανική δόνηση στην οστική πυκνότητα και σε παραμέτρους οστικού μεταβολισμού σε υγιείς και οστεοπορωτικές γυναίκες και δ) τις προσαρμογές στη σύσταση σώματος γυναικών τρίτης ηλικίας (τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα) με την εφαρμογή διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης 5ετούς διάρκειας.

1^η μελέτη

Tokmakidis, S.P., Spassis, A.T. & Volaklis, K.A. (2008). Training, detraining and retraining effects after a water-based exercise program in patients with coronary artery disease. *Cardiology*, 111(4):257-64.

Εισαγωγή

Η άσκηση στο νερό (ΑσΝ) έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, τα επίπεδα των λιπιδίων του αίματος, τη μυϊκή δύναμη και τη νευρομυϊκή απόδοση σε υγιή άτομα, καθώς και σε ηλικιωμένους και ασθενείς με χρόνιο εγκεφαλικό επεισόδιο (Ruoti et al. 1994; Takeshima et al. 2002; Chu et al. 2004). Ωστόσο, δεν υπάρχουν εκτενείς βιβλιογραφικές αναφορές όσον αφορά την άσκηση σε υδάτινο περιβάλλον σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο (ΣΝ). Παρ' όλα αυτά, η εκτέλεση ΑσΝ, δίχως εμβύθιση του κεφαλιού, αποτελεί μια εναλλακτική μέθοδο άσκησης και μπορεί να εφαρμοστεί αντί της κολύμβησης. Το συγκεκριμένο είδος άσκησης μειώνει τον κίνδυνο εκδήλωσης ισχαιμικών συμπτωμάτων και μειώνει το υψηλό ενεργειακό κόστος σε ασθενείς με ΣΝ με «φτωχές» κολυμβητικές δεξιότητες (Halhuber et al., 1972, Samek et al., 1977, Magder et al., 1981, Hohnloser et al., 1988). Η ΑσΝ εμπλουτίζει τον σχεδιασμό των προγραμμάτων αποκατάστασης, αυξάνοντας το κίνητρο παρακολούθησης και συμμετοχής ενισχύοντας ταυτόχρονα τα φυσιολογικά οφέλη σε ασθενείς που προτιμούν να ασκούνται σε θερμοουδέτερο υδάτινο περιβάλλον. Η εκτέλεση συστηματικής ΑσΝ (training), όπως το περπάτημα στο νερό, τα προσαρμοσμένα υδάτινα παιχνίδια, οι αερόβιες προσπάθειες (καρδιοαναπνευστική ικανότητα) και η άσκηση τόνωσης ή ενδυνάμωσης (ασκήσεις μυϊκής αντοχής) μπορούν να εφαρμοστούν με θετικά αποτελέσματα σε πρόγραμμα αποκατάστασης για ασθενείς με ΣΝ. Εικάζεται ότι η διακοπή της άσκησης (detraining), που ορίζεται ως η μερική ή ολική απώλεια των φυσιολογικών προσαρμογών που προκαλούνται από ένα ανεπαρκές/ελλιπές προπονητικό ερέθισμα, θα προκαλούσε επιδείνωση

και αρνητικά αποτελέσματα. Βάσει των δεδομένων του Εργαστηρίου μας, παρατηρήθηκαν έντονες διαφοροποιήσεις σε ασθενείς με ΣΝ μετά από ένα πρόγραμμα συνδυαστικής άσκησης στη ξηρά και μετά την τρίμηνη διακοπή της (Tokmakidis & Volaklis, 2003; Volaklis et al., 2006). Ο πλήρης πειραματικός σχεδιασμός απέβλεπε στο να εξετάσουμε τα αποτελέσματα της διακοπής της άσκησης στο νερό και να επεκτείνουμε περαιτέρω τις γνώσεις μας σχετικά με την επανέναρξη της ΑσΝ (retraining). Συνεπώς, η παρούσα μελέτη εξέτασε τις φυσιολογικές προσαρμογές (σύσταση σώματος, ανοχή στην κόπωση, αιμοδυναμικές μεταβολές, μυϊκή δύναμη), που επέρχονται μετά από ένα συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης (training) εκτελούμενο στο νερό (όχι κολύμπι) σε ασθενείς με ΣΝ. Επιπλέον, μελετήθηκε και η διακοπή της άσκησης (detraining) καθώς και η ακολουθούμενη επανέναρξη της προπόνησης (retraining) συσχετίζοντας τις αρνητικές ή και τις εκ νέου θετικές μεταβολές, αντίστοιχα.

Μέθοδος

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά είκοσι ένας ($n=21$) άνδρες ασθενείς με τεκμηριωμένη στεφανιαία νόσο (ΣΝ) βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων επιλογής. Όλοι οι συμμετέχοντες έλαβαν γραπτές και προφορικές οδηγίες σχετικά με τους κινδύνους και τα οφέλη της μελέτης και χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, άσκησης ($n=11$) και ελέγχου ($n=10$). Οι ασθενείς λάμβαναν τη συνήθη φαρμακευτική αγωγή τους καθόλη τη διάρκεια του προγράμματος η οποία δεν τροποποιήθηκε μέχρι την ολοκλήρωση της μελέτης.

Η ομάδα άσκησης συμμετείχε σε ένα επιβλεπόμενο πρόγραμμα ΑσΝ, όπου οι δύο τετράμηνες περίοδοι άσκησης διακόπηκαν από μια 4μηνη περίοδο απουσίας άσκησης. Το πρόγραμμα ΑσΝ περιλάμβανε 4 προπονήσεις ανά εβδομάδα όπου δύο συνεδρίες εστίασαν σε αερόβια ΑσΝ (50-85% της μέγιστης ΚΣ) και δύο συνεδρίες σε κυκλική προπόνηση σε υδάτινο περιβάλλον (υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης στο 11 έως 14, Borg's scale 6 έως 20) με χρονική αναλογία έργου:διαλείμματος, 1:1,5 για τον 1ο, 2ο και 1,5:1 για τον 3ο, 4ο μήνα αντίστοιχα. Η ΑσΝ διεξήχθη σε πισίνα (βάθους 120 cm) θερμοκρασίας 28-30°C. Η διάρκεια τόσο της αερόβιας όσο και της άσκησης ενδυνάμωσης ήταν 60 λεπτά. Κάθε συνεδρία ΑσΝ ξεκινούσε με μια περίοδο προθέρμανσης και διατάσεων (10 λεπτά), στη συνέχεια ακολουθούσε το κυρίως υδάτινο πρόγραμμα (40 λεπτά, αερόβια ή άσκηση δύναμης) όπου περιλάμβανε μια παιγνιώδη περίοδο 10 λεπτών στο νερό (παιχνίδια με μπάλα) ή ενδυνάμωση των ραχιαίων/κοιλιακών μυών. Τέλος, το πρόγραμμα ολοκληρώνονταν με μια 10λεπτη περίοδο αποθεραπείας.

Αερόβιο πρόγραμμα: Περιλάμβανε άσκηση σε υδάτινο περιβάλλον (περίπου 20 λεπτά), τόσο σε νερό βάθους μέχρι τη μέση-στήθος (με χρήση σωματικού βάρους ή κατάλληλου εξοπλισμού όπως σανίδες, μεγάλες πλαστικές μπάλες, κλπ), όσο και σε βαθύ νερό με συσκευές επίπλευσης (μακαρόνια κολύμβησης, ζώνες πλεύσης κλπ). Ακολουθούσε ελεύθερη ποδηλασία στο νερό (λαβή με τα δύο χέρια από την άκρη της πισίνας, περίπου 10 λεπτά).

Κυκλική προπόνηση ενδυνάμωσης: Περιλάμβανε τρεις (3) κύκλους που αποτελούνταν από 6-8 σταθμούς ανά κύκλο (χρόνος εκτέλεσης ανά σταθμό 30-45 δευτερόλεπτα) με τη χρήση του σωματικού βάρους, αφρώδεις αλτήρες νερού, μικρές μπάλες γυμναστικής, γάντια κολύμβησης, βατραχοπέδιλα και ελαστικούς ιμάντες (15-20 επαναλήψεις). Ο χρόνος διαλείμματος ανά σταθμό ήταν 45-30 δευτερόλεπτα με διάλειμμα 2 λεπτών μεταξύ των κύκλων.

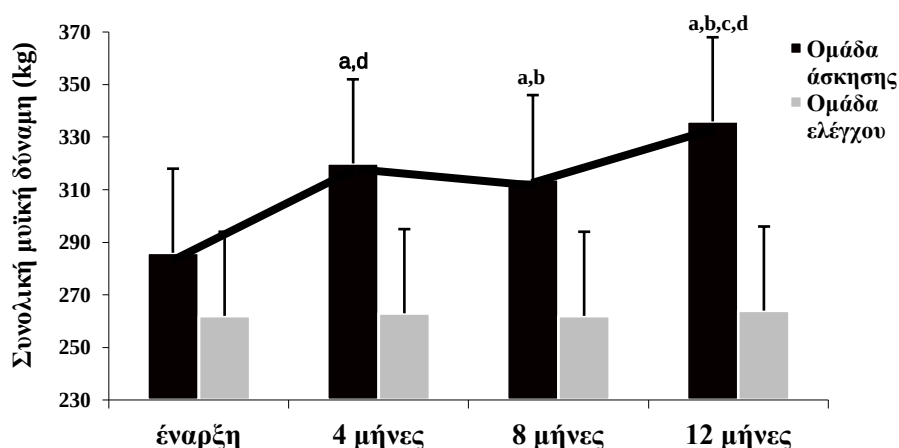
Στις χρονικές στιγμές έναρξης, 4 μήνες, 8 μήνες και 12 μήνες, αξιολογήθηκαν όλοι οι συμμετέχοντες προσδιορίζοντας τη σύσταση σώματος (δερματοπτυχές), τη μέγιστη δύναμη σε έξι

(6) μεγάλες μυϊκές ομάδες του σώματος (τέσσερις άνω και δύο κάτω μέρος του σώματος), τη λειτουργική ικανότητα (6λεπτη δοκιμασία βάδισης στο νερό) και την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2peak}).

Αποτελέσματα

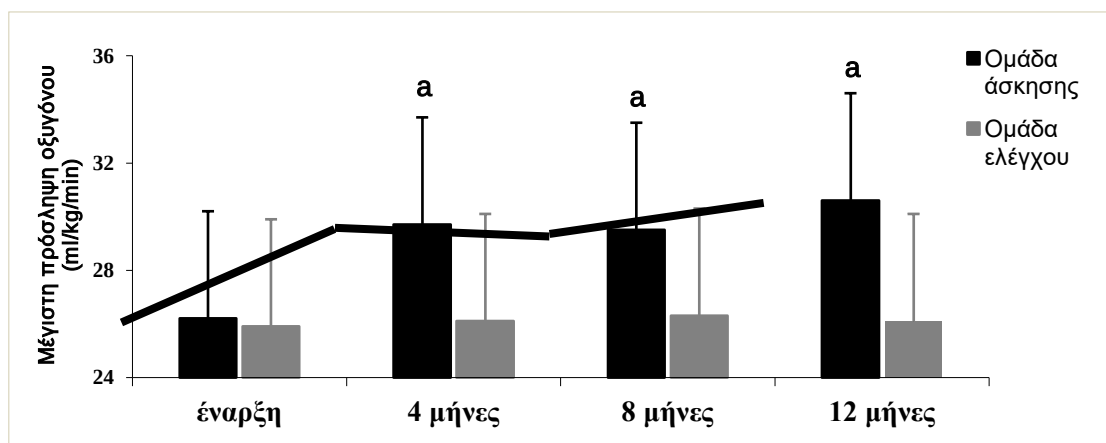
Οι ασθενείς της ομάδας άσκησης ολοκλήρωσαν 62 προπονητικές συνεδρίες κατά την αρχική περίοδο των 4 μηνών και 60 προπονητικές συνεδρίες κατά την περίοδο επανεκπαίδευσης, με ένα ποσοστό συμμετοχής στο πρόγραμμα ΑσΝ της τάξεως του 96%. Δεν παρουσιάστηκαν μυοσκελετικοί τραυματισμοί ή καρδιαγγειακές επιπλοκές κατά τη διάρκεια των δύο περιόδων άσκησης. Θετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν για την ομάδα άσκησης μετά τις δύο περιόδους ΑσΝ (αρχική & επανέναρξη), ενώ η διακοπή του επιβλεπόμενο υδάτινου προγράμματος οδήγησε σε αντιστροφή των ευνοϊκών προσαρμογές στο σύνολο των σωματομετρικών παραμέτρων (σωματικό βάρος, δείκτης μάζας σώματος, λόγος μέσης/ισχύου, δερματοπτυχές).

Όσον αφορά τη συνολική μυϊκή δύναμη δηλαδή το άθροισμα των μέγιστων φορτίων σε έξι (6) μεγάλες μυϊκές ομάδες (πίεσεις στήθους, κοπηλατική, έλξεις τροχαλίας, θωρακικών/πίσω δελτοειδών, εκτάσεις και κάμψεις ποδιών) παρατηρήθηκαν θετικές προσαρμογές (Σχήμα 1). Κατά τις δύο περιόδους ΑσΝ καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ($p < 0,001$). Αντιθέτως, κατά τους τέσσερις μήνες διακοπής της ΑσΝ εμφανίστηκε μικρή μείωση της μυϊκής δύναμης ($p > 0,05$).



Σχήμα 1. Θετικές μεταβολές στη συνολική σωματική δύναμη παρατηρήθηκαν στην ομάδα άσκησης μετά από 4 και 12 μήνες ΑσΝ, ενώ παράλληλα αρνητικές αλλαγές καταγράφηκαν μετά την 4μηνη περίοδο διακοπής της άσκησης. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$): a: σε σχέση με την έναρξη, b: σε σχέση με τους 4 μήνες, c: σε σχέση με τους 8 μήνες d: σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Επίσης, τα θετικά δεδομένα της πρώτης περιόδου προπόνησης που αφορούσαν φυσιολογικές παραμέτρους (VO_{2peak} , διπλό γινόμενο) μειώνονται ($p > 0,05$) μετά τη διακοπή της προπόνησης, ενώ περαιτέρω βελτίωση παρατηρήθηκε μετά την επανέναρξη της άσκησης. Συγκεκριμένα, κατά την επανέναρξη της άσκησης (δεύτερη περίοδος προπόνησης) ο χρόνος διάρκειας της δοκιμασίας κόπωσης αυξήθηκε κατά +4,5% ($p < 0,01$), το RPP (3ο λεπτό) κατά +9,8% ($p < 0,05$) και η απόδοση στη δοκιμασία βάδισης στο νερό 6 λεπτών κατά +7,6% ($p < 0,01$). Συγκεκριμένα, η VO_{2peak} αυξήθηκε κατά +13,4% ($p < 0,001$) με την έναρξη της ΑσΝ, ενώ ολόκληρη η διακύμανση της κατανάλωσης οξυγόνου σε ολόκληρο των πειραματικό σχεδιασμό παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Θετικές μεταβολές στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου παρατηρήθηκαν στην ομάδα άσκησης μετά από 4 και 12 μήνες ΑσΝ, ενώ παράλληλα ήπιες αλλαγές καταγράφηκαν μετά την 4μηνη περίοδο διακοπής της άσκησης. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) a: σε σχέση με την έναρξη.

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη καταδεικνύει την ΑσΝ ως μία εναλλακτική μορφή εκγύμνασης που δύναται να προκαλέσει θετικές φυσιολογικές προσαρμογές σε ασθενείς με ΣΝ. Η σύντομη διακοπή της συστηματικής προπόνησης πιθανά αντιστρέφει τις θετικές φυσιολογικές προσαρμογές. Ακολουθώντας, η επανέναρξη του επιβλεπόμενου υδάτινου προγράμματος ενισχύει περαιτέρω τα ευεργετικά αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν μετά την αρχική εφαρμογή ΑσΝ.

Αρχική περίοδος άσκησης: Στην παρούσα μελέτη, η μυϊκή δύναμη βελτιώθηκε σημαντικά ως αποτέλεσμα της κίνησης των χεριών και των ποδιών ενάντια στην αντίσταση του νερού (με ή χωρίς πρόσθετο υδάτινο εξοπλισμό). Οι θετικές επιδράσεις στα επίπεδα της δύναμης επιτεύχθηκαν, κυρίως, μέσω ενός προγράμματος εκτελεσμένο ενάντια στην αντίσταση του νερού με μορφή κυκλική προπόνησης και με κατάλληλο εξοπλισμό εκτελώντας μεγάλο αριθμό επαναλήψεων. Η μέγιστη δοκιμασία κόπωσης μείωσε σημαντικά τα επίπεδα του διπλού γινομένου σε όλα τα υπομέγιστα στάδια της ασκησιογενούς δοκιμασίας. Ωστόσο το πλεονέκτημα της ΑσΝ έναντι της άσκησης στην ξηρά (περπάτημα), ειδικά σε έναν πληθυσμό με χρόνιες παθήσεις, είναι οι μειωμένες πιέσεις που ασκούνται κατά την εκγύμναση στις αρθρώσεις των ατόμων, η μεγαλύτερη αντίσταση που προσφέρει το νερό σε σχέση με τον ατμοσφαιρικό αέρα και η υψηλότερη θερμιδική δαπάνη.

Διακοπή της άσκησης: Επιπλέον, η διακοπή της προπόνησης συσχετίστηκε με μείωση της μυϊκής δύναμης κατά 1,8%. Τα παρόντα αποτελέσματα καταδεικνύουν σαφώς τη μεγάλη σημασία της χρονικής διάρκειας (βραχυπρόθεσμης ή μακροπρόθεσμης) και του περιβάλλοντος (νερό ή στεριά) εξάσκησης που προηγείται μιας περιόδου αποπροπόνησης. Επίσης, δεν μπορέσαμε να μελετήσουμε τον ρυθμό μείωσης της μυϊκής δύναμης κατά τις πρώτες εβδομάδες αποπροπόνησης/αδράνειας (ταχύτητα απώλειας). Στην παρούσα μελέτη, καταγράψαμε την ποσοστιαία απώλεια δύναμης, αλλά δεν μπορέσαμε να εκτιμήσουμε τον ρυθμό απώλειας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων μηνών. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι ο ρυθμός απώλειας της δύναμης ήταν εντονότερος στους δυνατότερους ασθενείς, δίχως απαραίτητα οι μυϊκές απώλειες να είναι ανάλογες σε όλες τις μυϊκές ομάδες (Clarkson et al., 1981; Frontera et al., 1988). Στους ασθενείς μας, η μεγαλύτερη μείωση δύναμης που

παρατηρήθηκε αφορούσε στους καμπήρες των ποδιών (κάμψη οπίσθιων μηριαίων, -7,1%). Ωστόσο, μετά από 4 μήνες διακοπής της προπόνησης, οι ασθενείς κατάφεραν να διατηρήσουν την πλειονότητα των θετικών προσαρμογών που προήλθαν από την 4μηνη ΑσΝ. Οι ήπιες μυϊκές απώλειες (συγκράτηση απωλειών) πιθανά να οφείλεται στο ήπιο πρόγραμμα βάρδιας (3-5 χλμ., $1,6 \pm 1,5$ φορές την εβδομάδα) ή στο νεαρό της ηλικίας των συμμετεχόντων και στην μικρότερη απώλεια μυϊκής δύναμης κατά την περίοδο διακοπής.

Επανάναρξη της άσκησης: Περαιτέρω βελτιώσεις παρατηρήθηκαν σε όλες τις εξεταζόμενες μεταβλητές μετά την επανάναρξη της ΑσΝ. Για πρώτη φορά ένας πειραματικός σχεδιασμός προέβλεπε εκτέλεση άσκησης, διακοπής και εκ νέου εκτέλεση άσκησης σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο. Σε αυτή τη δεύτερη 4μηνη περίοδο άσκησης παρατηρήσαμε αύξηση της συνολικής μέσης σωματικής δύναμης (+7,0%), της δύναμης του κάτω μέρους του σώματος (+3,8%) και της δύναμης του άνω μέρους του σώματος (+8,8%) ως αποτέλεσμα διατήρησης νευρομυϊκών προσαρμογών και της ικανότητας επανάκτησης της μυϊκής μάζας (μνήμη μυϊκού κυττάρου) σε πρότευνα προπονητικά ερεθίσματα. Τα δεδομένα αυτής της περιόδου υποδηλώνουν την ανάγκη για «διά βίου» άσκηση για αύξηση ή διατήρηση της μυϊκής μάζας και δύναμης. Γενικότερα, βελτιώσεις παρατηρήθηκαν σε όλες τις πειραματικές παραμέτρους μετά την επανεκκίνηση της προπόνησης. Η περίοδος επανάναρξης έδειξε πρόσθετες προσαρμογές σε παραμέτρους όπως στη χρονική διάρκεια της δοκιμασίας κόπωσης (+4,5%), το διπλό γινόμενο (-8,3%) και τα επίπεδα του γαλακτικού στο 9^ο (-24,3%) λεπτό της δοκιμασίας και τέλος η απόσταση κάλυψης στη δοκιμασία των 6 λεπτών βάρδιας στο νερό (+7,6%).

Συμπέρασμα

Η εναλλακτική μέθοδος του προγράμματος με βάση το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και να προκαλέσει θετικές φυσιολογικές προσαρμογές στην προετοιμασία της άσκησης σε ασθενείς με ΣΝ. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι η βραχυπρόθεσμη (4 μήνες) προπόνηση μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη σύνθεση του σώματος, τη μυϊκή δύναμη και την καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε άτομα με καρδιαγγειακά προβλήματα. Επιπλέον, δραστηριότητες όπως η καλλισθενική γυμναστική, το περπάτημα, το τζόκινγκ, η ποδηλασία και το βόλεϊ μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα υδάτινο περιβάλλον και να αποτελέσουν κομμάτι ενός προγράμματος καρδιομεταβολικής αποκατάστασης. Η διακοπή της προπόνησης για τέσσερις μήνες οδήγησε σε μικρές αλλά όχι σημαντικές αλλαγές στη νευρομυϊκή απόδοση, αλλά αυτή η διακοπή της υδάτινης δραστηριότητας συσχετίστηκε με σημαντικές αρνητικές αλλοιώσεις σε άλλες φυσιολογικές παραμέτρους. Η επανάναρξη της συστηματικής άσκησης μετά από 4 μήνες διακοπής της προπόνησης αυξάνει περαιτέρω την καρδιοαναπνευστική και λειτουργική ικανότητα σε ασθενείς με ΣΝ. Κάτι τέτοιο καταδεικνύει ότι ένα συστηματικό, μακροχρόνιο πρόγραμμα άσκησης με στόχευση στη διά βίου εφαρμογή του μπορεί να βελτιώσει την κατάσταση της υγείας, να επιτύχει καρδιαγγειακή προστασία και να βελτιώσει την απώτερη έκβαση της υγείας των ασθενών αυτής της κατηγορίας. Επομένως, η άσκηση εκτελεσμένη σε υδάτινο περιβάλλον δίχως εμπύθιση του κεφαλιού στο νερό αποτελεί έναν ωφέλιμο και εναλλακτικό τρόπο εξάσκησης, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια ως μέρος ενός ολοκληρωμένου προγράμματος καρδιαγγειακής αποκατάστασης.

2^η μελέτη

Tokmakidis, S. P., Zois, C. E., Volaklis, K. A., Kotsa, K. Z., & Tournra, A. M. (2004). The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4–5), 437–442. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1152-8>

Εισαγωγή

Η συστηματική άσκηση θεωρείται ως ένας προληπτικός και θεραπευτικός τρόπος αντιμετώπισης πληθώρας χρόνιων παθήσεων. Οι μεταβολικές προσαρμογές στην πρόσληψη της γλυκόζης που επέρχονται με την εφαρμογή άσκησης, καθώς, και η δομική αναδιαμόρφωση του σκελετικού μυός αποτελούν τους βασικότερους λόγους της επίτευξης γλυκαιμικής ομοιόστασης σε ασθενείς με ινσουλινοαντίσταση (Tomás et al., 2002). Αρχικά, η αερόβια άσκηση φάνηκε ότι προκαλεί θετικές προσαρμογές για ευνοϊκότερο έλεγχο των επιπέδων γλυκόζης (Vanninen et al., 1992; Walker et al., 1999), την ανοχή στη γλυκόζη (Segal et al., 1991; Tessier et al., 2000) και την ευαισθησία στην ινσουλίνη (Segal et al., 1991; Mourier et al., 1997) σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2). Τα επόμενα χρόνια και η προπόνηση δύναμης αποτέλεσε μια δημοφιλή μέθοδο προπόνησης σε διαβητικούς ασθενείς εξαιτίας των θετικών μεταβολών που προσφέρει σε παράγοντες φυσικής κατάστασης και σε γλυκαιμικές προσαρμογές (Dunstan et al., 1998; Ishii et al., 1998). Σύμφωνα με τα νεότερα δεδομένα, ένα πλήρες πρόγραμμα μεταβολικής αποκατάστασης σε ασθενείς με ΣΔτ2 θα πρέπει να περιλαμβάνει τον συνδυασμό προπόνησης δύναμης και αερόβιας άσκησης (ADA, 1999; ACSM, 2000). Πράγματι, οι ασκησιογενείς προσαρμογές στους σκελετικούς μύες (Zierath, 2002) φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές σε διαβητικούς ασθενείς, καθώς ο ενεργός μυϊκός ιστός εμφανίζει υψηλότερο ρυθμό μεταβολισμού της γλυκόζης (Baron et al., 1988).

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιδράσεις ενός συνδυαστικού προγράμματος άσκησης στην ανοχή στη γλυκόζη, στην ευαισθησία στην ινσουλίνη, στην αερόβια ικανότητα και στη μυϊκή δύναμη σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με ΣΔτ2.

Μέθοδος

Το δείγμα αποτέλεσαν γυναίκες με ΣΔτ2 που διήγαγαν καθιστική ζωή σκοπεύοντας την έναρξη ενασχόλησής τους σε ένα πρόγραμμα συστηματικής άσκησης. Ορίστηκαν τα κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού του δείγματος, ενώ οι τελικώς επιλέξιμοι συμμετέχοντες έλαβαν γραπτές και προφορικές οδηγίες σχετικά τους κινδύνους και τα οφέλη της άσκησης. Εννέα υπέρβαρες, μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με ΔΜΣ: $31,5 \pm 3,1 \text{ kg/m}^2$ και HbA1c: $7,7 \pm 1,7$ αποτέλεσαν την ομάδα άσκησης. Δεν υπήρξε καμία αλλαγή στη συνταγογραφούμενη φαρμακευτική αγωγή καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Όλα τα άτομα υποβλήθηκαν σε πλήρη ιατρικό έλεγχο (ιστορικό, κλινική εξέταση, δοκιμασία κοπώσεως) πριν από την έναρξη του προγράμματος. Επιπλέον, τα άτομα δεν συμμετείχαν συστηματικά σε κάποια άλλη σωματική δραστηριότητα τους τελευταίους 6 μήνες. Επίσης, δόθηκαν οδηγίες στο να μην τροποποιήσουν τις διατροφικές τους συνήθειες και να αποφύγουν οποιαδήποτε επιπλέον εκτέλεση προγράμματος άσκησης.

Πειραματικός σχεδιασμός

Αρχικά, η κάθε συμμετέχουσα υποβλήθηκε σε 2ωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη (OGTT), σε προσδιορισμό της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c), σε εκτέλεση δοκιμασίας κόπωσης στον εργοδιάδρομο (πρωτόκολλο Bruce) και σε προσδιορισμό της μίας μέγιστης επανάληψης σε έξι μεγάλες μυϊκές ομάδες (πιέσεις στήθους, κωπηλατική, έλξεις τροχαλία, θωρακικών/πίσω δελτοειδών, εκτάσεις και κάμψεις ποδιών). Ο βασικός έλεγχος και η αξιολόγηση των άνωθεν μετρήσεων επαναλήφθηκε μετά από 4 και 16 εβδομάδες προπόνησης. Το συστηματικό πρόγραμμα άσκησης ενδυνάμωσης και αερόβιας προπόνησης πραγματοποιήθηκε τέσσερις φορές την εβδομάδα για 16 εβδομάδες.

Πρόγραμμα προπόνησης

Αερόβια προπόνηση: περιλάμβανε περπάτημα/χαλαρό τρέξιμο στον εργοδιάδρομο δύο φορές την εβδομάδα. Κάθε συνεδρία διαρκούσε, συνολικά, περίπου 75 λεπτά. Αποτελούνταν από περιόδους προθέρμανσης (5-10 λεπτά), διατάσεων (10 λεπτά), αερόβιας ενεργοποίησης σε εργοδιάδρομο (40-45 λεπτά) και αποθεραπείας που περιλάμβανε και διατάσεις (15 λεπτά). Κατά τη διάρκεια των πρώτων 2 μηνών, η ένταση της αερόβιας άσκησης κυμάνθηκε στο 60-70% της μέγιστης ΚΣ. Ακολούθως, η ένταση της προπόνησης αυξήθηκε στο 70-80% της μέγιστης ΚΣ.

Προπόνηση δύναμης: Το πρόγραμμα εκτελέστηκε ξεχωριστά σε μη συνεχόμενες ημέρες δύο φορές την εβδομάδα (Τρίτη και Παρασκευή) και αποτελούνταν από έξι σταθμούς με διαφορετικές ασκήσεις που αφορούσαν μεγάλες μυϊκές ομάδες: πιέσεις στήθους, κωπηλατική, έλξεις τροχαλία, θωρακικών/πίσω δελτοειδών, εκτάσεις και κάμψεις ποδιών. Όλες οι συμμετέχουσες εκτέλεσαν 3 σετς των 12 επαναλήψεων για όλες τις ασκήσεις με ένταση 60% της 1-ME. Το διάλειμμα μεταξύ των σετς ορίστηκε στα 45-60 δευτερόλεπτα, ενώ δίνονταν 2-3 λεπτά διάλειμμα μεταξύ κάθε άσκησης. Το βάρος εφαρμόστηκε ανάλογα με την ικανότητα του ατόμου. Κάθε συνεδρία ξεκινούσε με προθέρμανση και ολοκληρώνονταν με μια περίοδο αποθεραπείας όπου περιλάμβανε και διατάσεις διάρκειας 10-15 λεπτών.

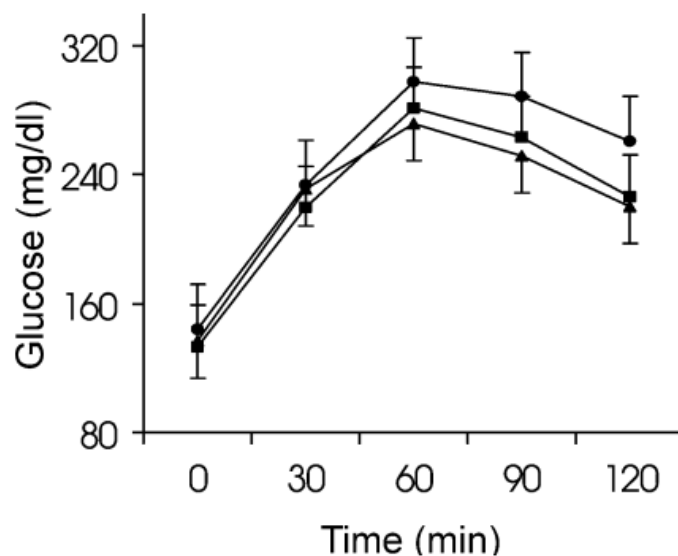
Δοκιμασίες μετρήσεων: Η καμπύλη γλυκόζης πραγματοποιήθηκε μετά από 12ωρη ολονύκτια νηστεία όπου οι συμμετέχουσες έλαβαν ένα διάλυμα (75 g άνυδρης γλυκόζης διαλυμένη σε 250 ml νερού), ενώ δείγματα αίματος ελήφθησαν πριν τη λήψη του διαλύματος και μετά από 30, 60, 90 και 120 λεπτά. Τα δείγματα αίματος ελήφθησαν 48 ώρες μετά την τελευταία συνεδρία άσκησης. Ακολούθως, προσδιορίστηκε τα επίπεδα γλυκόζης, ινσουλίνης και HbA1c.

Αποτελέσματα

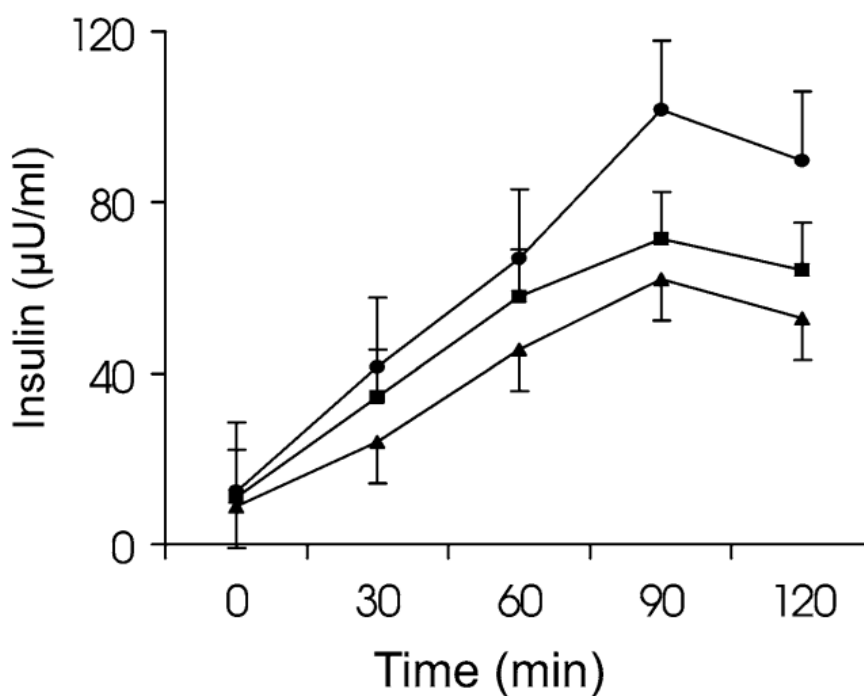
Όλα τα άτομα ολοκλήρωσαν τις δοκιμασίες μετρήσεων, ενώ τα άτομα στην ομάδα άσκησης ολοκλήρωσαν όλες τις συνεδρίες προπόνησης στους 4 μήνες συνδυαστικής άσκησης. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις ανθρωπομετρικές μετρήσεις καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Η HbA1c ήταν σημαντικά χαμηλότερη μετά από 4 ($7,7 \pm 1,7\%$ έναντι $7,1 \pm 1,3\%$, $p < 0,05$) και 16 ($7,7 \pm 1,7\%$ έναντι $6,9 \pm 1,0\%$, $p < 0,05$) εβδομάδες προπόνησης σε σύγκριση με την εναρκτήρια αρχική τιμή ($p < 0,01$).

Δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη: Τα επίπεδα γλυκόζης μειώθηκαν στο 120^ο λεπτό ($p < 0,01$) της καμπύλης γλυκόζης μετά από 4 εβδομάδες προπόνησης (Σχήμα 3). Οι συγκεντρώσεις γλυκόζης μειώθηκαν περαιτέρω μετά από 16 εβδομάδες συνδυαστικής άσκησης στο 60^ο λεπτό ($p < 0,01$), καθώς και στα 90 και 120 λεπτά ($p < 0,001$) μετά τη λήψη διαλύματος γλυκόζης. Παρόμοιο συμπεριφορά

παρατηρήθηκε και με τη δράση της ινσουλίνης (Σχήμα 4). Επιπρόσθετα, η συνολική περιοχή ινσουλίνης κάτω από την αρχική καμπύλη μειώθηκε κατά 20,7% ($p<0,01$) και 38% ($p<0,001$) μετά από 4 και 16 εβδομάδες προπόνησης, αντίστοιχα.



Σχήμα 3. Επίπεδα γλυκόζης πλάσματος κατά τη νηστεία και μετά από φόρτιση με γλυκόζη κατά την έναρξη και μετά από 4 και 16 εβδομάδες συνδυαστικής άσκησης σε γυναίκες με ΣΔτ2.



Σχήμα 4. Επίπεδα ινσουλίνης πλάσματος κατά τη νηστεία και μετά από φόρτιση με γλυκόζη κατά την έναρξη και μετά από 4 και 16 εβδομάδες άσκησης σε γυναίκες με ΣΔτ2.

Λειτουργική ικανότητα και μυϊκή δύναμη: Ο χρόνος άσκησης κατά τη δοκιμασία κόπωσης αυξήθηκε σημαντικά μετά από 4 εβδομάδες προπόνησης ($8,2 \pm 1,2 \text{ min}$ έναντι $9,1 \pm 0,9 \text{ min}$, $p < 0,01$) και βελτιώθηκε ακόμα περισσότερο με την ολοκλήρωση της μελέτης ($8,2 \pm 1,2$ έναντι $9,7 \pm 0,9 \text{ min}$, $p < 0,001$). Επίσης, ευνοϊκές μεταβολές παρατηρήθηκαν στις τιμές της μέγιστης μυϊκής δύναμης. Η δύναμη του άνω και κάτω μέρους του σώματος βελτιώθηκε σημαντικά μετά από 4 εβδομάδες και μετά από 16 εβδομάδες συνδυαστικής προπόνησης ($p < 0,001$).

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι ένα συνδυασμένο πρόγραμμα προπόνησης δύναμης και αερόβιας άσκησης επέφερε σημαντικές βελτιώσεις στον γλυκαιμικό έλεγχο, στην ανοχή στη γλυκόζη, στη δράση της ινσουλίνης, στην ανοχή στην άσκηση και στη μυϊκή δύναμη σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με ΣΔτ2. Αυτές πρώτες θετικές προσαρμογές εμφανίστηκαν στις πρώτες 4 εβδομάδες προπόνησης με επιπρόσθετες θετικότερες μεταβολές μετά από 16 εβδομάδες. Συμπερασματικά, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα εν λόγω ευρήματά μας βασίζονται στα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος όπου η άσκηση ήταν πλήρως επιβλεπόμενη, με μέτρια ένταση και υψηλό όγκο. Συνεπώς, ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα άσκησης για ασθενείς με ΣΔτ2 θα πρέπει να περιλαμβάνει προπονητικά στοιχεία που θα βελτιώνουν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, καθώς και τη μυϊκή δύναμη.

3^η μελέτη

Karakiriou, S. K., Douda, H. T., Smilios, I., Volaklis, K. A., & Tokmakidis, S. P. (2012). Vibration and exercise training effects on bone mineral density and muscle strength in postmenopausal women. *European Journal of Sport Science*, 12(1), 81–88.

Εισαγωγή

Η οστεοπόρωση είναι μεταβολικό νόσημα των οστών με σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής των ασθενών και τεράστιο κοινωνικοοικονομικό κόστος αποκατάστασης. Συγκεκριμένα, η οστεοπόρωση χαρακτηρίζεται από προοδευτική οστική απώλεια, διαταραχές στη μικροαρχιτεκτονική του οστίτη ιστού που οδηγούν σε αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων και παρουσιάζεται κυρίως στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (World Health Organization, 2003). Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες να εξασφαλιστούν οικονομικές, ευχάριστες και αποτελεσματικές μέθοδοι για την πρόληψη και θεραπεία της νόσου πέρα της φαρμακευτικής αγωγής. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες δημιουργίας της οστικής μάζας αποτελεί η μηχανική φόρτιση των οστών, δηλαδή η ανταπόκριση των οστών στις ασκούμενες δυνάμεις και πιέσεις που δέχονται (Frost, 1987). Η κυριότερη έκφραση της μηχανικής φόρτισης είναι η άσκηση, για το λόγο αυτό αντικείμενο έρευνας αποτελεί η μελέτη των μορφών άσκησης και των χαρακτηριστικών της στην αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης (Nikander, Sievanen, Heinonen, Daly, Uusi-Rasi & Kannus, 2010). Το ιδανικό πρόγραμμα άσκησης για την πρόληψη και αποκατάσταση της καλής σκελετικής υγείας δεν έχει ακόμη καθοριστεί με σαφήνεια. Ωστόσο, από τα αποτελέσματα ερευνών φαίνεται ότι ο συνδυασμός προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης και αερόβιας άσκησης μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη και αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης (Asikainen, Kukkonen-Harjula & Miilunpalo, 2004; Καρακίριου, Δούδα & Τοκμακίδης, 2011; Καρακίριου, Βόλακλης, Δούδα, Κώτσα & Τοκμακίδης, 2005; Kemmler & Engelke, 2004).

Η μηχανική δόνηση προβλήθηκε ως μια εναλλακτική μέθοδος άσκησης, που μπορεί να προκαλέσει τα κατάλληλα ερεθίσματα για οστεοβλαστική δράση (Cardinale & Wakeling, 2005; Τοκμακίδης & Καρακύριου, 2006). Τα θετικά, έστω και περιορισμένα, αποτελέσματα της άσκησης με δόνηση στην οστική πυκνότητα μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών και η ασφαλής χρήση της (Verschueren, Roelants, Delecluse, Swinnen, Vanderschueren, & Boonen, 2004) οδήγησαν τους ερευνητές να εφαρμόσουν αντίστοιχα προγράμματα σε οστεοπορωτικές γυναίκες (Stengel, Kemmler, Bebenek, Engelke & Kalender, 2011). Αυτή η μορφή εναλλακτικής άσκησης, όμως, είναι σχετικά νέα στον χώρο της υγείας, με συνέπεια να υπάρχουν διαφορετικές απόψεις ως προς τα χαρακτηριστικά (συχνότητα, μετατόπιση, διάρκεια) του αποτελεσματικότερου προγράμματος δόνησης.

Πρωταρχικός σκοπός της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση της επίδρασης δύο διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης, συμβατικής (συνδυασμός προγράμματος δύναμης και αερόβιας) και εναλλακτικής μορφής (μηχανικής δόνησης) στην οστική πυκνότητα και σε παραμέτρους οστικού μεταβολισμού υγιών και οστεοπορωτικών γυναικών, προκειμένου να διευκρινιστεί κατά πόσο ο υγιής και ο ευπαθής οστίτης ιστός ανταποκρίνονται σε μηχανικά ερεθίσματα ύστερα από πρόγραμμα διάρκειας οχτώ μηνών.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν σαράντα επτά ($n=47$) μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (μετεμμηνοπαυσιακής ηλικίας >1 έτους), οι οποίες χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες: α) άσκησης υγιών γυναικών ΟΑΥ ($n=10$), β) δόνησης υγιών γυναικών ΟΔΥ ($n=13$), γ) ελέγχου υγιών γυναικών ΟΕ ($n=9$), δ) άσκησης οστεοπορωτικών γυναικών ΟΑΟ ($n=7$) και ε) δόνησης οστεοπορωτικών γυναικών ΟΔΟ ($n=8$). Σύμφωνα με τα διαγνωστικά κριτήρια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO, 2003), οστεοπορωτικές ορίστηκαν οι γυναίκες με T-score ≤ -2.5 SD από τη μέση οστική πυκνότητα νεαρών υγιών γυναικών ενώ ως υγιείς εκείνες με φυσιολογική οστική απώλεια (T-score ≥ -1 SD). Οι οστεοπορωτικές γυναίκες ήταν σε φάση προσωρινής διακοπής της αντιοστεοκλαστικής θεραπείας, στα πλαίσια διακεκομμένης φαρμακευτικής αγωγής που ακολουθούσαν. Το σύνολο των γυναικών δεν ασκούσαν συστηματικά και ήταν μη καπνίστριες. Η κατανάλωση αλκοόλης δεν ξεπερνούσε σε όλες τις ομάδες τα δυο ποτήρια αλκοολούχου ποτού την εβδομάδα.

Διαδικασία

Το παρεμβατικό πρόγραμμα περιλάμβανε δύο διαφορετικά πρωτόκολλα: α) άσκηση δύναμης συνδυαστικής με αερόβιας μορφής άσκηση και β) άσκηση με δόνηση. Η συνολική διάρκειά του προγράμματος ήταν οκτώ μήνες. Η μέτρηση της οστικής πυκνότητας πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της διπλής ενεργειακής απορροφησιομέτρησης (Lunar-DPX) με διχρωματική πηγή ακτίνων X (70KVP and 140KPV). Η μέτρηση της οστικής πυκνότητας έγινε σε προσθιοπίσθια λήψη στη σπονδυλική στήλη σε επίπεδο Ο2-Ο4 στην έναρξη και τη λήξη του παρεμβατικού προγράμματος.

Πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης: Η προπόνηση δύναμης έγινε με χρήση ειδικών μηχανημάτων δύναμης στα οποία εκτελούνταν δέκα ασκήσεις δύο φορές την εβδομάδα. Η ένταση καθορίστηκε στο 70% της μίας μέγιστης επανάληψης (1 ME) και εκτελούνταν 10-12 επαναλήψεις σε κάθε άσκηση. Το διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων ήταν περίπου 30 δευτερόλεπτα και μεταξύ των κύκλων 3 λεπτά

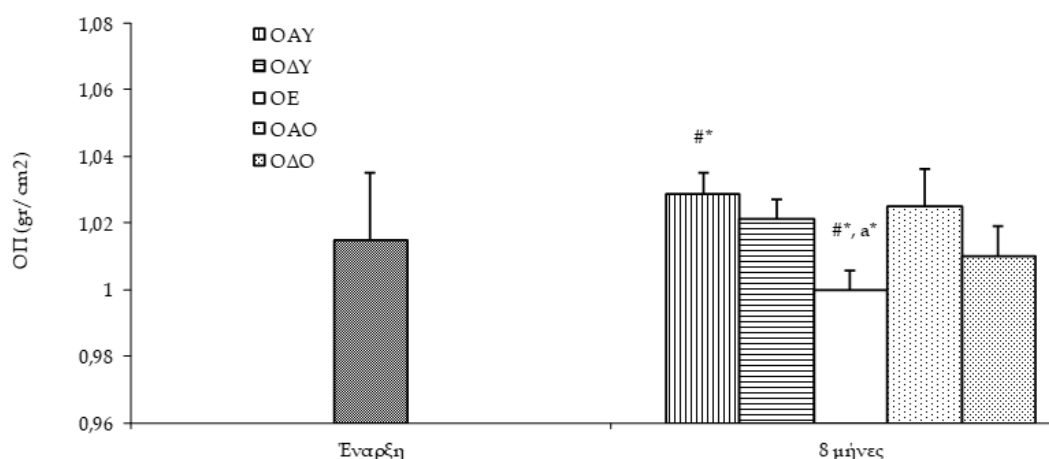
(κυκλική προπόνηση). Ο αριθμός των κύκλων ήταν δύο για τους τέσσερις πρώτους μήνες και κατόπιν αυξήθηκε στους τρεις. Η αναπροσαρμογή της έντασης έγινε μετά από τρεις μήνες εφαρμόζοντας τεστ για τη μέτρηση της μέγιστης δύναμης.

Πρόγραμμα αερόβιας άσκησης: Η αερόβια άσκηση διαρκούσε 20 λεπτά και η συχνότητά της ήταν μία φορά την εβδομάδα. Η μορφή της ήταν κυκλική, περιλάμβανε εννιά ασκήσεις σε βαθμίδες (step) και η ένταση της προσδιορίστηκε στο 70-85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) των ασκούμενων. Ο αριθμός των κύκλων ήταν 2 και η διάρκεια των σταθμών 40 δευτερόλεπτα. Το διάλειμμα μεταξύ των σταθμών ήταν 20 δευτερόλεπτα και μεταξύ των κύκλων 2 λεπτά. Το ύψος της κάθε βαθμίδας ήταν 18 εκατοστά στους πρώτους τέσσερις μήνες του προγράμματος και έπειτα 21 εκατοστά.

Πρόγραμμα άσκησης με δόνηση: Η πλατφόρμα κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης, Nemes™ LCB, Bosco System, χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση του πρωτοκόλλου άσκησης με δόνηση. Η προπόνηση με δονήσεις πραγματοποιούνταν τρεις φορές την εβδομάδα, με συχνότητα 35–40 Hz, εύρος μετατόπισης 1,5 mm και διάρκεια 7–12 λεπτά ανά συνεδρία και περιελάμβανε δύο στατικές ασκήσεις (ημικάθισμα και σε μονοποδική στήριξη). Η κάθε άσκηση αποτελούταν από τρία σετ σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος. Το διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων ήταν 2 λεπτά και μεταξύ των σετ 1 λεπτό.

Αποτελέσματα

Στη λήξη του προγράμματος διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για την ομάδα άσκησης υγιών (+1.23%, $p<.05$) και την ομάδα ελέγχου (-1.59%, $p<.05$) ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στις άλλες ομάδες. Επίσης, από την εφαρμογή της ανάλυσης συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση, σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας άσκησης υγιών και της ομάδας ελέγχου ($p<.05$) (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Μέσες τιμές της οστικής πυκνότητας των οσφυϊκών σπονδύλων O2-O4 των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών στην κάθε ομάδα χωριστά, προσαρμοσμένες σε ανάλυση συνδιακύμανσης,

OAY: Ομάδα άσκησης υγιών, OAY: Ομάδα δόνησης υγιών, OE: Ομάδα ελέγχου, OAO: Ομάδα άσκησης οστεοπορωτικών, OAO: Ομάδα δόνησης οστεοπορωτικών, *: $p<.05$, #: διαφορά με την έναρξη του προγράμματος, a: διαφορά με την ομάδα άσκησης υγιών (OAY)

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι στη λήξη του προγράμματος παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας στην ομάδα άσκησης των υγιών μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών, τάση αύξησης στην ομάδα των οστεοπορωτικών, διατήρηση της οστικής πυκνότητας στις αντίστοιχες ομάδες δόνησης και μείωση στην ομάδα ελέγχου (Σχήμα 1). Τα αποτελέσματα αυτά είναι ενθαρρυντικά για την επίδραση του συνδυαστικού προγράμματος αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις στην οστική πυκνότητα υγιών και οστεοπορωτικών μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών και ελπιδοφόρα για την επίδραση των προγραμμάτων δόνησης στο μυοσκελετικό σύστημα.

Τα προγράμματα δύναμης και αερόβιας μορφής άσκησης, σε συνδυασμό μεταξύ τους, παρά μεμονωμένα, συγκεντρώνουν περισσότερους παράγοντες που ενεργοποιούν την αναβολική δράση του οστικού μεταβολισμού (Asikainen et al., 2004; Kemmler & Engelke, 2004). Συγκεκριμένα, ο συνδυασμός προγράμματος δύναμης και αερόβιας μορφής άσκησης προκαλεί κατακόρυφη επιβάρυνση στο μυοσκελετικό σύστημα, δυνάμεις αντίδρασης από το έδαφος, μυϊκές συσπάσεις διαφορετικών μυϊκών ομάδων και μηχανικές φορτίσεις που είναι μεγαλύτερες από αυτές που δέχονται, συνήθως, τα οστά. Για τον λόγο αυτό, ο συνδυασμός δύναμης και αερόβιας άσκησης φαίνεται να δρα θετικά και στοχευμένα σε περισσότερα ευπαθή σημεία του σκελετού, όπως στην οσφυϊκή μοίρα και θεωρείται αποτελεσματικότερη μορφή άσκησης για την πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης (Walker, Klentrou, Chow & Plyley, 2000).

Όσον αφορά στο πρόγραμμα δόνησης, συμπεραίνεται ότι μπορεί να διατηρήσει την οστική πυκνότητα σε υγιείς μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, απαιτώντας λιγότερο χρόνο άσκησης, περίπου τριάντα λεπτά σε σύγκριση με τη συνεδρία της συμβατικής άσκησης, που διαρκούσε περίπου εξήντα λεπτά. Η περαιτέρω μελέτη του ρόλου της μηχανικής δόνησης στο μεταβολισμό του οστού κατά την μετεμμηνοπαυσιακή ηλικία κρίνεται αναγκαία.

Συμπερασματικά, ένα πρόγραμμα άσκησης με βάρη μέτριας έντασης, σε συνδυασμό με αερόβια άσκηση, μπορεί να προταθεί ως μέσο ασφαλές και ευχάριστο, που συμβάλλει στην πρόληψη και τη θεραπεία της οστεοπόρωσης. Η εξειδικευμένη άσκηση, λοιπόν, είναι ανάγκη να αποτελεί απαραίτητο στοιχείο της καθημερινής ενασχόλησης όλου του πληθυσμού ανεξαρτήτως ηλικίας. Ο επαγγελματίας της άσκησης οφείλει να καταρτιστεί με ειδικευμένες γνώσεις για τις μεταβολικές και οργανικές διαταραχές που συμβαίνουν στη γυναίκα κατά την εμμηνόπαυση, για την επίδραση της άσκησης σε αυτές αλλά και για τις νέες εναλλακτικές μεθόδους άσκησης, όπως είναι η δόνηση. Τέλος, μπορεί με τη σωστή ενημέρωση να βοηθήσει τη μετεμμηνοπαυσιακή και οστεοπορωτική γυναίκα να εγκαταλείψει την παθητική στάση απέναντι στην εμμηνόπαυση και την ασθένειά της και να την καθοδηγήσει στην επιτυχή ανάκτηση της υγείας της και τη δράση για το υπόλοιπο της ζωής της.

4^η μελέτη

Douda, H. T., Kosmidou, K. V., Smilios, I., Volaklis, K. A., & Tokmakidis, S. P. (2015). Community-based training-detraining intervention in older women: A 5-year follow-up study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 23(4), 496–512.

Εισαγωγή

Η γήρανση γενικά επηρεάζει τη λειτουργική ικανότητα και συμβάλλει στην απώλεια της μυϊκής μάζας (Manini et al., 2009). Πολύ λίγες δραστηριότητες ή οικιακές ασχολίες προκαλούν κατανάλωση ενέργειας ίση με εκείνη που απαιτείται έτσι ώστε ο άνθρωπος να διατηρείται σε καλή φυσική κατάσταση. Για παράδειγμα, η χρήση του ανελκυστήρα αντί της σκάλας ή το πάτημα ενός διακόπτη για να ανοίξει η πόρτα του γκαράζ, αποτελούν καθημερινές δραστηριότητες που συμβάλλουν ελάχιστα στην αύξηση της φυσικής δύναμης και της λειτουργικότητας του ατόμου. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι ο καθιστικός τρόπος ζωής σε συνδυασμό με την προχωρημένη ηλικία σχετίζεται με την παχυσαρκία, την αθηροσκλήρωση καθώς και με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Anton et al., 2011). Στην τρίτη ηλικία παρατηρείται αύξηση του σωματικού βάρους και λίπους στην περιφέρεια κοιλιάς (Short et al., 2003) απώλεια της μυϊκής μάζας καθώς και δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ (Cummings 2007).

Στα ηλικιωμένα άτομα η άσκηση γενικότερα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη σύσταση του σώματος μακροπρόθεσμα και όσα άτομα συνεχίζουν να γυμνάζονται με την πάροδο των χρόνων φαίνεται να έχουν μικρότερο ποσοστό λίπους από συνομήλικούς τους που δεν ασκούνται (Avila et al., 2010). Έχει αποδειχθεί επίσης ότι τα προγράμματα άσκησης με αντιστάσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής μάζας, τη μείωση της λιπώδους μάζας καθώς και του ποσοστού σωματικού λίπους (Tokmakidis, & Volaklis, 2003). Παρά το γεγονός όμως ότι οι ευεργετικές επιδράσεις της άσκησης έχουν επιβεβαιωθεί, δεν υπάρχουν παρεμβατικές μελέτες μεγάλης διάρκειας που να εξετάζουν την επίδραση διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης πάνω σε παραμέτρους όπως το ποσοστό σωματικού λίπους, το ποσοστό άλιπης σωματικής μάζας, ο δείκτης σωματικής μάζας και η αναλογία μέσης/ισχίων σε άτομα τρίτης ηλικίας. Ο μέσος όρος του σωματικού βάρους στις γυναίκες συνεχίζει να αυξάνεται μέχρι τα 45-50 έτη και έπειτα μετά από μια σταθεροποίηση αρχίζει η μείωση του στα 70 έτη. Οι άνδρες ακολουθούν τον ίδιο ρυθμό αύξησης του σωματικού βάρους μέχρι την ηλικία των 40 και μετά αρχίζει η μείωση. Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε δείγμα πληθυσμού που συμμετείχε σε οργανωμένα προγράμματα μαζικού αθλητισμού είχαν χρονική διάρκεια 8 έως 23 μήνες (Avila et al., 2010; Bird et al., 2011; Opdenacker et al., 2008; Opdenacker et al., 2011). Ωστόσο, χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να αποδειχθεί ο ευεργετικός ρόλος της άσκησης μακροπρόθεσμα στη μείωση του ρυθμού γήρανσης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά που οφείλεται στην ηλικία.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η μελέτη των προσαρμογών της άσκησης στη σύσταση σώματος γυναικών τρίτης ηλικίας τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα μετά την εφαρμογή διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης διάρκειας 5 ετών.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά συνολικά 42 γυναίκες ($n=42$), ηλικίας 64.3 ± 5.1 ετών, οι οποίες χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες: Ομάδα αερόβιας άσκησης (AT, $n=12$), Ομάδα μυϊκής ενδυνάμωσης (ST, $n=10$), Ομάδα συνδυασμού αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης (AS, $n=10$) και Ομάδα ελέγχου (CL, $n=10$). Οι τρεις παρεμβατικές ομάδες άσκησης ακολούθησαν συστηματικά τα αντίστοιχα οργανωμένα προγράμματα άσκησης χωρίς να συμμετέχουν επιπρόσθετα σε κανένα άλλο πρόγραμμα φυσικής δραστηριότητας ή επιβλεπόμενης άσκησης κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, ενώ η ομάδα ελέγχου απέιχε από κάθε μορφής φυσική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια των πέντε χρόνων της μελέτης. Τα άτομα που συμμετείχαν στη μελέτη παρουσίασαν ένα υψηλό ποσοστό συμμετοχής στα προγράμματα άσκησης που κυμαινόταν από 83 έως 88%.

Πειραματική διαδικασία

Η πειραματική διαδικασία ολοκληρώθηκε σε χρονικό διάστημα 5 ετών. Κάθε έτος περιλάμβανε εννέα μήνες συστηματικής επιβλεπόμενης άσκησης και τρεις μήνες διακοπής της άσκησης. Κατά τη διάρκεια εφαρμογής του όλες οι δοκιμαζόμενες συμμετείχαν δύο φορές το χρόνο σε μετρήσεις που αφορούσαν στην αξιολόγηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της σύστασης σώματος (ύψος από όρθια θέση, σωματική μάζα, δείκτης BMI, περιφέρειες μέσης, ισχίου, δείκτης WHR, ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους). Για την αξιολόγηση της σύστασης σώματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (Body Stat 1200), σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Αθλητιατρικής Εταιρίας (ACSM, 2009). Τα προγράμματα άσκησης πραγματοποιούνταν με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα και διάρκεια 45min. Η κάθε συνεδρία αποτελούνταν από προθέρμανση (10 min), κυρίως μέρος (30 min) και αποθεραπεία (5 min). Η προθέρμανση που περιλάμβανε ασκήσεις διατάσεων και γρήγορο περπάτημα καθώς και η αποθεραπεία (μυϊκές διατάσεις) ήταν ίδια και για τις τρεις πειραματικές ομάδες.

Πρόγραμμα αερόβιας άσκησης: Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν ασκήσεις με τη χρήση fitness ball ή γρήγορο περπάτημα ή ασκήσεις με τη χρήση step για 25min και στη συνέχεια διατάσεις για 5min. Τους πρώτους 2 μήνες κάθε προπονητική μονάδα περιλάμβανε μόνο αερόβιες ασκήσεις χωρίς τη χρήση κάποιου οργάνου. Ασκήσεις με τη χρήση fitness ball άρχισαν να εκτελούνται κατά τον 3^ο και 4^ο μήνα ενώ οι ασκήσεις με τη χρήση step (ύψους 10-15 cm) εκτελέστηκαν κατά τον 5^ο μέχρι τον 9^ο μήνα άσκησης. Κάθε χρόνο, από την αρχή μέχρι το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος, η ένταση της άσκησης αυξανόταν σταδιακά με έναν συνδυασμό ασκήσεων προσθέτοντας πιο πολύπλοκα βήματα και ασκήσεις ($60-75\% HR_{max}$).

Πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης: Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν ασκήσεις με το βάρος του σώματος, με τη χρήση βοηθητικών οργάνων όπως αλτηράκια, λάστιχα, ράβδους, medicine ball. Τον 1ο μήνα εκτελούσαν ασκήσεις με το βάρος του σώματος, τον 2ο μήνα προστέθηκαν ασκήσεις με τη χρήση λάστιχων και το 3ο μήνα ασκήσεις με ράβδους 1kg. Ασκήσεις με αλτηράκια (1-2kg για τα άνω άκρα και 0,5-1kg για τα κάτω άκρα) εκτελέστηκαν κατά τη διάρκεια του 4ου -9ου μήνα άσκησης. Σε κάθε προπονητική μονάδα οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν 6 ασκήσεις (2-3 σετ από 10-15 επαναλήψεις) για τα άνω άκρα (push ups, τρικέφαλοι, οπισθολαίμιες έλξεις, πιέσεις στήθους) και για τα κάτω άκρα (ημικαθίσματα, προβολές, ανεβάσματα σε βαθμίδα). Στη συνέχεια οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν ασκήσεις κοιλιακών και ραχιαίων (2-3 σετ από 15-20 επαναλήψεις με

30'' διάλειμμα). Σε κάθε προπονητική μονάδα οι ασκήσεις εναλλάσσονταν καθώς και η χρήση των οργάνων εκγύμνασης.

Συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης: Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν ασκήσεις συνδυασμού αερόβιας άσκησης και άσκησης μυϊκής ενδυνάμωσης. Κατά τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν ασκήσεις με ή χωρίς τη χρήση fitness ball για 15 min για προθέρμανση και στη συνέχεια εκτελούσαν ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης (3 ασκήσεις για τα άνω άκρα και 3 ασκήσεις για τα κάτω άκρα) με το βάρος του σώματος ή με τη χρήση κάποιου βοηθητικού οργάνου όπως λάστιχα, αλτηράκια, ράβδοι (1-2 kg για τα άνω άκρα και 0,5-1 kg για τα κάτω άκρα) για τα επόμενα 15 min. Οι ασκήσεις και τα όργανα εκγύμνασης εναλλάσσονταν σε κάθε προπονητική μονάδα. Στο τέλος κάθε προπόνησης οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν τρεις διαφορετικές ασκήσεις κοιλιακών και ραχιαίων (2-3 σετ από 15-20 επαναλήψεις με 30'' διάλειμμα). Η προοδευτικότητα της επιβάρυνσης σε κάθε περίοδο άσκησης προσαρμοζόταν σταδιακά ανάλογα με το επίπεδο των ασκουμένων.

Στατιστική ανάλυση

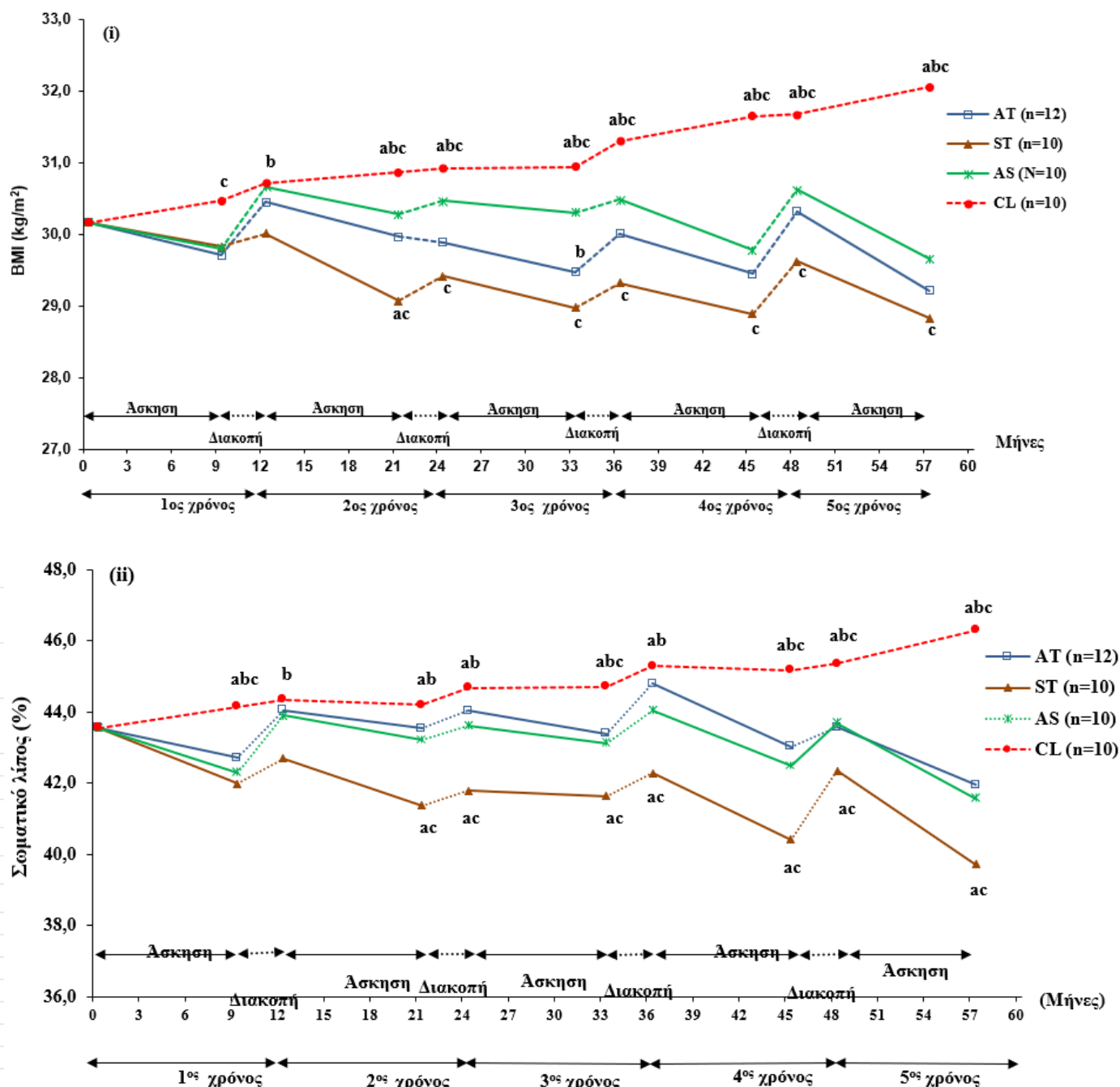
Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για να διαπιστωθούν οι διαφορές μεταξύ των χρονικών σημείων σε κάθε ομάδα και εφαρμόστηκε το κριτήριο ελέγχου Tukey post-hoc test για τη διαπίστωση διαφορών μεταξύ των μέσων όρων. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδυαστικής (ANCOVA) δύο παραγόντων (Ομάδα x Χρονική στιγμή μέτρησης, 4 x 10) χρησιμοποιώντας ως συνδιακυμαντές τις αρχικές μετρήσεις για κάθε μεταβλητή χωριστά. Το μέγεθος επίδρασης (effect size) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας το κριτήριο Cohen's d ($d = \text{difference between means} \div \text{pooled SD}$) για τις συγκρίσεις κατά ζεύγη. Οι μικρές, μεσαίες και μεγάλες επιδράσεις απεικονίζονται από τις τιμές Cohen's d values μεγαλύτερες από 0.2, 0.5, και 0.8, αντίστοιχα. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$.

Αποτελέσματα

Δείκτης Σωματικής Μάζας (BMI): Ο δείκτης BMI δε διαφοροποιήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια των 5 χρόνων (Σχήμα 6i) στις ομάδες άσκησης (AT d: -0.33; ST d: -0.27; AS d: -0.12) ενώ σημείωσε σημαντική αύξηση στην ομάδα ελέγχου (CL) από 29.3 σε 31.3 kg/m² (d: 0.35; $p < 0.05$). Η ομάδα ελέγχου εμφάνισε υψηλότερες τιμές στο δείκτη BMI συγκριτικά με τις ομάδες άσκησης μετά από το 2^ο χρόνο μέχρι το τέλος της μελέτης [AT vs. CL d: 0.13 – (-0.3), ST vs. CL d: (-0.2) – (-0.48), AS vs. CL d: (-0.05) – (-0.41)]. Επιπρόσθετα, στην ομάδα μυϊκής ενδυνάμωσης (ST) ο δείκτης BMI ήταν χαμηλότερος ($p < 0.05$) συγκριτικά με την ομάδα συνδυασμού αερόβιας και μυϊκής ενδυνάμωσης (AS) μετά το 2^ο χρόνο παρέμβασης και η διαφορά αυτή παρέμεινε μέχρι το τέλος της μελέτης [d: (-0.18) – (-0.09)].

Σωματικό λίπος: Από την έναρξη του προγράμματος μέχρι το τέλος των 5 ετών (Σχήμα 6ii), στην ομάδα μυϊκής ενδυνάμωσης (ST) το ποσοστό σωματικού λίπους μειώθηκε από 44.1 σε 40.1% (d: -0.88, $p < 0.05$), στην ομάδα αερόβιας άσκησης (AT) από 44.5 σε 42.3% (d: -0.55), ενώ στην ομάδα ελέγχου (CL) αυξήθηκε από 42.4 σε 45.4 % (d: 0.54; $p < 0.05$). Οι ομάδες AT και ST εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στο σωματικό λίπος αμέσως μετά το τέλος του 1^{ου} χρόνου παρέμβασης ($p < 0.05$) και καθόλη τη διάρκεια του πειραματικού σχεδιασμού συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου [AT vs. CL d: 0.04 – (-0.68), ST vs CL d: (-0.09) – (-1.19)]. Επιπρόσθετα, η ομάδα μυϊκής ενδυνάμωσης (ST) εμφάνισε χαμηλότερες τιμές από τις ομάδες παρέμβασης αερόβιας άσκησης (AT) και συνδυασμού

αερόβιας και μυϊκής ενδυνάμωσης (AS) μετά από το 2^ο χρόνο παρέμβασης μέχρι το τέλος της μελέτης [ST vs. AT d: 0.04 – (-0.68), ST vs. AS d: (-0.09) – (-1.19).



Σχήμα 6. Προσαρμοσμένοι μέσοι όροι του δείκτη BMI (i) και του σωματικού λίπους (ii) από την ανάλυση συνδυακόμενης ANCOVA, χρησιμοποιώντας ως συνδυακωμένη την αρχική μέτρηση, κατά τη διάρκεια των 5 χρόνων παρέμβασης σε κάθε ομάδα χωριστά και χρονική στιγμή μέτρησης.

AT: Ομάδα αερόβιας άσκησης, ST: Ομάδα μυϊκής ενδυνάμωσης, AS: Ομάδα συνδυασμού αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης, CL: Ομάδα Ελέγχου

a: $p < 0,05$ σημαντικές διαφορές από Ομάδα AT, b: $p < 0,05$ από Ομάδα ST, c: $p < 0,05$ από Ομάδα AS, d: $p < 0,05$ από Ομάδα Ελέγχου (CL).

Σημείωση: Για ευκρίνεια των αποτελεσμάτων δεν έχουν αποτυπωθεί οι τυπικές αποκλίσεις.

Συζήτηση

Τα παρεμβατικά προγράμματα άσκησης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη παρουσίασαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα στη σύσταση σώματος των ηλικιωμένων γυναικών, μετά την εφαρμογή της αερόβιας άσκησης, του προγράμματος δύναμης και του συνδυαστικού προγράμματος. Μετά από τα 5 χρόνια παρέμβασης, οι ομάδες άσκησης βελτίωσαν τη σύσταση του σώματός τους καθώς η σωματική τους μάζα μειώθηκε κατά -3%, ο δείκτης σωματικής μάζας (BMI) -3%, το σωματικό λίπος -6% και παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην άλιπη σωματική μάζα περίπου +5%. Αντίθετα, η ομάδα ελέγχου παρουσίασε αύξηση στο σωματικό βάρος κατά +7%, στο δείκτη σωματικής μάζας (BMI) +4%, στο σωματικό λίπος +7% ενώ μειώθηκε η άλιπη μυϊκή μάζα κατά -7%. Η διακοπή όμως της συστηματικής άσκησης, κατά τη διάρκεια των 3 μηνών, επέφερε αντιστροφή στις θετικές προσαρμογές ενισχύοντας την ανάγκη της αδιάλειπτης άσκησης προκειμένου να διατηρηθεί σε βελτιωμένα επίπεδα η σύσταση του σώματος των ηλικιωμένων ατόμων. Ωστόσο, στο τέλος της τρίμηνης διακοπής της άσκησης οι δοκιμαζόμενες που συμμετείχαν στα προγράμματα άσκησης παρουσίασαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τις αρχικές τους τιμές πριν την έναρξη της παρέμβασης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

Σε συμφωνία με τα δεδομένα της παρούσας διατριβής, ο Avilla και οι συνεργάτες του (2010) χρησιμοποίησαν ένα συνδυαστικό πρόγραμμα δύναμης και απώλειας βάρους και απέδειξαν ότι 2,5 μήνες άσκησης μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή μυϊκής ατροφίας σε υπέρβαρα άτομα (60-75 ετών) εκτός από τη διατροφική μείωση θερμίδων η οποία τυπικά συνδυάζεται και με απώλεια της άλιπης σωματικής μάζας. Στην παρούσα μελέτη, παρά το γεγονός ότι οι δοκιμαζόμενες ήταν περίπου 10 χρόνια μεγαλύτερες και δεν συμμετείχαν σε συστηματικά προγράμματα άσκησης, τα αποτελέσματα έδειξαν μεταβολές στη σύσταση σώματος και διατήρηση της μυϊκής μάζας τόσο κατά τις περιόδους άσκησης όσο και κατά τη διακοπή της. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τη μελέτη των Burd και συν. (2013), στην οποία βρέθηκε ότι η φυσική δραστηριότητα σε συνδυασμό βέβαια με παρεμβατικά προγράμματα διατροφής επηρεάζουν τις απώλειες της μυϊκής μάζας που σχετίζονται με τη γήρανση.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης φανερώνουν ότι η συστηματική συμμετοχή ατόμων τρίτης ηλικίας σε επιβλεπόμενα οργανωμένα προγράμματα μαζικής άθλησης, προκαλεί σημαντικές προσαρμογές στη σύσταση σώματος ειδικότητα το πρόγραμμα άσκησης μυϊκής ενδυνάμωσης. Επιπρόσθετα, η πολυπλευρικότητα των ασκήσεων που εφαρμόστηκαν σε όλα τα παρεμβατικά προγράμματα έδωσαν στις δοκιμαζόμενες τη δυνατότητα συμμετοχής σε ποικίλες δραστηριότητες αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο το ποσοστό συμμετοχής τους. Ωστόσο, με τη διακοπή της άσκησης κατά τους θερινούς μήνες, ένα σημαντικό μέρος των ευνοϊκών προσαρμογών που είχαν αποκτηθεί με τη συμμετοχή τους στους 9 μήνες άσκησης μειωνόταν χωρίς ωστόσο οι απώλειες αυτές να φθάνουν στα αρχικά επίπεδα. Με βάση τα παραπάνω, γίνεται εμφανής η ευεργετική επίδραση της άσκησης, σε οποιαδήποτε μορφή εφαρμόζεται, στη σύσταση σώματος ατόμων τρίτης ηλικίας μειώνοντας σημαντικά την εμφάνιση των παραγόντων καρδιομεταβολικού κινδύνου λόγω αυξημένου σπλαχνικού λίπους.

Βιβλιογραφία

- American College of Sports Medicine (2009). Position Stand on exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1510–1530.
- American College of Sports Medicine. (2000). Position statement on exercise and type 2 diabetes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), 1345–1360. <https://doi.org/10.1097/00005768-200007000-00024>
- American Diabetes Association. (1999). Diabetes mellitus and exercise. *Diabetes Care*, 22(Suppl. 1), S49–S53. <https://doi.org/10.2337/diacare.22.2007.S49>
- Anton, S. D., Manini, T. M., Milsom, V. A., Pamela, D., Cesari, M., Cheng, J., Daniels, M. J., Marsiske, M., Pahor, M., Leeuwenburgh, C., & Perri, M. G. (2011). Effects of a weight loss plus exercise program on physical function in overweight, older women: A randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, 6, 141–149.
- Asikainen, T. M., Kukkonen-Harjula, K., & Miilunpalo, S. (2004). Exercise for health for early postmenopausal women: A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 34(11), 753–778. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434110-00004>
- Avila, J. J., Gutierrez, J. A., Sheehy, M. E., Lofgren, I. E., & Delmonico, M. J. (2010). Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 517–525.
- Baron, A. D., Brechtel, G., Wallace, P., & Edelman, S. V. (1988). Rates and tissue sites of non-insulin- and insulin-mediated glucose uptake in humans. *American Journal of Physiology*, 255(5), E769–E774. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1988.255.5.E769>
- Bird, M., Hill, K. D., Ball, M., Hetherington, S., & Williams, A. D. (2011). The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52, 211–216.
- Burd, N. A., Gorissen, S. H., & van Loon, L. J. (2013). Anabolic resistance of muscle protein synthesis with aging. *Exercise and Sports Science Reviews*, 41(3), 169–173.
- Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005). Whole body vibration exercise: Are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*, 39(9), 585–589. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.016857>
- Chu, K. S., Dawson, A. S., Harris, J. E., Orkaptan, A., & Gylfadottir, S. (2004). Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(6), 870–874. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.07.015>
- Cummings, S. R. (2007). Aging. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 7(4), 338–339.
- Dunstan, D. W., Puddey, I. B., Beilin, L. J., Burke, V., Morton, A. R., & Stanton, K. G. (1998). Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 40(1), 53–61. [https://doi.org/10.1016/S0168-8227\(98\)00081-1](https://doi.org/10.1016/S0168-8227(98)00081-1)
- Frost, H. M. (1987). Bone “mass” and the “mechanostat”: A proposal. *The Anatomical Record*, 219(1), 1–9. <https://doi.org/10.1002/ar.1092190104>
- Gielen, S., Schuler, G., & Hambrecht, R. (2001). Exercise training in coronary artery disease and coronary vasomotion. *Circulation*, 103(1), e1–e6.
- Halhuber, M., & Milz, H. (1972). *Praktische Präventiv-Kardiologie*. Urban & Schwarzenberg.
- Hohnloser, S. H., Kaeper, W., Zehender, M., Geibel, A., Meinertz, T., & Just, H. (1988). Silent myocardial ischemia as a predisposing factor for ventricular fibrillation. *American Journal of Cardiology*, 61, 461–463. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(88\)90951-7](https://doi.org/10.1016/0002-9149(88)90951-7)
- Ishii, T., Yamakita, T., Sato, T., Tanaka, S., & Fujii, S. (1998). Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*, 21(8), 1353–1355. <https://doi.org/10.2337/diacare.21.8.1353>

- Καρακύριου, Σ., Δούδα, Ε., & Τοκμακίδης, Σ. (2011). Ο ρόλος της άσκησης στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 28, 479–490.
- Καρακύριου, Σ., Βόλακλης, Κ., Δούδα, Ε., Κώτσα, Κ., & Τοκμακίδης, Σ. (2005). Η επίδραση ενός εξειδικευμένου προγράμματος άσκησης στο μεταβολισμό του οστού μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. *Οστούν*, 16, 241–247.
- Kemmler, W., & Engelke, K. (2004). A critical review of exercise training effects on bone mineral density (BMD) in early postmenopausal women. *International SportMed Journal*, 5, 67–77.
- Magder, S., Linnarsson, D., & Gullstrand, L. (1981). The effects of swimming on patients with ischemic heart disease. *Circulation*, 63(5), 979–986. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.63.5.979>
- Manini, T. M., Everhart, J. E., Anton, S. D., Schoeller, D. A., Cummings, S. R., Mackey, D. C., Delmonico, M. J., Bauer, D. C., Simonsick, E. M., Colbert, L. H., Visser, M., Tylavsky, F., Newman, A. B., & Harris, T. B. (2009). Activity energy expenditure and change in body composition in late life. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(5), 1336–1342.
- Mourier, A., Gautier, J. F., De Kerviler, E., Bigard, A. X., Villette, J. M., Garnier, J. P., Duvallet, A., Guezennec, C. Y., & Cathelineau, G. (1997). Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM: Effects of branched-chain amino acid supplements. *Diabetes Care*, 20(3), 385–391. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.3.385>
- Nikander, R., Sievänen, H., Heinonen, A., Daly, R. M., Uusi-Rasi, K., & Kannus, P. (2010). Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimizing bone strength through life. *BMC Medicine*, 8, Article 47. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-47>
- Opdenacker, J., Boen, F., Coorevits, N., & Delecluse, C. (2008). Effectiveness of a lifestyle intervention and a structured exercise intervention in older adults. *Preventive Medicine*, 46, 518–524.
- Opdenacker, J., Delecluse, C., & Boen, F. (2011). A 2-year follow-up of a lifestyle physical activity versus a structured exercise intervention in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(9), 1602–1611.
- Paluch, A., Boyer, W., Franklin, B., et al. (2024). Resistance exercise training in individuals with and without cardiovascular disease: 2023 update: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 149(3), e217–e231.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine: Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(3), 1–72.
- Ruoti, R. G., Troup, J. T., & Berger, R. A. (1994). The effects of nonswimming water exercises on adults. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 19(3), 140–145. <https://doi.org/10.2519/jospt.1994.19.3.140>
- Samek, L., Kirste, D., Roskamm, H., Stürzenhofecker, P., & Prokoph, J. (1977). Herzrhythmusstörungen nach Herzinfarkt. *Herz Kreislauf*, 9, 641–649.
- Segal, K. R., Edano, A., Abalos, A., Albu, J., Blando, L., Tomas, M. B., & Pi-Sunyer, F. X. (1991). Effect of exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in lean, obese, and diabetic men. *Journal of Applied Physiology*, 71(6), 2402–2411. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.71.6.2402>
- Short, K. R., Vittone, J. L., Bigelow, M. L., Proctor, D. N., Rizza, R. A., Coenen-Schimke, J. M., & Nair, K. S. (2003). Impact of aerobic training on age-related changes in insulin sensitivity and muscle oxidative capacity. *Diabetes*, 52, 1888–1896.
- Stengel, S. V., Kemmler, W., Bebenek, M., Engelke, K., & Kalender, W. A. (2011). Effects of whole-body vibration training on different devices on bone mineral density. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(6), 1071–1079. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318203175c>
- Takeshima, N., Rogers, M. E., Watanabe, E., Brechue, W. F., Okada, A., Yamada, T., Islam, M. M., & Hayano, J. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(3), 544–551. <https://doi.org/10.1097/00005768-200203000-00017>

- Tessier, D., Menard, J., Fulop, T., Ardilouze, J. L., Roy, M. A., Dubuc, N., Dubois, M. F., & Gauthier, P. (2000). Effects of aerobic physical exercise in the elderly with type 2 diabetes mellitus. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 31(2), 121–132. [https://doi.org/10.1016/S0167-4943\(00\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S0167-4943(00)00081-4)
- Tokmakidis, S. P., & Volaklis, K. A. (2003). Training and detraining effects of a combined-strength and aerobic exercise program on blood lipids in patients with coronary artery disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23(3), 193–200. <https://doi.org/10.1097/00008483-200305000-00007>
- Τοκμακίδης, Σ., & Καρακύνριου, Σ. Κ. (2006). Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μιας εναλλακτικής μορφής άσκησης με μηχανικές δονήσεις–vibrations. *Άθληση & Κοινωνία*, 30–39.
- Tomàs, E., Zorzano, A., & Ruderman, N. B. (2002). Exercise effects on muscle insulin signaling and action: A historical perspective. *Journal of Applied Physiology*, 93(2), 765–772. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00152.2002>
- Vanninen, E., Uusitupa, M., Siitonen, O., Laitinen, J., & Lansimies, E. (1992). Habitual physical activity, aerobic capacity and metabolic control in patients with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus: Effect of 1-year diet and exercise intervention. *Diabetologia*, 35(4), 340–346. <https://doi.org/10.1007/BF00400474>
- Verschueren, S. M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(3), 352–359. <https://doi.org/10.1359/JBMR.0301245>
- Volaklis, K. A., Douda, H. T., Kokkinos, P. F., & Tokmakidis, S. P. (2006). Physiological alterations to detraining following prolonged combined strength and aerobic training in cardiac patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 13(3), 375–380.
- Volaklis, K., Spassis, A., & Tokmakidis, S. (2007). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: Effects on body composition, blood lipids and physical fitness. *American Heart Journal*, 154(3), 560–566.
- Walker, K. Z., Piers, L. S., Putt, R. S., Jones, J. A., & O'Dea, K. (1999). Effects of regular walking on cardiovascular risk factors and body composition in normoglycemic women and women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 22(4), 555–561. <https://doi.org/10.2337/diacare.22.4.555>
- Walker, M., Klentrou, P., Chow, R., & Plyley, M. (2000). Longitudinal evaluation of supervised exercise programs for the treatment of osteoporosis. *European Journal of Applied Physiology*, 83(4–5), 349–355. <https://doi.org/10.1007/s004210000293>
- World Health Organization. (2003). *Prevention and management of osteoporosis: Report of a WHO scientific group* (2000: Geneva, Switzerland). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42841>
- Zierath, J. R. (2002). Exercise training-induced changes in insulin signaling in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 93(2), 773–781. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00161.2002>



Cardiometabolic health in patients with chronic diseases: The impact of exercise

Spassis Apostolos, Volaklis Konstantinos, Karakyriou Styliani, Kosmidou Konstantina, Smilios Ilias, Douda Helen, Tokmakidis P. Savvas

Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace
Laboratory Section of Clinical Exercise Physiology and Physiology of Exercise

ABSTRACT

This summary presents part of the research activity carried out over time in the Laboratory Section of *Clinical Exercise Physiology and Physiology of Exercise* and focuses on the study of: (a) the adaptations caused by the implementation of specific exercise programs in the elderly as well as in patients with coronary artery disease, type 2 diabetes and osteoporosis, b) the negative effects of detraining on these populations as well as c) the positive effects that resuming exercise (retraining) can potentially have on patients with chronic diseases. It was found that the implementation of a specific water exercise program combining both strength and aerobic exercise significantly improved exercise tolerance and muscle strength, adaptations that regressed after the cessation of exercise. However, the resumption of training for 4 months further expanded the observed adaptations. Furthermore, significant improvements in glycemic control, glucose tolerance and insulin action were observed after a combined strength and aerobic exercise program in postmenopausal women with type 2 diabetes. Positive adaptations were also observed after the application of specific exercise programs (combined and mechanical vibration programs) in the bone density of the lumbar spine of postmenopausal women, while significant adaptations in body composition of elderly women were also observed for each year of training during a follow-up period of 5 years (despite a temporary weakening during the summer interruption period). In conclusion, the implementation of combined strength and aerobic exercise programs in patients with chronic diseases induces significant physiological adaptations, while the cessation of systematic exercise even for a period of several weeks leads to a significant deterioration of physical function and should be avoided.

Key words: combined training, detraining, retraining, chronic disease

Corresponding address:

Douda Helen
Democritus University of Thrace
Department of Physical Education and Sport Sciences
University Campus, 69100 Komotini
E-mail: edouda@phyed.duth.gr