

Αρτηριακή πίεση και καρδιαγγειακές προσαρμογές μετά από αερόβια άσκηση σε άτομα τρίτης ηλικίας

Κ. Κορωνάκης^{1,2}

Κ. Πανούσης^{1,2}

Δ. Τσαγκαδόπουλος³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαδικασία της γήρανσης προκαλεί αρνητικές καρδιαγγειακές προσαρμογές. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην εμφάνιση ή διόγκωση παραγόντων κινδύνου που σχετίζονται με την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων, τη θνησιμότητα και γενικότερα την ποιότητα ζωής των ατόμων της τρίτης ηλικίας. Η αερόβια άσκηση αποτελεί έναν από τους τρόπους με τους οποίους προτείνεται στη σύγχρονη βιβλιογραφία η αντιμετώπιση των αρνητικών αυτών καρδιαγγειακών προσαρμογών. Στην παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα ερευνών σε ηλικιωμένους αλλά και υπερηλίκους όπου εφαρμόστηκε παρέμβαση συστηματικής αερόβιας άσκησης. Έμφαση δόθηκε στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου που αποτελεί πρωτεύοντα δείκτη λειτουργικής ικανότητας του ατόμου καθώς και στην Αρτηριακή Πίεση, την ελαστικότητα των αγγείων αλλά και στην Καρδιακή Συχνότητα, κατά την ηρεμία αλλά και σε υπομέγιστες και μέγιστες συνθήκες. Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών που ανασκοπήθηκαν, η Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου αυξήθηκε σημαντικά τόσο στους ηλικιωμένους όσο και στους υπερηλίκους, η επίδραση στην Καρδιακή Συχνότητα ηρεμίας και υπομέγιστων συνθηκών ήταν θετική, ενώ η Αρτηριακή Πίεση φάνηκε να μειώνεται μόνο όταν παρατηρήθηκε βελτίωση και της συσταλτικότητας των αγγείων. Οι θετικές καρδιαγγειακές προσαρμογές ήταν ανεξάρτητες του είδους και της έντασης της παρέμβασης, γεγονός που αν επιβεβαιωθεί και από μελλοντικές έρευνες θα δώσει τη δυνατότητα σχεδιασμού προγραμμάτων που είναι πιο συμβατά με τις λειτουργικές ικανότητες των ηλικιωμένων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι πλέον δεδομένο, με βάση ερευνητικά στοιχεία μελετών, όπως αυτής του Ogawa et al (1992)¹ και του Stratton et al (1994)², ότι η διαδικασία της γήρανσης δυσχεραίνει την καρδιαγγειακή λειτουργία επηρεάζοντας δείκτες όπως η Αρτηριακή Πίεση, η Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_2max), η Καρδιακή Παροχή (Κ.Π.) και η Καρδιακή Συχνότητα (Κ.Σ.). Επίσης σημαντική είναι, όπως αναφέρει ο Mayhan et al (1990)³, η αρνητική επίδραση της γήρανσης στη λειτουργία του ενδοθηλίου των αγγείων. Νεότερες έρευνες από τον Wilmore et al (2001)⁴ και τον McMurray et al (1998)⁵ απέδειξαν ότι οι αρνητικές αυτές καρδιαγγειακές προσαρμογές και κυρίως η μείωση της VO_2max , λόγω απώλειας λειτουργικότητας, σχετίζονται σοβαρά με την ανάπτυξη παραγό-

¹ Αθλητικός οργανισμός Δήμου Παλλήνης

Τμήμα Προώθησης Υγείας & Εργομετρικής Αξιολόγησης

² Διατηρησιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Άσκηση & Ποιότητα Ζωής» Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης

³ Καρδιολογική Κλινική, Νοσοκομείο «Σωτηρία», Αθήνα

ντων κινδύνου που οδηγούν στην εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Η άσκηση προσφέρει μια σημαντική ευκαιρία στους ηλικιωμένους ανθρώπους να αυξήσουν τα χρόνια ενεργής ανεξάρτητης ζωής και να μειώσουν τους πιθανούς λειτουργικούς περιορισμούς, όπως επισημαίνει και ο Cress et al (2005)⁶. Σύμφωνα με τον Thompson et al (2003)⁷, η Φυσική Δραστηριότητα και ειδικότερα τα εξειδικευμένα προγράμματα αερόβιας άσκησης μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση παραγόντων κινδύνου, όπως η αυξημένη Αρτηριακή Πίεση (Α.Π.), τα αυξημένα επίπεδα τριγλυκεριδίων (TG) και χαμηλής περιεκτικότητας λιποπρωτεΐνης (LDL), τα μειωμένα επίπεδα υψηλής περιεκτικότητας λιποπρωτεΐνης (HDL), η παχυσαρκία και η μειωμένη συσταλτικότητα των αγγείων. Ειδικότερα όσον αφορά τους ηλικιωμένους, η σύγχρονη έρευνα στον τομέα αυτό, επικεντρώνεται στο να διαπιστώσει το μέγεθος των θετικών καρδιαγγειακών προσαρμογών και το βαθμό αντιμετώπισης παραγόντων κινδύνου με την εφαρμογή προγραμματίων αερόβιας άσκησης σε αυτούς.

Στην παρούσα ανασκόπηση θα παρατεθούν και θα σχολιαστούν τα ευρήματα τέτοιου είδους σύγχρονων ερευνών με σκοπό να αναδειχθούν οι ουσιαστικότερες καρδιαγγειακές προσαρμογές που προκύπτουν από την εφαρμογή προγραμματίων αερόβιας άσκησης σε άτομα τρίτης ηλικίας.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

Στην έρευνα των Gass et al (2004)⁸, Morris et al (2002)⁹, Delecluse et al (2004)¹⁰ και του Okazaki et al (2002)¹¹, χρησιμοποιήθηκαν δείγματα ανδρών με εύρος ηλικίας 65-75 έτη, μέσο όρο (μ.ο.) ηλικίας 65 έτη, εύρος ηλικίας 55-75 έτη και μ.ο. ηλικίας 64 έτη, αντίστοιχα. Γυναίκες ηλικίας 61-69 ετών χρησιμοποίησε στην έρευνά του ο Maeda et al (2003)¹². Στις έρευνες της Malbut et al (2002)¹³ και Evans et al (2005)¹⁴, όπου χρησιμοποιήθηκαν υπερήλικες 79-91 και 77-87 ετών αντίστοιχα, τα δείγματα ήταν μεικτά όπως και στην έρευνα του Wood et al (2001)¹⁵ όπου το εύρος ηλικίας ήταν από 60-84 ετών.

Σε όλες τις έρευνες τα προγράμματα αερόβιας άσκησης εκτελούνταν 3 φορές την εβδομάδα πλην της έρευνας του Maeda et al (2003)¹² όπου εκτελέστηκαν 5 φορές την εβδομάδα. Όσον αφορά τη διάρκεια της παρέμβασης, αυτή ήταν σαφώς μεγαλύτερη στις έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν υπερήλικες, ως δείγμα, και ανήλθε σε 36 και 24 εβδομά-

δες στις έρευνες της Evans et al (2005)¹⁴ και της Malbut et al (2002)¹³ αντίστοιχα. Στις υπόλοιπες έρευνες είχαμε διάρκεια παρέμβασης 20, 18 και 10 εβδομάδων από τους Delecluse et al (2004)¹⁰, Okazaki et al (2002)¹¹ και Gass et al (2004)⁸ αντίστοιχα και 12 εβδομάδες από τους Morris et al (2002)⁹, Maeda et al (2003)¹² και Wood et al (2001)¹⁵.

Στις έρευνες με υπερήλικες η διάρκεια κάθε συνεδρίας ανήλθε σταδιακά στα 60 λεπτά ενώ η ένταση σταδιακά ανέβηκε στο 85% της VO₂max από την Evans et al (2005)¹⁴ και στο 80% της Μέγιστης Καρδιακής Συχνότητας (HR max) από την Malbut et al (2002)¹³. Σταδιακή αύξηση επέλεξε και ο Delecluse et al (2004)¹⁰ με τη διάρκεια να φτάνει από τα 36 στα 70 λεπτά και την ένταση από το 60% στο 80% του Αποθέματος Μέγιστης Καρδιακής Συχνότητας (HR reserve) καθώς και ο Wood et al (2001)¹⁵ με τη διάρκεια να ξεκινά από τα 21 λεπτά και να αυξάνεται κατά 3 λεπτά μέχρι το όριο των 45 και την ένταση να βρίσκεται μεταξύ 60% & 70% της HR max. Η έρευνα του Okazaki et al (2002)¹¹ χρησιμοποίησε διαλειμματική μορφή αερόβιας άσκησης συνολικής διάρκειας 75 λεπτών με αναλογία άσκηση/διάλειμμα 15/5 και ένταση που σταδιακά ανέβηκε από το 50 στο 80% της VO₂max. Η έρευνα του Maeda et al (2003)¹² είχε διάρκεια 30 λεπτά και η ένταση ήταν στο 80% από το Κατώφλι Αερισμού (Κ.Α.). Η έρευνα του Gass et al (2004)⁸ είχε δύο πειραματικές ομάδες με την πρώτη να εκτελεί πρόγραμμα διάρκειας 30 λεπτών σε ένταση 70% VO₂max και τη δεύτερη πρόγραμμα τόσης διάρκειας ώστε το παραγόμενο έργο να είναι ίσο με αυτό της πρώτης ομάδας σε ένταση 50% VO₂max. Δύο πειραματικές ομάδες είχε και η έρευνα του Morris et al (2002)⁹ με κοινή ένταση στο 70-75% VO₂max, συνεχούς μορφής διάρκειας 30 λεπτών στην πρώτη ομάδα και διαλειμματικής μορφής (1 λεπτό άσκηση/1 λεπτό διάλειμμα) διάρκειας 60 λεπτών στη δεύτερη ομάδα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών η VO₂max εμφάνισε στατιστικά σημαντική αύξηση στην έρευνα της Evans et al (2005)¹⁴, του Okazaki et al (2002)¹¹ με τις τιμές να σταθεροποιούνται από την όγδοη έως τη δεκατηγόδο εβδομάδα της παρέμβασης, του Gass et al (2004)⁸ και του Morris et al (2002)⁹. Στις δύο τελευταίες αυτές έρευνες θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αύξη-

ση ήταν σχεδόν ίδια άσχετα με την ένταση ή τον τύπο της άσκησης (συνεχής ή διαλειμματική) που χρησιμοποιήθηκε. Στην έρευνα του Maeda et al (2002)¹² αναφέρθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στο Κ.Α. το οποίο είναι άμεσα σχετιζόμενο με τη VO_2max . Η έρευνα της Malbut et al (2002)¹³ έδωσε αύξηση της VO_2max μόνο για τις γυναίκες, ενώ εκείνη του Delecluse et al (2004)¹⁰ ανέφερε μη στατιστικά σημαντική αύξηση.

Σε συνθήκες μέγιστης έντασης, ο Morris et al (2002)⁹ ανέφερε στατιστικά σημαντική αύξηση της Μέγιστης Ισχύος, της Κ.Σ., της Κ.Π. και του Ο.Π., άσχετα με τον τύπο της αερόβιας άσκησης που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα. Στις θετικές αυτές προσαρμογές ο Delecluse et al (2004)¹⁰ πρόσθεσε την αύξηση του ρυθμού επαναφοράς της Κ.Σ.

Σε υπομέγιστες συνθήκες καταγράφηκε πτώση της Κ.Σ. στις έρευνες της Malbut et al (2002)¹³, του Okazaki et al (2002)¹¹ καθώς και σε εκείνη του Gass et al (2004)⁸, άσχετα με την ένταση του προγράμματος παρέμβασης. Στην τελευταία αυτή έρευνα καταγράφηκε και αύξηση του Ο.Π.. Επίσης στην έρευνα του Wood et al (2001)¹⁴ αναφέρθηκε πτώση της Δ.Α.Π. και της Μ.Α.Π. ενώ σε εκείνη του Delecluse et al (2004)¹⁰ αυξήθηκε το Παραγόμενο Έργο.

Υπό συνθήκες ηρεμίας καταγράφηκε πτώση της Κ.Σ. στις έρευνες των Delecluse et al (2004)¹⁰, Wood et al (2001)¹⁴, Okazaki et al (2002)¹¹ και στην έρευνα της Malbut et al (2002)¹³ αλλά μόνο για τις γυναίκες τους δείγματος. Επιπλέον η Δ.Α.Π. ηρεμίας αναφέρθηκε μειωμένη στις έρευνες του Maeda et al (2003)¹² και του Wood et al (2001)¹⁴ με την τελευταία έρευνα να αναφέρει και μειωμένη Μ.Α.Π., όπως και εκείνη του Okazaki et al (2002)¹¹. Η Σ.Α.Π. ηρεμίας αναφέρθηκε μειωμένη στην έρευνα του Maeda et al (2003)¹². Στην έρευνα αυτή θα πρέπει να συμπληρώσουμε ότι η συγκέντρωση της ενδοθληλίνης-1 (που δρα αυξάνοντας την τάση των αγγείων) στο πλάσμα του αίματος μετά το τέλος της παρέμβασης μειώθηκε σημαντικά.

ΣΧΟΛΙΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στις περισσότερες από τις έρευνες που αξιολογήθηκε η VO_2max σε ηλικιωμένους μετά την παρέμβαση φάνηκε να αυξάνεται σημαντικά, βελτίωση που είναι εξαιρετικά σοβαρή τόσο όσον αφορά τη γενικότερη λειτουργική ικανότητα των ηλικιωμένων αφού αποδεικνύει μια θετικότερη καρδιαγγειακή λειτουργία, όσο και όσον αφορά την αντι-

μετώπιση σημαντικών παραγόντων κινδύνου με τους οποίους συνδέεται άμεσα, όπως απέδειξαν οι Wilmore et al (2001)⁴ και McMurray et al (1998)⁵. Η παραπάνω υπόθεση δε στηρίχθηκε μόνο από τα αποτελέσματα του Delecluse et al (2004)¹⁰ όπου όμως η ένταση του προγράμματος ίσως δεν ήταν ικανή να επιφέρει αλλαγές, αφού το 75% της HR reserve επιτεύχθηκε ως ένταση στις τελευταίες 20 από τις 50 συνεδρίες.

Ακόμα σημαντικότερο είναι το γεγονός ότι η αύξηση αυτή επιβεβαιώθηκε και όταν το δείγμα αποτελούνταν από υπερηλίκες, όπως στην έρευνα της Evans et al (2005)¹⁵. Αντίστοιχα αποτελέσματα σε δείγμα υπερηλίκων είχε και η έρευνα του Binder et al (2002)¹⁶ που δεν αποτέλεσε όμως υλικό για την παρούσα ανασκόπηση αφού πριν την εφαρμογή του προγράμματος αερόβιας άσκησης είχε προηγηθεί πρόγραμμα φυσικοθεραπείας και ενδυνάμωσης για ένα εξάμηνο. Δείγμα υπερηλίκων είχε και η έρευνα της Malbut et al (2002)¹³ με τα παραπάνω να επιβεβαιώνονται μόνο για τις γυναίκες. Πιθανή αιτία για το ότι οι άνδρες δεν κατάφεραν αντίστοιχη αύξηση της VO_2max μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι άνδρες καθυστέρησαν να φθάσουν στην απαιτούμενη ζώνη έντασης και γενικά κινήθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα έντασης καθ'όλη την παρέμβαση.

Η μειωμένη τιμή της ενδοθληλίνης-1, μετά το τέλος της παρέμβασης στην έρευνα του Maeda et al (2003)¹², αποτελεί ένα ενθαρρυντικό στοιχείο, που αν επιβεβαιωθεί μελλοντικά, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η αερόβια άσκηση μπορεί να αντιμετωπίσει παθολογικές καταστάσεις στους ηλικιωμένους που σχετίζονται με την ελαστικότητα των αγγείων, σύμφωνα με τον Arnett et al (1994)¹⁷, όπως η αυξημένη Αρτηριακή Πίεση, η υπερτροφία της Αριστερής Κοιλίας και η Καρδιακή Ανεπάρκεια. Τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να συνδεθούν με τη βελτίωση της ελαστικότητας των αγγείων μετά από παρέμβαση με αερόβια άσκηση όπως απέδειξε ο Tanaka et al (2000)¹⁸, αλλά δεν μπορεί να γίνει άμεση συσχέτιση αφού το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν εκτός από ηλικιωμένους και από άτομα μέσης ηλικίας.

Η Κ.Σ. ως δείκτης λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος έδωσε θετικά αποτελέσματα στις έρευνες που αξιολογήθηκαν μετά την παρέμβαση. Ειδικότερα η εμφάνιση μειωμένης Κ.Σ. ηρεμίας καταδεικνύει μικρότερη επιβάρυνση του καρδιαγγειακού συστήματος, ενώ η μειωμένη Κ.Σ. σε υπομέγιστες συνθήκες δείχνει αυξημένη ικανότη-

τα παραγωγής έργου, όπως απέδειξε η έρευνα του Delecluse et al (2004)¹⁰, χωρίς επιπλέον επιβάρυνση με την ταυτόχρονη πιθανότητα αύξηση του Ο.Π. όπως φάνηκε στην έρευνα του Gass et al (2004)⁸. Στοιχεία για την Κ.Σ. σε συνθήκες μέγιστης έντασης μας έδωσε μόνο η έρευνα του Morris et al (2002)⁹ συνδυάζοντάς τα με αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την παραγωγή έργου, την Κ.Π. και τον Ο.Π. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με τη γρήγορη επαναφορά της Κ.Σ. μετά από δοκιμασία κόπωσης στην έρευνα του Delecluse et al (2004)¹⁰ προσθέτουν θετικές ενδείξεις για την απόδοση του καρδιαγγειακού συστήματος.

Η συμπεριφορά της Α.Π. μελετήθηκε σε αρκετές από τις έρευνες που ανασκοπήθηκαν αλλά τα αποτελέσματα δεν ήταν τόσο ενθαρρυντικά. Μόνο η Δ.Α.Π ηρεμίας αναφέρθηκε μειωμένη, μετά την παρέμβαση, σε περισσότερες από μία έρευνες, όπως των Maeda et al (2003)¹² και Wood et al (2001)¹⁴. Σε έρευνες, όπως εκείνη του Kelley et al (2001)¹⁹, στις οποίες μελετήθηκαν οι προσαρμογές της Α.Π. μετά από εφαρμογή προγράμματος αερόβιας άσκησης διαπιστώθηκε ότι σημαντική πτώση παρατηρήθηκε μόνο για τους υπερτασικούς ασθενείς και όχι για τους υγιείς ανεξάρτητα από την ηλικία τους. Πιθανότατα σε αυτό να οφείλονται και τα αποτελέσματα της παρούσας ανασκόπησης όπου μελετήθηκαν οι επιδράσεις σε υγιείς ηλικιωμένους. Η αδυναμία της Α.Π. να προσαρμοστεί σε κατώτερα επίπεδα μετά την παρέμβαση με αερόβια άσκηση πιθανόν να οφείλεται στη δυσλειτουργία του ενδοθηλίου με την αύξηση της ηλικίας την οποία έχουν διαπιστώσει ερευνητές όπως ο Taddei et al (1995)²⁰ και Mayhan et al (1990)³. Χαρακτηριστικό είναι πάντως ότι στην έρευνα του Maeda et al (2003)¹² όπου είχαμε βελτίωση της λειτουργικότητας του ενδοθηλίου είχαμε και μείωση της Δ.Α.Π., αλλά ταυτόχρονα ήταν και η μοναδική έρευνα με συχνότητα εφαρμογής του προγράμματος 5 φορές την εβδομάδα, πράγμα που σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος παράγοντας έπαιξε καθοριστικό ρόλο.

Τέλος στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο τύπος και η ένταση της αερόβιας άσκησης δε φάνηκε να επηρεάζουν τα τελικά αποτελέσματα της έρευνας του Gass et al (2004)⁸, όπου χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές εντάσεις, και της έρευνας του Morris et al (2002)⁹ όπου χρησιμοποιήθηκε συνεχής και διαλειμματική αερόβια άσκηση. Η επιβεβαίωση αυτών των αποτελεσμάτων μελλοντικά είναι εξαιρετικά σημαντική για τις

παρεμβάσεις που θα χρησιμοποιηθούν σε άτομα τρίτης ηλικίας, διότι θα έχουμε τη δυνατότητα να εξασφαλίσουμε σημαντικές καρδιαγγειακές προσαρμογές κάνοντας χρήση μέτριας έντασης και διαλειμματικής μορφής άσκησης, που ως παράμετροι ταιριάζουν περισσότερο στους ηλικιωμένους και ταυτόχρονα μειώνουν τον κίνδυνο για μυοσκελετικούς τραυματισμούς και οξεία καρδιαγγειακά επεισόδια.

Συμπερασματικά με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών που ανασκοπήθηκαν η VO₂max φάνηκε να αυξάνεται τόσο στους ηλικιωμένους όσο και στους υπερήλικες μετά από παρέμβαση αερόβιας άσκησης, ενώ η Κ.Σ. φάνηκε να μειώνεται τόσο στην ηρεμία όσο και σε υπομέγιστες συνθήκες. Η Α.Π. με βάση τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων ερευνών δεν φάνηκε να βελτιώνεται στους υγιείς ηλικιωμένους εκτός της περίπτωσης που συνδυάστηκε με αντίστοιχη βελτίωση στη συστατικότητα των αγγείων. Η μελλοντική επιβεβαίωση της ύπαρξης των ίδιων σημαντικών καρδιαγγειακών προσαρμογών κατά τη διαλειμματική και τη μέτρια προς χαμηλής έντασης αερόβια άσκηση θα δώσει πρόσθετη ώθηση στις παρεμβάσεις άσκησης για άτομα τρίτης ηλικίας.

SUMMARY

Koronakis K, Panousis C, Tsgadopoulos D. Arterial blood pressure and cardiovascular adaptations after aerobic exercise in elderly humans. *Arterial Hypertension* 2006; 15: 42-46.

Aging process causes a number of negative cardiovascular adaptations. Due to this fact, risk factors associated with cardiovascular diseases, mortality and general quality of life of older humans are growing in number and importance. According to current scientific data, aerobic exercise could be useful in dealing with negative cardiovascular adaptations. In this review article we present and comment the outcomes of research articles in which older and octogenarian humans as well, took part in systematic aerobic exercise programs. We focused on Maximal Oxygen Consumption, a primary predictor of functional capacity, on Blood Pressure, arterial compliance and Heart Rate during rest, submaximal and maximal loading conditions. The results of the research articles showed that, after an intervention of aerobic exercise, Maximal Oxygen Consumption increased significantly for both older adults and octogenarians and the effect on resting and submaximal Heart Rate was positive. Blood Pressure was decreased only when we had a combined positive effect

on arterial compliance too. These cardiovascular adaptations were independent of the mode and the intensity of the interventions. The confirmation of this result by future research will give us the opportunity to built exercise programs that will be more compatible to the functional capacity of the elderly.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ogawa T, Spina R, Martin W, et al. Effects of aging, sex and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation* 1992; 86: 494-503.
2. Stratton J, Levy W, Cenquiera M, Schwartz R, Abrass I. Cardiovascular responses to exercise effects of aging and exercise training in healthy men. *Circulation* 1994; 89: 1648-1655.
3. Mayhan WG, Faraci FM, Baumbach GL, Heistad DD. Effects of aging on responses of cerebral arterioles. *American Journal of Physiology, Heart and Circulation Physiology* 1990; 258: H1138-H1143.
4. Whilmore JH, Green JS, Stanforth PR, et al. Relationship of changes in maximal and submaximal aerobic fitness to changes in cardiovascular disease and non insulin dependent diabetes mellitus risk factors with endurance training: The Heritage Family Study. *Metabolism* 2001; 11: 1255-1263.
5. McMurray JJ, Ray SG, Abdullah IA, Dargie HJ, Morton JJ. Plasma endothelin in chronic heart failure. *Circulation* 1992; 85: 1374-1379.
6. Cress ME, Buchner DM, Prohaska T, et al. Best practises for physical activity programs and behaviour Counseling in older adult population. *Journal of Aging and Physical Activity* 2005; 13: 61-74.
7. *American Heart Association Scientific Statement*. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Circulation* 2003; 107: 3109-3116.
8. Gass G, Gass E, Wicks J, Browning J, Bennett G, Morris, N. Rate and Amplitude of adaptation to two intensities of exercise in men aged 65-75yr. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36: 1811-1818.
9. Morris N, Gass G, Thompson M, Bennett G, Basic D, Morton H. Rate and amplitude of adaptation to intermittent and continuous exercise in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002; 34: 471-477.
10. DeLecluse C, Colman V, Roelants M, et al. Exercise programs for older men: mode and intensity to induce the highest possible health-related benefits. *Preventive Medicine* 2004; 39: 823-833.
11. Okazaki K, Kamijo Y, Takeno Y, Okumoto T, Masuki S, Nose H. Effects of exercise training on thermoregulatory responses and volume in older men. *Journal of Applied Physiology* 2002; 12: 1630-1637.
12. Maeda S, Tanabe T, Miyauchi T, et al. Aerobic exercise training reduces plasma endothelin-1 concentration in older women. *Journal of Applied Physiology* 2003; 95: 336-341.
13. Malbut KE, Dinan S, Young A. Aerobic training in the 'oldest old': the effect of 24 weeks of training. *Age and Aging* 2002; 31: 255-260.
14. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001; 33: 1751-1758.
15. Evans EM, Racette SB, Peterson LR, Villareal DT, Greiwe JS, Holloszy JO. Aerobic power and insulin action improve in response to endurance exercise training in healthy 77-87yr olds. *Journal of Applied Physiology* 2005; 98: 40-45.
16. Binder EF, Schechtman KB, Ehnasi AA, et al. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling elderly adults: results of a randomised, controlled trial. *Journal of American Geriatric Society* 2002; 50: 1921-1928.
17. Arnett DK, Evans GW, Riley WA. Arterial stiffness: a new cardiovascular risk factor? *American Journal of Epidemiology* 1994; 140: 669-682.
18. Tanaka H, Dinunno F, Monahan K, Clevenger CM, De Souza CA, Seals DR. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation* 2000; 102: 1270-1275.
19. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Aerobic exercise and resting blood pressure: a meta-analytic review of randomised, controlled trials. *Preventive Cardiology* 2001; 4: 73-80.
20. Taddei S, Virdis A, Mattei P, et al. Aging and endothelial function in normotensive subjects and patients with essential hypertension. *Circulation* 1995; 100: 160-1683.