



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**<<ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ  
ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ>>**

**Κωνσταντίνος-Μάριος Μαρίνης**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κοσκολού Μαρία**

**ΜΑΡΤΙΟΣ 2021**

© Copyright

Μαρίνης Κωνσταντίνος - Μάριος

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

## Ευχαριστίες

**Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην καθηγήτρια**

**Μαρία Κοσκολού για την πολύτιμη βοήθεια της**

## «ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ»

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαδικασία της γήρανσης οδηγεί στη μείωση της λειτουργικότητας των οργανικών συστημάτων και γενικότερα της ευρωστίας του ανθρώπου. Ως συνέπεια της διαδικασίας του γήρατος, η καρδιακή λειτουργία και η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου μειώνονται. Στόχος αυτής της εργασίας είναι να δείξει μέσα από ερευνητικά δεδομένα, την βελτίωση, κυρίως στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε υγιείς ανάσκητους ηλικιωμένους έπειτα από προγράμματα αερόβιας προπόνησης, καθώς επίσης και οφέλη που προκύπτουν και σε άλλους τομείς της υγείας αυτών. Η τακτική προπόνηση βελτιώνει τις λειτουργίες που είναι απαραίτητες για τη φυσική κατάσταση στα γηρατεία. Η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια της αερόβιας δραστηριότητας ποικίλλει από πρόγραμμα σε πρόγραμμα, οπότε και τα οφέλη διαφέρουν κάποιες φορές μεταξύ τους. Ηλικιωμένοι που έλαβαν μέρος σε προγράμματα τακτικής αερόβιας προπόνησης μέτριας έντασης και συχνότητας βελτίωσαν αρκετά την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ : 11,6 – 24%) και μείωσαν τον καρδιακό ρυθμό ηρεμίας, τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση τους. Επίσης αύξησαν το αναερόβιο κατώφλι (13%) και βελτίωσαν το μέγιστο παραγόμενο έργο τους κατά  $17\% \pm 3\%$ . Σε μερίδα ερευνών φάνηκε ότι πρωτόκολλο σωματικής δραστηριότητας και μέτριας και υψηλής έντασης είχε παρόμοιες ευεργετικές επιδράσεις στην αερόβια ικανότητα υγιών απροπόνητων ηλικιωμένων. Μετά την ολοκλήρωση διαλειμματικών προγραμμάτων εκπαίδευσης, οι γηραιοί δοκιμαζόμενοι αύξησαν σημαντικά την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (10-20%) και το (αερόβιο) κατώφλι αερισμού τους (18,3-26%), ενώ σε κάποιο από αυτά ο μέγιστος καρδιακός ρυθμός τους αυξήθηκε κατά 1,6% και σε άλλο πρόγραμμα ο καρδιακός ρυθμός τους κατά την υπομέγιστη άσκηση ελαττώθηκε κατά 3%. Επιπλέον, σε διαλειμματικά πρωτόκολλα άσκησης βελτιώθηκε η μέγιστη ανεκτή ισχύς (19,2%), ο μέγιστος αερισμός (14%) και μειώθηκε ο καρδιακός ρυθμός (8%) σε κατάσταση ηρεμίας. Σαν αποτέλεσμα της αερόβιας προπόνησης συμβαίνουν αγγειακές

προσαρμογές, οι οποίες διασφαλίζουν την αποτελεσματική και συνεχή ροή του αίματος στους δραστήριους μύες.

Ακόμα, η συστηματική αερόβια άσκηση σε υγιή ηλικιωμένο πληθυσμό μειώνει τα επίπεδα της ολικής χοληστερόλης (πριν  $5,87 \pm 1,17$  μετά  $5,55 \pm 0,98$  mmol / L), τις συγκεντρώσεις λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (πριν  $3,70 \pm 1,04$  μετά  $3,44 \pm 0,84$  mmol / L), και αυξάνει τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας. Προγράμματα προπόνησης που συνδυάζουν ασκήσεις αντοχής και ενδυνάμωσης φαίνεται να μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακής θνησιμότητας και σαρκοπενίας στους ηλικιωμένους, ενώ επιπλέον αυξάνουν την αερόβια ικανότητα (17%) και τη δύναμη τους (22%). Σε σύγκριση με τους ανενεργούς ηλικιωμένους, οι δια βίου σωματικά ενεργοί ηλικιωμένοι έχουν καλύτερα επίπεδα μεταβολικής, καρδιαγγειακής και σκελετικής μυϊκής υγείας, όπως και υψηλότερη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Άτομα με προβλήματα υγείας θα πρέπει να συμβουλευονται πρωτίστως τους γιατρούς τους για θέματα γύρω από την άσκηση και να ακολουθούν τις οδηγίες τους. Τέλος, οι ωφέλιμες επιδράσεις της συστηματικής άσκησης αναστρέφονται όταν ο άνθρωπος σταματήσει να γυμνάζεται και εξαφανίζονται εντελώς με την παρατεταμένη διακοπή της άσκησης και την ακινησία.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη .....	i-ii
Πίνακας Περιεχομένων.....	iii -iv

### I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά για τη γήρανση.....	σελ.1
1.2 Τακτική σωματική δραστηριότητα και γήρανση.....	σελ.1-3
1.3 Επίδραση της άσκησης σε ανάσκητους ηλικιωμένους.....	σελ.3
1.4 Προσαρμογή του οργανισμού στην αερόβια προπόνηση.....	σελ.3-4
1.5 Σκοπός.....	σελ.4

### II. ΑΕΡΟΒΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

2.1 Έννοιες – Ορισμοί.....	σελ.5-6
2.2 Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση – Καρδιοαναπνευστικά και άλλα οφέλη.....	σελ.6-8
2.3 Διάφορες εντάσεις και ποσότητες αερόβιας άσκησης – Επιδράσεις στην υγεία.....	σελ.8-11
2.4. Συνεχής αερόβια προπόνηση.....	σελ.11-13
2.4.1 Βελτίωση της VO <sub>2</sub> max.....	σελ.13-14
2.5 Διαλειμματική αερόβια προπόνηση.....	σελ.14-16

### III. ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

3.1 Αγγειακή βελτίωση ως απότοκο της προπόνησης.....	σελ.17-18
3.2 Συστηματική άσκηση και λίπη.....	σελ.18-20
3.3 Δια βίου ασκούμενοι .....	σελ.20-21
3.4 Αξιοσημείωτο συμβάν.....	σελ.22

3.5 Συνδυαστική προπόνηση.....σελ.22-24	σελ.22-24
3.6 Συνιστώμενη δοσολογία άσκησης.....σελ.24-25	σελ.24-25
3.7 Οι ωφέλειες της άσκησης δεν αποταμειούνται.....σελ.25-26	σελ.25-26
<b>IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.27</b>	σελ.27
<b>V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.28-31</b>	σελ.28-31

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά για τη γήρανση

Η γήρανση ξεκινάει από την γέννηση του ανθρώπου. Το μωρό μεγαλώνει, ενηλικιώνεται και από ένα σημείο και έπειτα η διαδικασία της γήρανσης μεταβάλλεται. Από εκείνο το σημείο και μετά αρχίζει μια μείωση της λειτουργικότητας του ατόμου μέχρι να καταλήξει στον θάνατο. Η γήρανση λοιπόν, είναι η μείωση της λειτουργικότητας που καταλήγει στον θάνατο (Beers et al, 2007). Οι φυσιολογικές συνέπειες του γήρατος είναι τόσο η μείωση του συνολικού αριθμού των κυττάρων του σώματος, κάτι που οφείλεται στην αύξηση της κυτταρικής απόπτωσης και την μείωση του κυτταρικού πολλαπλασιασμού, όσο και η δυσλειτουργία πολλών κυττάρων από αυτά που παραμένουν. Με το γήρας επέρχεται σταδιακός εκφυλισμός της λειτουργίας των ιστών και των οργάνων, αλλά και της ικανότητας των ομοιοστατικών συστημάτων του οργανισμού να ανταποκρίνονται επαρκώς στις περιβαλλοντικές εντάσεις. Η γήρανση δεν πρέπει να ταυτίζεται με τις ασθένειες (π.χ. καρδιακά νοσήματα) που μπορεί να τη συνοδεύουν (Vander et al, 2011).

Το πότε ένας άνθρωπος θεωρείται ηλικιωμένος δεν μπορεί να απαντηθεί με την υπόδειξη συγκεκριμένου ηλικιακού αριθμού, διότι η χρονολογική ηλικία έχει περιορισμένη σημασία σε σχέση με την υγεία. Πολλοί άνθρωποι είναι εύρωστοι και δραστήριοι στα 65 τους, ενώ άλλοι είναι ανενεργοί και ασθενείς ήδη από πολύ μικρότερη ηλικία. Βέβαια, όσο αυξάνεται η ηλικία, αυξάνεται και η πιθανότητα να αποκτήσει κανείς ένα πρόβλημα υγείας. Όσον αφορά την βιολογική ηλικία, αυτή σχετίζεται με τις μεταβολές του σώματος που συμβαίνουν καθώς οι άνθρωποι μεγαλώνουν. Οι μεταβολές αυτές είναι διαφορετικές από άνθρωπο σε άνθρωπο. Για παράδειγμα, κάποιοι είναι βιολογικά γηρασμένοι στα 40 τους, ενώ άλλοι είναι βιολογικά νέοι στα 60 τους ή σε μεγαλύτερη ηλικία. Τέλος, η ψυχολογική ηλικία αναφέρεται στο πώς οι άνθρωποι νιώθουν και το πώς ενεργούν (Beers et al, 2007).

### 1.2 Τακτική σωματική δραστηριότητα και γήρανση

Όταν ο άνθρωπος ασκείται, οι προσαρμογές στις δομικές και λειτουργικές ιδιότητες των κυττάρων, των ιστών και των συστημάτων του ανθρώπινου σώματος γίνονται εμφανείς. Είναι ομόφωνα αποδεκτό ότι η τακτική σωματική δραστηριότητα είναι



απαραίτητη για τη βέλτιστη λειτουργία του ανθρωπίνου σώματος. Η γήρανση συνδέεται υποχρεωτικά με μειωμένη μέγιστη αερόβια ισχύ και μειωμένη μυϊκή δύναμη, συνολικά με μειωμένη φυσική κατάσταση (Singh,2002). Ως αναπόφευκτη συνέπεια της διαδικασίας του γήρατος, η καρδιακή λειτουργία μειώνεται, δηλαδή η καρδιακή παροχή, ο όγκος παλμού, ο καρδιακός ρυθμός και η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου μειώνονται. Οι μύες ατροφούν και αποδυναμώνονται. Οι αρθρώσεις σκληραίνουν και τα οστά αποδυναμώνονται. Σίγουρα η διαδικασία γήρανσης αυτή καθ'αυτή εξηγεί ένα μέρος αυτής της λειτουργικής επιδείνωσης, αλλά ευθύνονται επίσης και οι διάφορες ασθένειες. Φαίνεται ότι η αδράνεια ευθύνεται για τουλάχιστον ένα μέρος της λειτουργικής παρακμής που χαρακτηρίζει τη γήρανση, ενώ περίπου το ήμισυ της επιδείνωσης της λειτουργίας μπορεί να προληφθεί ή να αντιστραφεί από ένα συστηματικό πρόγραμμα άσκησης (Landin et al, 1985).

Με την προπόνηση μπορούν να βελτιωθούν οι λειτουργίες που είναι απαραίτητες για τη φυσική κατάσταση στα γηρατειά. Ελαχιστοποιείται η κόπωση και βελτιώνονται οι επιδόσεις και η ενεργειακή οικονομία κατά τη διάρκεια της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας. Η τακτική άσκηση μειώνει τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου, υπέρτασης, σακχαρώδους διαβήτη και πρόωρης θνησιμότητας γενικότερα (Singh, 2002). Σε ομάδες παρέμβασης άσκησης με ηλικιωμένους για 1 έτος, 2 φορές την εβδομάδα με κάθε συνεδρία να διαρκεί 30 ως 40 λεπτά, τα επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας και οι καρδιαγγειακές μεταβλητές (γλυκόζη, επίπεδα ολικής χοληστερόλης και αρτηριακή πίεση) βελτιώθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα που ακολούθησε προπόνηση δύναμης βελτίωσε σημαντικά τη δύναμη και την ευλυγισία του σώματος, ενώ η ομάδα που ακολούθησε αερόβιο πρόγραμμα βελτιώθηκε στην αεροβική αντοχή, στην ευκινησία / δυναμική ισορροπία, καθώς και στην δύναμη και ευλυγισία του κάτω μέρους του σώματος. Επιπλέον, οι καρδιαγγειακές μεταβλητές καλυτέρευσαν αρκετά, ιδίως η αρτηριακή πίεση, η χοληστερόλη και η γλυκόζη στην ομάδα δύναμης και η HDL (λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας) στην ομάδα αερόβιας άσκησης (Lobo et al, 2010).

Εκτός των άλλων, η σωματική δραστηριότητα βελτιώνει την ψυχική υγεία και βοηθάει στη βέλτιστη λειτουργία των οστών, των μυών και των αρθρώσεων (Singh, 2002). Η άσκηση έχει ηρεμιστική επίδραση σε ηλικιωμένα άτομα, έτσι ώστε να μπορεί να αποφευχθεί το άγχος και η κατάθλιψη. Ακόμη, ο άνθρωπος αποκτά

αυτοπεποίθηση καθώς βελτιώνεται η ανοχή του στην προσπάθεια και την κούραση της άσκησης (Landin et al, 1985).

### **1.3 Επίδραση της άσκησης σε ανάσκητους ηλικιωμένους**

Σε γηραιότερους ενήλικες που δεν ήταν προηγουμένως ενεργοί, στοιχεία δείχνουν ότι πολλαπλά φυσιολογικά συστήματα θα βελτιωθούν με την αύξηση της σωματικής δραστηριότητας και την ένταξη σε προγράμματα άσκησης (Bangsbo et al, 2019). Η προπόνηση αντοχής σε ηλικιωμένους μειώνει τον καρδιακό ρυθμό στην ηρεμία και στην υπομέγιστη άσκηση, τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση, ενώ ο όγκος παλμού αυξάνεται. Σημαντικές αλλαγές επέρχονται επίσης με την προπόνηση αντοχής στους ηλικιωμένους κατά τη διάρκεια της μέγιστης προσπάθειας κατά την οποία ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή και η πρόσληψη οξυγόνου αυξάνονται, ενώ η συνολική περιφερειακή αντίσταση, η συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση μειώνονται, μειώνοντας έτσι το μεταφορτίο που με τη σειρά του διευκολύνει τη λειτουργία της συστολής και της διαστολής της αριστερής κοιλίας. Η αποτελεσματικότητα της αναπνοής βελτιώνεται με τη μείωση των επιπέδων γαλακτικού οξέος, την αύξηση του μέγιστου αερισμού και την αύξηση της αναπνευστικής ικανότητας στο μυ με αύξηση της ικανότητας οξείδωσης του πυροσταφυλικού, των λιπαρών οξέων και των κετονών. Η δυναμική άσκηση φαίνεται ότι αυξάνει τον αερόβιο μεταβολισμό των σκελετικών μυών που ασκούνται ανάλογα με τη μάζα των μυών και την ένταση της άσκησης (Sagiv, 2008).

### **1.4 Προσαρμογή του οργανισμού στην αερόβια προπόνηση**

Εξωγενείς και ενδογενείς παράγοντες επηρεάζουν τις μεταβολικές προσαρμογές στην προπόνηση. Οι ενδογενείς αναφέρονται στις διαφορές μεταξύ των ανθρώπων (ηλικία, ευρωστία και γονότυπος) και οι εξωγενείς σχετίζονται με τα προπονητικά ερεθίσματα.

Οι διαφορετικές προσαρμογές που συμβαίνουν μεταξύ των ατόμων σε ένα πρόγραμμα αερόβιας προπόνησης αποδίδονται σε μεγάλο βαθμό σε γενετικές διαφορές (Κλεισούρας, 2011). Ακόμη, όσο πιο χαμηλό είναι αρχικά το επίπεδο της ευρωστίας ενός ατόμου, τόσο μεγαλύτερη είναι η βελτίωση που αναμένεται, σαν αποτέλεσμα ενός συγκεκριμένου προπονητικού προγράμματος. Η μέγιστη αερόβια ισχύς (VO<sub>2</sub>max) μετά από αερόβια προπόνηση βελτιώνεται περίπου 20% σε άνδρες

και γυναίκες οποιασδήποτε ηλικίας, εκτός από παιδιά και εφήβους που είναι μικρότερη (8-10%) (Κλεισούρας, 2011). Κάτι παρόμοιο φάνηκε σε μελέτη στην οποία συγκρίθηκε η απόκριση προσαρμογής της  $VO_{2max}$  μετά από προπονητικό πρόγραμμα αντοχής ανάμεσα σε εθελοντές της ομάδας προπόνησης (53 άνδρες και 57 γυναίκες ηλικίας 60-71 ετών), ενώ υπήρξε και ομάδα ελέγχου. Τα άτομα ασκήθηκαν κυρίως με περπάτημα και τρέξιμο για 9-12 μήνες, κατά μέσο όρο  $3,9 \pm 0,6$  ημέρες / εβδομάδα και  $45 \pm 5$  λεπτά / ημέρα στο  $80 \pm 5\%$  του μέγιστου καρδιακού ρυθμού ( $HR_{max}$ ). Η μέση βελτίωση στη  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ) των ηλικιωμένων, που μετρήθηκε πριν και μετά το εκπαιδευτικό πρόγραμμα, ήταν  $24 \pm 12\%$  (εύρος 0-58%). Όταν τα άτομα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες κατά ηλικία (60-62, 63-66, 67-71 ετών), δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στη σχετική αύξηση της  $VO_{2max}$  (21% έναντι 19% έναντι 18%). Συμπερασματικά, η  $VO_{2max}$  βελτιώθηκε με προπόνηση αντοχής σε υγιείς ανθρώπους ηλικίας 60-71 ετών στον ίδιο σχετικό βαθμό όπως και στους νέους, με την προσαρμογή αυτή να είναι ανεξάρτητη από το φύλο, την ηλικία και το αρχικό επίπεδο φυσικής κατάστασης (Kohrt et al, 1991).

### **1.5 Σκοπός**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί, μέσα από έρευνες και βιβλιογραφικές πηγές το κατά πόσο βελτιώνεται με αερόβια προπόνηση η καρδιοαναπνευστική ικανότητα και η υγεία γενικά σε υγιείς ανάσκητους ηλικιωμένους.

## II. ΑΕΡΟΒΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

### 2.1 Έννοιες -Ορισμοί

Αερόβια δραστηριότητα είναι η δραστηριότητα άσκησης κατά την οποία ο οργανισμός είναι ικανός να προμηθευτεί με αρκετό οξυγόνο, ώστε να διατηρηθεί η απόδοση για μεγάλη χρονική περίοδο (Corbin et al, 2016). Το αναερόβιο κατώφλι αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη της αερόβιας αντοχής, αλλά δεν έχει μεγαλύτερη προβλεπτική ισχύ από τη  $VO_{2max}$  (Κλεισούρας, 2011).

Η αερόβια ικανότητα στην παιδική και εφηβική ηλικία αυξάνεται προοδευτικά και μεγιστοποιείται όταν ο οργανισμός αναπτυχθεί εξολοκλήρου, όπου και διατηρείται σε αυτό το επίπεδο περίπου μέχρι την ηλικία των 25ετών. Έπειτα, η αερόβια ικανότητα ελαττώνεται σταδιακά με ρυθμό 10% ανά δεκαετία (Κλεισούρας, 2011).

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) είναι ο ανώτατος όγκος οξυγόνου που καταναλώνεται από τα κύτταρα κατά την έντονη μυϊκή προσπάθεια στη μονάδα του χρόνου. Μέσω της  $VO_{2max}$ , φαίνεται η μέγιστη ταχύτητα παροχής μυϊκής ενέργειας που προέρχεται από τον αερόβιο μηχανισμό και έτσι συνιστά μετρήσιμη ποσότητα της αερόβιας ικανότητας (Κλεισούρας, 2011).

Η άσκηση και η φυσική δραστηριότητα δεν είναι το ίδιο πράγμα. Ως άσκηση εννοούμε την μορφή εκείνη της φυσικής δραστηριότητας, η οποία έχει προσχεδιαστεί ως προς την χρονική διάρκεια και τις κινήσεις του σώματος που θα επιτευχθούν, και επαναλαμβάνεται συστηματικά με στόχο να βελτιωθεί ή να διατηρηθεί η υγεία σε πολλαπλά επίπεδα. Φυσική δραστηριότητα καλείται οποιαδήποτε κίνηση των σκελετικών μυών του σώματος που δημιουργεί μεγαλύτερη ενεργειακή δαπάνη στον οργανισμό σε σχέση με το επίπεδο της ηρεμίας. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι τόσο στην άσκηση όσο και στην ελεύθερη φυσική δραστηριότητα αυξάνεται η ενεργειακή δαπάνη (Κλεισούρας, 2011).

Το πόσο έντονη είναι η άσκηση αντικατοπτρίζεται στα MET. 1 MET (METαβολισμός) είναι η ενεργειακή δαπάνη του μεταβολισμού στην ηρεμία και αντιστοιχεί σε 1 kcal ανά κιλό σωματικού βάρους την ώρα ή αλλιώς σε  $3.5 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ . Το MET φανερώνει την ένταση της άσκησης, η οποία ένταση διαχωρίζεται σε ήπια (< 3 MET), μέτρια (3-6 MET) και έντονη (>6 MET). Δίνοντας ένα παράδειγμα, σε άσκηση ή φυσική δραστηριότητα με ένταση 4 MET, αυτό μεταφράζεται σε

4πλάσιο ενεργειακό κόστος του οργανισμού σε σχέση με την κατάσταση ηρεμίας και ισοδυναμεί σε 4 kcal ανά κιλό σωματικού βάρους την ώρα (Κλεισούρας, 2011).

## **2.2 Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση – Καρδιοαναπνευστικά και άλλα οφέλη**

Μέτριας έντασης δραστηριότητες θεωρούνται κάποιες δραστηριότητες της καθημερινότητας, όπως και κάποια λιγότερο έντονα αθλήματα και δραστηριότητες αναψυχής. Ουσιαστικό παράδειγμα μέτριας έντασης φυσικής δραστηριότητας στον καθημερινό τρόπο ζωής είναι ένας γρήγορος περίπατος. Οι μέτριας έντασης δραστηριότητες αναφέρονται συχνά ως αερόβιες δραστηριότητες, διότι συνήθως ο αερόβιος μεταβολισμός καλύπτει τις απαιτήσεις της δραστηριότητας από πλευράς ενέργειας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην πλειοψηφία των ανθρώπων να εκτελέσουν φυσική δραστηριότητα για κάπως μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς διακοπή. Οι στόχοι για τη δημόσια υγεία επικεντρώνονται σε δραστηριότητες μέτριας έντασης, καθώς και τη μείωση της καθιστικής ζωής (Corbin et al., 2016).

Σε έρευνα των Blumenthal et al. (1989), ηλικιωμένοι άνδρες και γυναίκες με μέση ηλικία τα 67 έτη, εξετάστηκαν σε ένα τετράμηνο πρόγραμμα αεροβικής άσκησης. Ταξινομήθηκαν σε μια ομάδα αερόβιας άσκησης και σε μια ομάδα ελέγχου yoga και ευλυγισίας ή σε μια ομάδα ελέγχου αναμονής. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η 4μηνη αερόβια προπόνηση μέτριας έντασης 60 λεπτών τρεις φορές την εβδομάδα, βελτίωσε κατά 11,6% την κορυφαία τιμή της  $VO_2$  και αύξησε κατά 13% το αναερόβιο κατώφλι. Από την άλλη μεριά, οι ομάδες ελέγχου γιόγκα και αναμονής δεν παρουσίασαν αλλαγές στην καρδιοαναπνευστική τους ικανότητα. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν και άλλες ευνοϊκές αλλαγές μεταξύ των συμμετεχόντων στο αερόβιο πρόγραμμα, όπως μειωμένα επίπεδα χοληστερόλης, χαμηλότερα επίπεδα διαστολικής αρτηριακής πίεσης, και, σε άτομα που κινδύνευαν για κατάγματα στα οστά, μια τάση αύξησης της περιεκτικότητας των οστών (Blumenthal et al., 1989).

Τα καρδιοαναπνευστικά οφέλη της αερόβιας άσκησης φάνηκαν και σε άλλη έρευνα. Οκτώ υγιείς ανάσκητοι εθελοντές ηλικίας  $67,0 \pm 1,7$  (4 άνδρες, 4 γυναίκες) συμμετείχαν με τη βούλησή τους σε πρόγραμμα αερόβιας εκπαίδευσης 1 έτους, αφού είχαν δώσει τη συγκατάθεσή τους μετά από ενημέρωση και εγκρίθηκαν από ιατρικής απόψεως για να συμμετάσχουν στη μελέτη. Το προπονητικό πρωτόκολλο περιελάμβανε ποδηλασία σε στατικό ποδήλατο ή περπάτημα- τζόκινγκ σε μηχανοκίνητο διάδρομο τρεξίματος σε εντάσεις άσκησης που αύξανε το HR

(καρδιακό ρυθμό) των εθελοντών στο 65%–75% της κορυφαίας τιμής του καρδιακού τους ρυθμού (HRpeak), περίπου μεταξύ 105 και 115 bpm (παλμούς ανά λεπτό), με αθροιστικό χρόνο άσκησης  $\geq 60$  λεπτά ανά συνεδρία για 3 μέρες την εβδομάδα για 1 έτος. Η τακτική αερόβια φυσική δραστηριότητα μέτριας έντασης και συχνότητας αύξησε το  $VO_{2peak}$  κατά  $22\% \pm 2\%$  ( $P < 0,001$ ), το μέγιστο παραγόμενο έργο (WOp<sub>peak</sub>) κατά  $17\% \pm 3\%$  ( $P < 0,001$ ) και το HRpeak κατά  $3\% \pm 1\%$  ( $P = 0,019$ ) σε παλαιότερα ανενεργούς σωματικά ηλικιωμένους. Μετά από 1 έτος άσκησης, το HR ηρεμίας μειώθηκε κατά  $5,7 \pm 1,7$  bpm ( $P = 0,013$ ) ή  $8,5\% \pm 2,5\%$ , ενώ τα MAP(μέση αρτηριακή πίεση), SBP(συστολική αρτηριακή πίεση) και DBP(διαστολική αρτ. πίεση) μειώθηκαν κατά  $12 \pm 2$  mmHg ( $P = 0,002$ ) ή  $11\% \pm 2\%$ , κατά  $11 \pm 2$  mmHg ( $P = 0,001$ ) ή  $8\% \pm 1\%$ , και κατά  $-12 \pm 3$  mmHg ( $P = 0,007$ ) ή  $-14\% \pm 4\%$ , αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε ηλικιωμένους που έχουν χαμηλή ορθοστατική ανοχή, ή έχουν ευαισθησία σε στάσεις του σώματος από ύπτια σε όρθια θέση, η χρόνια αερόβια άσκηση βελτιώνει όχι μόνο τις λειτουργίες των καρδιοαναπνευστικών και σκελετικών μυών, αλλά και την ορθοστατική σταθερότητα. Επομένως, τακτικές σωματικές αερόβιες δραστηριότητες μέσω των προσαρμοστικών αλλαγών που δημιουργούν, βοηθούν στην αποτροπή των πτώσεων των ηλικιωμένων, της ζάλης ή της ζάλης κατά τη μεταφορά του σώματος και/ή τη διατήρηση της όρθιας στάσης (Xu et al., 2017).

Ηλικιωμένοι που έλαβαν μέρος σε αερόβιου τύπου δραστηριότητες, μέτριας συχνότητας και έντασης (60-85% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού)για 6 μήνες, ωφελήθηκαν καρδιαγγειακά αφού μειώθηκε η συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεσή τους, όπως και ο καρδιακός τους ρυθμός σε συνθήκες ηρεμίας. Η άσκηση βελτιώνει την ικανότητα εργασίας των σκελετικών μυών, μειώνει την αντίσταση και αυξάνει την περιφερειακή κυκλοφορία. Η μειωμένη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση που βρέθηκε σε αυτούς τους δοκιμαζόμενους, οφείλεται μάλλον στην μειωμένη περιφερειακή αντίσταση που εμφανίστηκε μετά την άσκηση. Αντιθέτως, στην ομάδα ελέγχου, η οποία δεν έλαβε μέρος σε πρόγραμμα άσκησης, οι καρδιακές παράμετροι αυξήθηκαν σημαντικά. Ακόμη, στην εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης(6MWT) που πραγματοποιήθηκε μετά το πρόγραμμα άσκησης δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Όλα τα άτομα διατήρησαν καλό κορεσμό οξυγόνου και βίωσαν πολύ μικρή δύσπνοια κατά τη διάρκεια και στο τέλος του 6MWT. (Sîrbu, 2012).

Η αντοχή ενός ανθρώπου είναι ανάλογη της ποσότητας του οξυγόνου που μπορεί να προσλάβει, να μεταφέρει και να καταναλώσει το σώμα του, δηλαδή της  $VO_{2max}$  του. Όσο λιγότερο οξυγόνο, τόσο μικρότερη αντοχή ενώ όσο περισσότερο οξυγόνο τόσο περισσότερο αντέχει το άτομο. Η  $VO_{2max}$  επηρεάζεται από την συστηματική άσκηση (Κλεισούρας, 2011). Κάτι τέτοιο φάνηκε σε ηλικιωμένες γυναίκες (μέση ηλικία = 73,6 +/- 0,7 έτη) που έλαβαν μέρος σε πρόγραμμα αερόβιας άσκησης με μέτρια ένταση, ενώ προηγουμένως ήταν ανάσκητες. Λεπτομερέστερα, 30 ηλικιωμένες γυναίκες που έκαναν καθιστική ζωή χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε μια ομάδα βάρδισης και μια ομάδα ελέγχου που έκανε καλλισθενική γυμναστική. Η ομάδα βάρδισης πραγματοποίησε αερόβια άσκηση 5 φορές την εβδομάδα, για 30-40 λεπτά ανά συνεδρία στο 60,0 +/- 1,9% του καρδιακού ρυθμού εφεδρείας (HRR), ενώ η ομάδα ελέγχου ασχολήθηκε με ήπια μυοσκελετική άσκηση γυμναστικής. Το πρόγραμμα διήρκησε 12 εβδομάδες και η ομάδα βάρδισης παρουσίασε σημαντική βελτίωση στη  $VO_{2max}$  σε σύγκριση με την ομάδα γυμναστικής (12,6% έναντι 2,2%,  $F = 5,74$ ,  $p = 0,005$ ). Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι γυναίκες άνω των εβδομήντα ετών παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση στη μέγιστη φυσιολογική καρδιοαναπνευστική ικανότητα μέσω μέτριας άσκησης (Warren et al., 1993).

### **2.3 Διάφορες εντάσεις και ποσότητες αερόβιας άσκησης – Επιδράσεις στην υγεία**

Η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια της αερόβιας δραστηριότητας ποικίλλει από πρόγραμμα σε πρόγραμμα, οπότε και τα πιθανά οφέλη ίσως να διαφέρουν μεταξύ τους.

Έντονες φυσικές δραστηριότητες θεωρούνται αυτές που είναι εντονότερες του μέτριου επιπέδου έντασης και έχουν τουλάχιστον 6 φορές μεγαλύτερη ένταση από το επίπεδο της ηρεμίας (>6 MET). Οι έντονες αερόβιες δραστηριότητες συχνά επισημαίνεται πως βελτιώνουν την καρδιαγγειακή ευρωστία. Από την άλλη μεριά, ήπιας έντασης δραστηριότητες θεωρούνται αυτές οι οποίες έχουν ένταση 1,5 έως 3 φορές πάνω από το επίπεδο ηρεμίας και διαχωρίζονται από της καθιστικής μορφής δραστηριότητες οι οποίες είναι λίγο πάνω ή όμοιες με το επίπεδο ηρεμίας (1-1,5 MET). Ανάλογα το ατομικό επίπεδο ευρωστίας η ίδιας μορφής φυσική δραστηριότητα κατηγοριοποιείται σε άλλο επίπεδο. Για παράδειγμα το κανονικό περπάτημα για κάποιον με καλή ευρωστία θεωρείται μία ήπια δραστηριότητα, ενώ

για κάποιον με χαμηλή ευρωστία λαμβάνεται σαν μέτριας έντασης δραστηριότητα (Corbin et al., 2016).

Η ήπια άσκηση που πραγματοποιείται σε καθημερινή βάση κατά προτίμηση, έχει σπουδαία οφέλη για την υγεία. Το μυστικό είναι να πραγματοποιούνται τακτικά ήπιες σωματικές δραστηριότητες. Όταν κάποιος ασκείται πιο έντονα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα η υγεία του βελτιώνεται ακόμα περισσότερο. Η πλειονότητα των υγιών ηλικιωμένων μπορεί να ξεκινήσει με ασφάλεια μια ήπια σωματική άσκηση, χωρίς προηγουμένως να ζητηθεί άδεια από γιατρό. Όπως και να έχει, κάθε είδους άσκηση είναι προτιμότερη από το καθόλου (Beers et al., 2007). Μελέτη που περιλαμβάνει ποσότητα άσκησης κάτω από την τρέχουσα ελάχιστη σύσταση φυσικής δραστηριότητας, είχε ως στόχο να προσδιορίσει την επίδραση ενός προγράμματος περπατήματος 12 εβδομάδων στους δείκτες κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων σε ηλικιωμένους. Είκοσι οκτώ ηλικιωμένοι ( $\geq 60$  ετών) μοιράστηκαν σε ομάδα περπατήματος (14 άτομα) και ομάδα ελέγχου (14 άτομα). Στην ομάδα προπόνησης, οι συμμετέχοντες περπατούσαν 30 έως 60 λεπτά ανά συνεδρία σε 2 ημέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες (μέσος χρόνος περπατήματος  $49,4 \pm 8,8$  λεπτά / συνεδρία). Οι συγκεντρώσεις λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) στο πλάσμα έτειναν να είναι χαμηλότερες στην ομάδα βαδίσματος μετά από 12 εβδομάδες σε σχέση με τις τιμές πριν το προπονητικό πρόγραμμα. Επιπλέον, η αναλογία λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας προς χοληστερόλη λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (HDL) ήταν σημαντικά χαμηλότερη από την αναλογία βασικής τιμής στην ομάδα βαδίσματος μετά από 12 εβδομάδες. Ακόμα η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας μειώθηκαν σημαντικά με το πέρας του προπονητικού προγράμματος. Τα ευρήματα έδειξαν ότι ένα πρόγραμμα σωματικής δραστηριότητας χαμηλού όγκου παρείχε όφελος στην καρδιαγγειακή υγεία των ηλικιωμένων (Park et al., 2014).

Διάφορα είδη αερόβιας άσκησης υπάρχουν. Το Nordic Walking (Σκανδιναβικό περπάτημα) μπορεί να θεωρηθεί ως μια ασφαλής μορφή αερόβιας άσκησης για τους ηλικιωμένους, σύμφωνα με μία συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση που πραγματοποιήθηκε και η οποία αξιολόγησε τα ευρήματα 15 μελετών. Συγκριτικά με μια καθιστική ομάδα ελέγχου, οι συμμετέχοντες στο Nordic Walking μπόρεσαν να βελτιώσουν τη δυναμική ισορροπία, τη λειτουργική ισορροπία, τη μυϊκή δύναμη των άνω και των κάτω άκρων, την αερόβια ικανότητα, τις



καρδιαγγειακές παραμέτρους, τη σύσταση του σώματος και το λιπιδαιμικό προφίλ τους. Φαίνεται όμως ότι το Nordic Walking είχε αρνητική επίδραση στη στατική ισορροπία (Bullo et al,2017).

Μία άλλη έρευνα εξέτασε τους ρόλους του περπατήματος, της έντονης άσκησης και του καθιστικού χρόνου ως προς την πρόληψη των στεφανιαίων και καρδιαγγειακών επεισοδίων σε μια μεγάλη ομάδα μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών διαφόρων εθνικοτήτων. Έλαβαν μέρος 73.743 γυναίκες ηλικίας 50 έως 79 ετών. Μια αυξανόμενη βαθμολογία φυσικής δραστηριότητας είχε μια ισχυρή, αντίστροφη συσχέτιση με τον κίνδυνο τόσο των στεφανιαίων συμβάντων όσο και των συνολικών καρδιαγγειακών συμβάντων. Υπήρχαν παρόμοια ευρήματα μεταξύ λευκών και μαύρων γυναικών. Οι γυναίκες σε αυξανόμενα πεμπτημόρια ενεργειακής δαπάνης που μετρήθηκαν σε μεταβολικά ισοδύναμα (βαθμολογία MET) είχαν προσαρμοσμένους στην ηλικία σχετικούς κινδύνους στεφανιαίων συμβάντων 1,00, 0,73, 0,69, 0,68 και 0,47, αντίστοιχα. Σε πολυμεταβλητές αναλύσεις, η αντίστροφη κλίση μεταξύ της συνολικής βαθμολογίας MET και του κινδύνου καρδιαγγειακών συμβάντων παρέμεινε ισχυρή (προσαρμοσμένοι σχετικοί κίνδυνοι για την αύξηση των πεμπτημορίων 1,00, 0,89, 0,81, 0,78 και 0,72, αντίστοιχα.). Το περπάτημα και η έντονη άσκηση συσχετίστηκαν με παρόμοιες μειώσεις κινδύνου και τα αποτελέσματα δεν διέφεραν σημαντικά ανάλογα με τη φυλή, την ηλικία ή τον δείκτη μάζας σώματος. Οι γυναίκες που είτε περπατούσαν είτε ασκούσαν έντονα τουλάχιστον 2,5 ώρες την εβδομάδα είχαν μείωση κινδύνου περίπου 30 τοις εκατό. Ένας γρήγορος ρυθμός περπατήματος και λιγότερες ώρες που κάθονταν καθημερινά, προέβλεπε επίσης χαμηλότερο καρδιαγγειακό κίνδυνο, σε αντίθεση με την παρατεταμένη καθιστική ζωή (Manson et al.,2002).

Ερευνητές θέλησαν να διερευνήσουν την επίδραση της αναρρίχησης σκαλοπατιών σε γηραιούς ανθρώπους. Για αυτόν τον λόγο δημιουργήθηκαν 3 ομάδες: δύο ομάδες παρέμβασης (INT1 και INT2) και μία ομάδα ελέγχου (CON). Οι συμμετέχοντες του INT1 έπρεπε να ανεβαίνουν τις σκάλες κάνοντας κάθε βήμα (στρατηγική ενός βήματος), ενώ εκείνοι του INT2 είχαν οδηγίες να ανεβαίνουν τις σκάλες μόνο κάθε δεύτερο βήμα (στρατηγική δύο βημάτων) κατά τη διάρκεια της προπόνησης αναρρίχησης σκαλοπατιών. Οι ηλικιωμένοι έλαβαν μέρος εκούσια, αφού πρώτα κρίθηκαν ιατρικά υγιείς για συμμετοχή στο πρόγραμμα. Η διάρκεια των προπονήσεων (το ποσό των σκαλοπατιών που ανέβαιναν) αυξανόταν σταδιακά. Η

μέγιστη δύναμη και η εκρηκτική ισχύς δεν βελτιώθηκαν σημαντικά. Παρόλο που το συνολικό ποσό του έργου ήταν παρόμοιο μεταξύ των ομάδων, η ένταση της προπόνησης ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη στο INT2. Αυτό μπορεί να συνέβαλε στα εμφανέστερα προπονητικά αποτελέσματα σε αυτήν την ομάδα. Ο καρδιακός ρυθμός ηρεμίας μειώθηκε σημαντικά στην ομάδα INT2 (8 / min) σε σύγκριση με τις ομάδες INT1 (0 / min,  $P = 0,02$ ) και CON (0 / min,  $P = 0,03$ ). Σε σύγκριση με το CON, η αντίληψη κόπωσης για όλες τις εντάσεις και ο υπομέγιστος καρδιακός ρυθμός άσκησης κατά τη διάρκεια του μέτριου ανοδικού περπατήματος μειώθηκε σημαντικά (11 / λεπτό,  $P < 0,05$ ) στο INT2. Οι μετρήσεις βημάτων προς τα εμπρός σε δοκό ισορροπίας (πλάτος 4,5 cm) αυξήθηκαν στο INT2 σε σύγκριση με το CON. Με πιο έντονα αποτελέσματα στο INT2 (στρατηγική δύο βημάτων), το ανέβασμα σκαλοπατιών βελτίωσε σημαντικά τους καρδιακούς παλμούς ανάπαυσης και άσκησης, την αντίληψη κόπωσης και τη δυναμική απόδοση ισορροπίας σε υγιείς ηλικιωμένους, προσαρμογές που μπορούν να συμβάλλουν στην καλύτερη συνολική φυσική κατάσταση, τον μειωμένο κίνδυνο πτώσης και τη μικρότερη αντίληψη κόπωσης κατά τις καθημερινές δραστηριότητες (Donath et al., 2014).

#### **2.4 Συνεχής αερόβια προπόνηση**

Δύο είναι οι βασικοί άξονες της αερόβιας προπόνησης, ο όγκος προπόνησης και η έντασή της. Η ένταση και η διάρκεια της προπόνησης παίζουν σημαντικό ρόλο στις μεταβολικές προσαρμογές. Για τη ρύθμιση της έντασης της αερόβιας προπόνησης χρησιμοποιούνται 2 τρόποι, η διαλειμματική και η συνεχής προπόνηση. Όσον αφορά τη συνεχή προπόνηση, υπάρχουν 2 μέθοδοι για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας:

- 1) μεγάλης διάρκειας προπόνηση με μέτρια ένταση
- 2) μέτριας διάρκειας προπόνηση με μεγάλη ένταση

Με την πρώτη μέθοδο καλύπτεται μεγαλύτερη απόσταση και η ένταση κυμαίνεται περίπου στο 60% της  $VO_{2max}$ . Η δεύτερη μέθοδος είναι λιγότερο χρονοβόρα αλλά απαιτεί μεγαλύτερη ένταση, περίπου από 80 έως 90% της  $VO_{2max}$  (Κλεισούρας, 2011).

Σε πειραματική έρευνα (Gordon et al., 2019), χρησιμοποιήθηκε πρωτόκολλο σωματικής δραστηριότητας και μέτριας και υψηλής έντασης. 53 υγιείς ενήλικες ηλικίας  $62 \pm 6$  ετών, αφού συμφώνησαν, κλήθηκαν να ολοκληρώσουν 24

προπονητικές συνεδρίες (8 εβδομάδες; 3 ημέρες ανά εβδομάδα). Η πρώτη ομάδα εκτέλεσε ποδηλασία υψηλής έντασης και με τα δύο πόδια (17 άτομα ,HITDL), η δεύτερη ομάδα ποδηλασία υψηλής έντασης με το ένα πόδι (18 άτομα ,HITSL) και το τρίτο γκρουπ μέτριας έντασης ποδηλασία με τα δύο πόδια (18 άτομα, MCTDL). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η συνολική εργασία που ολοκληρώθηκε ήταν μεγαλύτερη στο MCTDL ( $5938 \pm 1462$  kJ) σε σύγκριση με το HITDL ( $3462 \pm 1063$  kJ) και το HITSL ( $4423 \pm 1875$  kJ). Παρατηρήθηκαν διαφορές πριν και μετά από την προπόνηση στην αναλογία μέσης-ισχίου ( $0,84 \pm 0,09$  έναντι  $0,83 \pm 0,09$ ,  $P < 0,01$ ), στη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας ( $129 \pm 11$  έναντι  $124 \pm 12$  mmHg,  $P < 0,01$ ), στην ολική χοληστερόλη ( $5,87 \pm 1,17$  έναντι  $5,55 \pm 0,98$  mmol/L,  $P < 0,01$ ) και στην LDL-c ( $3,70 \pm 1,04$  έναντι  $3,44 \pm 0,84$  mmol/L,  $P < 0,01$ ), χωρίς διαφορές μεταξύ των συνθηκών. Επιπλέον, η αερόβια ικανότητα αυξήθηκε μετά την προπόνηση ( $22,3 \pm 6,4$  έναντι  $24,9 \pm 7,6$  mL/kg/min  $P < 0,01$ ), χωρίς διαφορές μεταξύ των συνθηκών. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι και οι τρεις τρόποι άσκησης, υψηλής και μέτριας έντασης, μπορούν να συνταγογραφηθούν για την επίτευξη μείωσης του καρδιαγγειακού κινδύνου σε γηράσκοντα πληθυσμό.

Σε άλλη περίπτωση συνεχόμενης αερόβιας προπόνησης, 184 αρχικά υγιείς ηλικιωμένοι τυχαιοποιήθηκαν σε μια ομάδα μακροχρόνιας άσκησης (Ομάδα Α, 80 άτομα), μια ομάδα βραχυπρόθεσμης άσκησης (Ομάδα Β, 42 άτομα) και μια ομάδα ελέγχου (Ομάδα Γ, 62 άτομα). Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν οι καρδιαγγειακές επιδράσεις ενός μέτριου προγράμματος άσκησης σε ηλικιωμένους ηλικίας 60 έως 86 ετών που δεν ασκούσαν προηγουμένως. Μετά την ολοκλήρωση του τετράμηνου επιτηρούμενου αερόβιου προγράμματος με μέτρια ένταση, οι ασκούμενοι της ομάδας Α έλαβαν κυκλοεργόμετρα στο σπίτι και μετρητές παλμού για να συνεχίσουν την άσκηση στο σπίτι. Οι ασκούμενοι της ομάδας Β ενθαρρύνθηκαν να ασκηθούν στο σπίτι αλλά δεν τους δόθηκε εξοπλισμός γυμναστικής στο σπίτι. Τα άτομα της ομάδας ελέγχου προσοχής συνέχισαν με τα κανονικά τους πρότυπα δραστηριότητας. Όλα τα άτομα υποβλήθηκαν σε επαναλαμβανόμενες φυσιολογικές εξετάσεις, συμπεριλαμβανομένων των τεστ στρες, των πνευμονικών δοκιμών και των λιπιδίων στο αίμα σε τέσσερις μήνες και 12 μήνες μετά την έναρξη της δοκιμής και ήταν διαθέσιμα για μακροχρόνιες τηλεφωνικές συνεντεύξεις παρακολούθησης καθ' όλη τη διάρκεια του δεύτερου έτους συμμετοχής στη μελέτη. Μετά τη συμπλήρωση της διετούς μελέτης, συγκρίθηκαν δεδομένα σχετικά με νέες καρδιαγγειακές διαγνώσεις

και το χρόνο έναρξης αυτών των διαγνώσεων σε καθεμία από τις τρεις ομάδες. Τα ποσοστά εμφάνισης για έναρξη μιας νέας καρδιακής πάθησης ήταν τα εξής: Ομάδα Α, 2,5%, ομάδα Β, 2% και Ομάδα Γ, 13%. Ο μέσος χρόνος για την έναρξη της νέας καρδιαγγειακής κατάστασης ήταν 728 ημέρες για τους μακροχρόνιους αθλητές (ομάδα Α), 715 ημέρες για τους βραχυπρόθεσμους αθλητές (ομάδα Β) και 672 ημέρες για την ομάδα ελέγχου προσοχής (ομάδα Γ). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ένα τακτικό πρόγραμμα μέτριας άσκησης μπορεί να έχει καρδιαγγειακά οφέλη για όσους είναι άνω των 60 ετών, βελτιώνοντας την φυσική κατάσταση και παρέχοντας κάποια προστασία, ακόμη και βραχυπρόθεσμα, έναντι της ανάπτυξης νέων καρδιακών παθήσεων (Posner et al., 1990).

#### 2.4.1 Βελτίωση της $VO_{2max}$

Σε μία μετα-ανάλυση ελεγχόμενων κλινικών δοκιμών ποσοτικοποιήθηκε η επίδραση της αερόβιας άσκησης στη  $VO_{2max}$  (αερόβια φυσική κατάσταση) μεταξύ καθιστικών ηλικιωμένων και εξετάστηκαν οι συσχετισμοί τέτοιου μεγέθους με μεταβλητές παρέμβασης. Συνολικά 41 μελέτες, συμπεριλαμβανομένων 2102 ηλικιωμένων ατόμων (μέση ηλικία 60 ετών και άνω), επιλέχθηκαν για αρχική και τελική αξιολόγηση της  $VO_{2max}$ . Η συμμόρφωση, που ορίζεται ως το ποσοστό των εκπαιδευτικών συνεδριών αντοχής που παρακολούθησαν οι ομάδες άσκησης, κυμαινόταν από 75% έως 100% ( $87,3\% \pm 8,3\%$ ). Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων άσκησης και ελέγχου για το αρχικό  $VO_{2max}$ . Μετά την προπονητική παρέμβαση, οι ομάδες ελέγχου δεν είχαν καμία αλλαγή στη  $VO_{2max}$ , με ελαφρά μη σημαντική μέση μείωση. Αντίθετα, στις ομάδες άσκησης βρέθηκε στατιστικά σημαντική καθαρή αύξηση στη  $VO_{2max}$  (μέσος όρος  $\pm$  SEM,  $3,78 \pm 0,28 \text{ mL kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ; 95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI), 3,24–4,33,  $p < 0,001$ ). Τα μεγαλύτερα και στατιστικά σημαντικά κέρδη επιτεύχθηκαν όταν τα άτομα εκπαιδεύτηκαν αερόβια σε ένταση περίπου 60–65% της  $VO_{2max}$ . Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στα κέρδη  $VO_{2max}$  για εκείνα τα ηλικιωμένα άτομα που προπονήθηκαν σε εντάσεις πάνω από το 70% της  $VO_{2max}$  σε σύγκριση με εκείνους που εκπαιδεύτηκαν σε λιγότερο από το 70% της  $VO_{2max}$ . Επιπλέον, σπουδαιότερες αυξήσεις στη  $VO_{2max}$  βρέθηκαν όταν η διάρκεια της προπόνησης ήταν μεγαλύτερη από 20 εβδομάδες, με ανοδική τάση των κερδών με αυξημένη διάρκεια. Το μέγεθος των σημαντικών κερδών (η 16,3% βελτίωση της  $VO_{2max}$  που μπορεί να επιτευχθεί από

καθιστικά υγιή ηλικιωμένα άτομα) φαίνεται να έχει κλινική σημασία. Για να ζήσει έναν ανεξάρτητο τρόπο ζωής, ένα ηλικιωμένο άτομο απαιτεί ελάχιστη τιμή  $\dot{V}O_{2max}$  περίπου  $20 \text{ mL kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . Έτσι, μια αύξηση στη  $\dot{V}O_{2max}$   $3,8 \text{ mL kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  ως αποτέλεσμα της προπόνησης αντοχής που συνάγεται από αυτήν την ανάλυση μπορεί να αποδειχθεί πολύ ευεργετική και σημαντική για την υγεία και την ποιότητα της μετέπειτα ζωής του ηλικιωμένου πληθυσμού (Huang et al., 2005).

## 2.5 Διαλειμματική αερόβια προπόνηση

Η αερόβια διαλειμματική προπόνηση είναι μικρής διάρκειας επαναλαμβανόμενες μυϊκές προσπάθειες σχετικά υψηλής έντασης με ενδιάμεσα διαλείμματα. Σημαντικοί παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν για να γίνει σωστά η αερόβια διαλειμματική προπόνηση είναι:

- Ένταση προσπάθειας
- Διάρκεια προσπάθειας
- Επαναλήψεις σε κάθε σειρά
- Αριθμός σειρών
- Διάρκεια διαλείμματος (Κλεισούρας, 2011).

Τα προγράμματα διαλειμματικής προπόνησης (IATP) είναι συχνά λιγότερο καλά ανεκτά στους ηλικιωμένους σε σύγκριση με τους νεότερους ομολόγους. Πράγματι, η διατήρηση μιας τόσο υψηλής έντασης άσκησης για αρκετές εβδομάδες συνδέεται συχνά με μυϊκό πόνο και ταχεία εξάντληση, και την αναστολή του IATP. Έτσι σχεδιάστηκε ένα πιο ελαφρύ πρωτόκολλο (Bouaziz et al., 2018) με την πεποίθηση ότι ταιριάζει καλύτερα με τις ικανότητες των ηλικιωμένων. Για να είναι επιλέξιμοι, οι εθελοντές έπρεπε να είναι ηλικίας 70 ετών και άνω, λειτουργικά ανεξάρτητοι και ανάσκητοι. Οι υγιείς εθελοντές με καθιστική ζωή τοποθετήθηκαν τυχαία είτε στο πρόγραμμα διαλειμματικής προπόνησης με περιόδους ανάκαμψης (IATP-R) είτε στον καθιστικό τρόπο ζωής. Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν μια σταδιακά αυξανόμενη δοκιμασία άσκησης (IET) και μία 6λεπτη δοκιμή πεζοπορίας (6-MWT), στην αρχή και στο τέλος του εκπαιδευτικού προγράμματος. Τα δεδομένα που μετρήθηκαν και στις δύο ομάδες της μελέτης ήταν το πρώτο αναπνευστικό κατώφλι ( $\dot{V}T1$ ), η μέγιστη ανεκτή ισχύς (MTP), η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $\dot{V}O_{2peak}$ ), ο μέγιστος καρδιακός ρυθμός (HRmax) και η απόσταση που καλύφθηκε στη 6-MWT. Η εκπαίδευση IATP-R περιελάμβανε σε διάστημα 9,5 εβδομάδων 19 συνεδρίες

ποδηλασίας διάρκειας 30 λεπτών [ $6 \times 4$  λεπτά στο κατώφλι αερισμού (VT1) και  $6 \times 1$  στο 40% του VT1]. Με ποσοστό συμμόρφωσης 94,7% και χωρίς σημαντικά ανεπιθύμητα συμβάντα, οι συμμετέχοντες του IATP-R είδαν σε σύγκριση με τα άτομα της ομάδας ελέγχου να βελτιώνουν κατά τη διάρκεια του τελικού IET τις καρδιοαναπνευστικές παραμέτρους τους (MTP: + 19,2% έναντι -2,3%,  $VO_{2peak}$ : + 14,1% έναντι -2,7% και HRmax: + 1,6% έναντι -1,7%) και τις παραμέτρους αντοχής τους (VT1: + 18,3% έναντι -4,6%, HR στην αρχική τιμή VT1: -6,0% έναντι + 1,5% και η απόσταση που περπατήθηκε στα 6- MWT: + 11,6% έναντι -3,1%).

Μία άλλη μελέτη με διαλειμματικό πρόγραμμα εκπαίδευσης 3 μηνών, χρησιμοποίησε το αναπνευστικό κατώφλι ( $V_{th}$ ) ως δείκτη έντασης της προπόνησης. Είκοσι δύο ηλικιωμένα άτομα έγιναν δεκτά στη μελέτη και μοιράστηκαν τυχαία στην ομάδα προπόνησης (TG,  $n = 11$ ) και στην ομάδα ελέγχου (CG,  $n = 11$ ). Οι μέγιστες δοκιμές άσκησης πραγματοποιήθηκαν σε διάδρομο πριν ( $T_0$ ), κάθε μήνα ( $T_1$ ,  $T_2$ ) και μετά το διάστημα του προγράμματος 3 μηνών ( $T_3$ ). Η προπόνηση περιελάμβανε διαλειμματικό περπάτημα/ τζόκινγκ δύο φορές την εβδομάδα σε στίβο υπό την επίβλεψη ενός ερευνητή. Κάθε άτομο της παρεμβατικής ομάδας προπονήθηκε ατομικά με τον καρδιακό ρυθμό (HR $_{th}$ ) που αντιστοιχούσε στο  $V_{th}$  του, κάτι που μετρήθηκε στα  $T_0$ ,  $T_1$  και  $T_2$ . Από συνεδρία σε συνεδρία, η σειρά και η διάρκεια των ακολουθιών άσκησης / ανάκαμψης είχε ποικιλία με τέτοιο τρόπο ώστε τα άτομα να αυξάνουν σταδιακά τον συνολικό χρόνο άσκησής τους από μια αρχική διάρκεια 30 λεπτών σε μία ώρα στο τέλος της περιόδου προπόνησης. Σε σύγκριση με τις καθημερινές δραστηριότητες των ατόμων της ομάδας ελέγχου (CG), οι 8 ηλικιωμένοι που ολοκλήρωσαν το προπονητικό πρόγραμμα δεν παρουσίασαν τραυματισμούς που σχετίζονταν με το διαλειμματικό περπάτημα/τρέξιμο. Η μέση συμμόρφωση και η συμμετοχή στο προπονητικό πρόγραμμα ήταν 73% και 97,3%, αντίστοιχα. Με το πέρας των προπονήσεων, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και το αναπνευστικό κατώφλι ( $V_{th}$ ) αυξήθηκαν στην ομάδα (TG) κατά 20% και 26% αντίστοιχα, ενώ το HRmax που μετρήθηκε πριν και μετά την προπόνηση δεν διέφερε μεταξύ των δύο ομάδων. Ακόμα, αυτού του είδους η προπόνηση στο  $V_{th}$  αύξησε σημαντικά τον μέγιστο παλμό  $O_2$  και τον μέγιστο αερισμό στην ομάδα TG. Επιπλέον καταγράφηκαν μειώσεις στον υπομέγιστο αερισμό και στον καρδιακό ρυθμό σε υπομέγιστες ασκήσεις εξαιτίας της προπόνησης. Ωστόσο, δεδομένου ότι ο μείζων πιθανός

περιορισμός της παρούσας μελέτης ήταν ο σχετικά μικρός αριθμός ατόμων, πρέπει να διεξαχθούν περαιτέρω έρευνες με μεγαλύτερο πληθυσμό (Ahmaidi et al., 1998).

Ασφαλής μορφή άσκησης φαίνεται να είναι η προπόνηση εντός του νερού. Υγιείς γυναίκες ηλικίας  $69 \pm 4$  ετών πήραν μέρος σε διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης. Προπονήθηκαν με τρέξιμο / περπάτημα σε βαθύ νερό φορώντας γιλέκο 2 φορές την εβδομάδα για 8 εβδομάδες. Ο στοχευμένος καρδιακός ρυθμός ήταν το 75% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού και η προπόνηση περιελάμβανε αρκετές σύντομες περιόδους εργασίας και διαστήματα ανάπαυσης. Μετά την παρέμβαση, ο καρδιακός ρυθμός σε κατάσταση ηρεμίας ήταν 8% χαμηλότερος. Ο καρδιακός ρυθμός τους κατά την υπομέγιστη άσκηση ήταν 3% μικρότερος, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αυξήθηκε κατά 10% και ο μέγιστος αερισμός τους αυξήθηκε στο 14%. Εν κατακλείδι, το υψηλής έντασης τρέξιμο με γιλέκο σε βαθιά νερά βελτίωσε την υπομέγιστη ικανότητα εργασίας, τη μέγιστη αερόβια ισχύ και το μέγιστο αερισμό, με τα αποτελέσματα αυτά να είναι μεταβιβάσιμα σε χερσαίες δραστηριότητες των ηλικιωμένων γυναικών (Broman et al., 2006) .

### III. ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

#### 3.1 Αγγειακή βελτίωση ως απότοκο της προπόνησης

Με τη σωματική άσκηση, εκτός των άλλων, βελτιώνεται και η κυκλοφορία του αίματος στο ανθρώπινο σώμα. Παραδείγματος χάριν, οι μύες των κάτω άκρων συμπιέζουν τις φλέβες της περιοχής διευκολύνοντας έτσι την επιστροφή του αίματος στην καρδιά. Αυτή η λειτουργία των μυών ενισχύεται από την ενδυνάμωσή τους που συμβαίνει λόγω της άσκησης (Beers et al., 2007).

Οι αγγειακές προσαρμογές που πραγματοποιούνται ως απότοκο της αερόβιας προπόνησης διασφαλίζουν την αποτελεσματική και συνεχή ροή του αίματος στους δραστήριους μύες. Η συστηματική αερόβια άσκηση είναι η αιτία της αγγειογένεσης, κοινώς της αύξησης του αριθμού των τριχοειδών αγγείων. Η ευεργετική αυτή μεταβολή που γίνεται στο τριχοειδές δίκτυο προκαλεί:

- αυξημένη αιματική ροή στους ενεργούς μύες, με αποτέλεσμα την ευκολότερη διάχυση ουσιών, μεταβολιτών και οξυγόνου κατά τη διάρκεια μέγιστης μυϊκής προσπάθειας.
- μειωμένη συνολική περιφερική αντίσταση, η οποία εξυπηρετεί στην αύξηση της μέγιστης καρδιακής παροχής (Κλεισούρας,2011).

Η μικροαγγειακή λειτουργία μειώνεται με την ηλικία, την ασθένεια και την αδράνεια. Η μελέτη των Hurley et al., αποσκοπούσε να αξιολογήσει τη λειτουργία των μικρών αγγείων στο κάτω άκρο σε ηλικιωμένους με καθιστική ζωή μετά από αερόβια άσκηση. Έπειτα από τον προκαταρκτικό έλεγχο, τα άτομα τυχαιοποιήθηκαν εξίσου σε καθιστική ομάδα ελέγχου (CON) ή ομάδα άσκησης (EX). Η ομάδα EX ολοκλήρωσε 12 εβδομάδες εποπτευόμενης άσκησης σε διάδρομο [40 λεπτά ανηφορικού περπατήματος 4 ημέρες/ εβδ. στο 70% του καρδιακού ρυθμού εφεδρείας (HRR)]. Η ομάδα ελέγχου (CON) διατήρησε έναν καθιστικό τρόπο ζωής όλο αυτό το διάστημα. Τα αποτελέσματα έδειξαν, πως οι ηλικιωμένοι που έλαβαν μέρος στο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης μέτριας έντασης βελτίωσαν τη μικροαγγειακή λειτουργία του ποδιού τους. Επιπλέον, το VO<sub>2</sub>peak αυξήθηκε κατά 9% στην ομάδα άσκησης (πριν, 19,0 ± 3,1 mL/kg/min ; μετά, 20,8 ± 2,9 mL/kg/min), ενώ στην ομάδα



ελέγχου υπήρξε απώλεια 7% (πριν ,  $21,9 \pm 3,6$  mL/kg/min; μετά,  $20,4 \pm 3,5$  mL/kg/min ),  $P < 0,05$  (Hurley et al., 2019).

Η ενδοθηλίνη-1 (ET-1), η οποία παράγεται από αγγειακά ενδοθηλιακά κύτταρα, έχει ισχυρή συσσωρευτική και πολλαπλασιαστική δραστηριότητα σε κύτταρα αγγειακού λείου μυός και ως εκ τούτου έχει εμπλακεί στη ρύθμιση του αγγειακού τόνου και στην εξέλιξη της αθηροσκλήρωσης. Ερευνητές μέτρησαν τη συγκέντρωση ET-1 στο πλάσμα σε υγιείς νεαρές (21-28 ετών), υγιείς μεσήλικες (31-47 ετών) και υγιείς ηλικιωμένες γυναίκες (61-69 ετών). Το επίπεδο πλάσματος του ET-1 αυξήθηκε σημαντικά με τη γήρανση ( $1,02 \pm 0,08$ ,  $1,33 \pm 0,11$  και  $2,90 \pm 0,20$  pg / ml σε νέες, μεσήλικες και ηλικιωμένες γυναίκες, αντίστοιχα). Επιπλέον μέτρηση της συγκέντρωσης ET-1 στο πλάσμα έγινε στις ηλικιωμένες γυναίκες μετά από 3 μήνες αερόβιας άσκησης (ποδηλασία σε εργόμετρο ποδιού στο 80% στο κατώφλι αερισμού για 30 λεπτά, 5 ημέρες / εβδομάδα). Η τακτική αερόβια άσκηση μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση ET-1 στο πλάσμα στις ηλικιωμένες γυναίκες ( $2,22 \pm 0,16$  pg / ml,  $P < 0,01$ ) και επίσης μειώθηκαν σημαντικά η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση τους σε κατάσταση ηρεμίας. Αυτή η ελάττωση της συγκέντρωσης της ενδοθηλίνης-1 στο πλάσμα μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στο καρδιαγγειακό σύστημα, δηλαδή προλαμβάνει την εξέλιξη της υπέρτασης ή / και της αθηροσκλήρωσης από ενδογενές ET-1 (Maeda et al, 2003) .

### **3.2 Συστηματική άσκηση και λίπη**

Με την συστηματική προπόνηση συμβαίνουν αρκετές προσαρμογές εκτός των άλλων και στον μεταβολισμό των καυσίμων. Ειδικότερα :

- αποδομούνται περισσότερα λίπη, οδηγώντας έτσι στην καλύτερευση της αντοχής και στην εξοικονόμηση του αποθηκευμένου γλυκογόνου στα μυϊκά κύτταρα
- η συγκέντρωση της χοληστερόλης στο αίμα, η οποία αποτελεί προδρομική ουσία των κυτταρικών μεμβρανών και των στεροειδών ορμονών, ακολουθεί πτωτική πορεία. Η υψηλή συγκέντρωση της χοληστερόλης στο αίμα διευκολύνει τον σχηματισμό αθηροσκλήρωσης, μίας πάθησης που βοηθάει να παρουσιαστούν καρδιαγγειακές βλάβες

- μειώνονται τα τριγλυκερίδια στο αίμα , εξαιτίας της μεγαλύτερης δραστικότητας του ενζύμου λιπάσης λιποπρωτεΐνης στον λιπώδη και μυϊκό ιστό. Αυξημένα επίπεδα τριγλυκεριδίων σχετίζονται με την καρδιακή νόσο
- μειώνονται τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL). Η LDL είναι ο βασικός μεταφορέας και εναποθέτης της χοληστερόλης στα κύτταρα, άρα και ο βασικός υπαίτιος για τον σχηματισμό αθηροσκλήρωσης. Αυτός είναι και ο λόγος που αποκαλείται ως <<κακή >> χοληστερόλη
- αυξάνονται τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (HDL) στο αίμα. Η HDL απομακρύνει την αχρείαστη αφθονία της χοληστερόλης από τους ιστούς και το αίμα μεταφέροντας την στο ήπαρ , και από εκεί αποβάλλεται στη χολή. Γι'αυτό έχει και το προσωνύμιο <<καλή>> χοληστερόλη
- σε συνδυασμό με τη σωστή διατροφή, μειώνεται το σωματικό λίπος και επέρχεται συρρίκνωση των λιποκυττάρων. Το λίπος που βρίσκεται στην κοιλιακή χώρα και το άνω μέρος του σώματος, όταν ξεπερνάει τα φυσιολογικά όρια, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην υγεία κάθε ανθρώπου (Κλεισούρας, 2011).

Ηλικιωμένοι και των δύο φύλων που συμμετείχαν σε ένα 4μηνο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης, εκτός των άλλων ευνοϊκών φυσιολογικών αλλαγών που παρατηρήθηκαν μετά το πέρας του προγράμματος, μείωσαν τα επίπεδα χοληστερόλης τους (Blumenthal et al., 1989).

Ηλικιωμένοι  $\geq 60$  ετών που περπατούσαν 30 έως 60 λεπτά 2 φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες, στο τέλος του προγράμματος είχαν μειωμένες συγκεντρώσεις λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας(LDL) οξειδωμένες στο πλάσμα, όπως και χαμηλότερη αναλογία οξειδωμένης λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας προς χοληστερόλη λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας σε σχέση με πριν τη βάρδια. Επιπλέον, ελαττώθηκε η αρτηριακή πίεση ηρεμίας εξαιτίας της προπόνησης (Park et al., 2014).

Δεκαοχτώ σχετικά υγιείς ανασκητες εμμηνοπαυσιακές γυναίκες από την Γκάνα ακολούθησαν ένα πειραματικό πρωτόκολλο και μοιράστηκαν τυχαία σε ομάδα άσκησης (EG, 8 γυναίκες) και ομάδα ελέγχου (CG, 10 γυναίκες). Η προπονητική ομάδα (EG) έκανε προπόνηση αερόβιας άσκησης μέτριας έντασης για 8εβδομάδες, 3φορές την εβδομάδα, ενώ η ομάδα ελέγχου (CG) παρακολούθησε κανονικές

καθημερινές δραστηριότητες. Μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης, η προπονητική ομάδα παρουσίασε σημαντική μείωση του λόγου καρδιαγγειακού κινδύνου, καθώς και μη σημαντικές μειώσεις στα LDL (λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας), SBP(συστολική αρτηριακή πίεση), DBP(διαστολική αρτ. πίεση) και το βάρος. Η ομάδα ελέγχου παρουσίασε σημαντική αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης και μια μη σημαντική αύξηση της LDL και του καρδιαγγειακού κινδύνου. Η ποιότητα ζωής βελτιώθηκε σημαντικά στην ομάδα EG σε σύγκριση με την ομάδα CG μετά το πέρας της προπόνησης. Συμπερασματικά, η αερόβια άσκηση μείωσε τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και φάνηκε μια πιθανή επίδραση στο προφίλ λιπιδίων και στην υγεία σχετικά με την ποιότητα ζωής τους (Akwa et al., 2017).

### 3.3 Δια βίου ασκούμενοι

Σε σύγκριση με τους ανενεργούς ηλικιωμένους, οι δια βίου σωματικά ενεργοί ηλικιωμένοι έχουν υψηλότερα επίπεδα φυσιολογικής λειτουργίας. Αυτό περιλαμβάνει το μεταβολικό, σκελετικό, το καρδιαγγειακό και το ανοσοποιητικό σύστημα (Bangsbo et al., 2019).

Η άσκηση τακτικής συχνότητας για  $\geq 25$  χρόνια επηρεάζει θετικά το  $\dot{V}O_{2max}$ , τον όγκο παλμού (SV), τη συστηματική απόσπασση οξυγόνου και την σύζευξη κοιλιακής αρτηρίας κατά τη διάρκεια άσκησης σε υγιείς ηλικιωμένους, με εμφανέστερα αποτέλεσμα να παρατηρούνται όταν πραγματοποιούνται τέσσερις ή περισσότερες εβδομαδιαίες συνεδρίες άσκησης αντοχής εφόρου ζωής. Επιπλέον, με  $\geq 4$ εβδομαδιαίες συνεδρίες άσκησης αντοχής για τουλάχιστον 25 χρόνια βελτιώνεται η μεταφορά και χρήση οξυγόνου ( $O_2$ ) κατά τη μέγιστη άσκηση σε σύγκριση με τις χαμηλότερες συχνότητες της δια βίου άσκησης. Οι υψηλότερες συχνότητες άσκησης αντοχής δια βίου συσχετίστηκαν με μεγαλύτερη μάζα TBV(συνολικός όγκος αίματος) και LV (αριστερή κοιλία), καθώς επίσης οδήγησαν στον έλεγχο του καρδιακού ρυθμού κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Ωστόσο, η βελτιωμένη ρύθμιση του όγκου παλμού (SV) κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν συνδυάζεται με ευνοϊκά αποτελέσματα στην πλήρωση της LV, ακόμα και όταν η καρδιά είναι πλήρως φορτωμένη. Μια χαμηλή συχνότητα δια βίου άσκησης (2-3 συνεδρίες / εβδομάδα) ασκεί μέτρια επίδραση στο  $\dot{V}O_{2max}$  που εκφράζεται σε σχέση με τη συνολική μάζα σώματος (~8%), ενώ με την προσθήκη μίας έως δύο συνεδριών άσκησης πάνω από

αυτό το επίπεδο (4-5 συνεδρίες / εβδομάδα) γίνεται επαρκές το ερέθισμα για τον περιορισμό της μείωσης του  $\dot{V}O_{2max}$  με τη γήρανση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέγιστη αρτηριοφλεβική διαφορά οξυγόνου ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε προπονημένους ηλικιωμένους. Είναι ενδιαφέρουσα η παρατήρηση ότι ακόμη και μια χαμηλή συχνότητα δια βίου άσκησης (2-3 συνεδρίες / εβδομάδα) βελτίωσε την απόσπαση οξυγόνου από μεταβολικά ενεργό ιστό κατά τη μέγιστη άσκηση (Carrick-Ranson et al., 2014).

Ερευνητές εξέτασαν την αερόβια ικανότητα ολόκληρου του σώματος και τους μυοκυτταρικούς δείκτες οξειδωτικού μεταβολισμού σε ελίτ αθλητές δια βίου αντοχής (9 άτομα,  $81 \pm 1$  ετών), οι οποίοι εξακολουθούσαν να συμμετέχουν ενεργά σε ανταγωνιστικές διοργανώσεις, καθώς και σε υγιείς, απροπόνητους άνδρες (6 άτομα,  $82 \pm 1$  ετών). Κάθε άτομο πραγματοποίησε μια μέγιστη δοκιμή κυκλοεργομέτρου για να αξιολογηθεί η αερόβια χωρητικότητα ( $\dot{V}O_{2max}$ ). Επιπλέον, τα άτομα είχαν μια βιοψία μυϊκής πλάγιας ηρεμίας για να εκτιμηθούν τα οξειδωτικά ένζυμα (κιτρική συνθάση και  $\beta$ HAD) και οι μοριακοί (mRNA) στόχοι που σχετίζονται με μιτοχονδριακή βιογένεση. Τα ευρήματα έδειξαν πως οι ογδόντα ετών και πάνω δια βίου αθλητές είχαν υψηλότερα ποσοστά απόλυτου ( $2,6 \pm 0,1$  έναντι  $1,6 \pm 0,1$  l / min) και σχετικού ( $38 \pm 1$  έναντι  $21 \pm 1$  ml kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>)  $\dot{V}O_{2max}$ , αερισμού ( $79 \pm 3$  έναντι  $64 \pm 7$  l / min), καρδιακού ρυθμού ( $160 \pm 5$  έναντι  $146 \pm 8$  παλμοί ανά λεπτό) και τελικού παραγόμενου έργου ( $182 \pm 4$  έναντι  $131 \pm 14$  W) σε σχέση με τους ανεκπαίδευτους άντρες της αντίστοιχης ηλικίας. Ακόμη, τα οξειδωτικά ένζυμα των σκελετικών μυών ήταν κατά 54% (κιτρική συνθάση) και 42% ( $\beta$ HAD) υψηλότερα στους αθλητές δια βίου αντοχής. Ομοίως, το βασικό PGC-1 $\alpha$  και το Tfam mRNA ήταν 135% και 80% μεγαλύτερα αντίστοιχα, στους αθλητές  $\geq 80$  ετών. Αξίζει να τονιστεί, ότι το  $\dot{V}O_{2max}$  των δια βίου αθλητών αντοχής ήταν πάρα πολύ υψηλό για ανθρώπους ηλικίας  $> 80$  ετών και είναι συγκρίσιμο με άνδρες 40 χρόνια νεότερους που δεν έχουν προπονηθεί στην αντοχή. Καταληκτικά, το ανώτερο προφίλ καρδιαγγειακής και σκελετικής μυϊκής υγείας των αθλητών ογδόντα ετών και άνω παρέχει ένα μεγάλο λειτουργικό απόθεμα πάνω από το αερόβιο όριο για κινητική αδυναμία και σχετίζεται με χαμηλότερο κίνδυνο αναπηρίας και θνησιμότητας (Trappe et al., 2013).

### 3.4 Αξιοσημείωτο συμβάν

Ένα αξιοσημείωτο γεγονός ήταν η καταγραφή παγκοσμίου ρεκόρ ποδηλασίας 1 ώρας για άτομα ηλικίας  $\geq 100$  ετών στα 24,25 χιλιόμετρα από τον Robert Marchand. Δεν σταμάτησε όμως εκεί καθώς 2 χρόνια μετά, στα 103 έτη της ζωής του, βελτίωσε το ρεκόρ του στα 26,92 χλμ (+ 11%). Ο συγκεκριμένος άνθρωπος είχε σταματήσει την ποδηλασία από την ηλικία των 25 ετών. Πριν από τη συμμετοχή του στο πείραμα, ενημερώθηκε για τους κινδύνους και τις πιέσεις που σχετίζονται με το πρωτόκολλο και έδωσε τη γραπτή εθελοντική ενημερωμένη συγκατάθεσή του για τις δοκιμές και για τη δημόσια αναφορά των αποτελεσμάτων. Το άτομο ήταν απαλλαγμένο από γνωστή καρδιαγγειακή, αναπνευστική και κυκλοφοριακή δυσλειτουργία. Για 2 χρόνια, έκανε 5.000 χλμ / έτος με προπόνηση ποδηλασίας που περιελάμβανε το 80% των χιλιομέτρων με «ελαφριά» υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης (RPE)  $\leq 12$  και το 20% με «σκληρή» RPE  $\geq 15$  σε ρυθμό ποδηλάτησης μεταξύ 50-70 περιστροφές ανά λεπτό (rpm). Μετά την προπονητική παρέμβαση, το σωματικό του βάρος και η άλιπη μάζα σώματός του δεν άλλαξαν, ενώ η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) αυξήθηκε ( $31-35 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ; + 13%). Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς αυξήθηκε από 90 σε 125 W (+ 39%), κυρίως λόγω της αύξησης της μέγιστης συχνότητας ποδηλάτησης (69–90 rpm, + 30%). Ο μέγιστος καρδιακός ρυθμός (134–137 παλμοί / λεπτό) και ο καρδιακός ρυθμός ενώ καθόταν στο ποδήλατο και στα 0 W (65- 63 παλμοί / λεπτό) δεν άλλαξαν σημαντικά, σε αντίθεση με τον μέγιστο αερισμό ( $57-70 \text{ l / min}$ , + 23%), την αναπνευστική συχνότητα (38–41 κύκλοι / λεπτό, + 8%) και τον αναπνεόμενο όγκο (1,5-1,7 λίτρα, + 13%). Η αναλογία αναπνευστικής ανταλλαγής αυξήθηκε (1,03-1,14) στον ίδιο βαθμό με την ανοχή στο  $VCO_2$  (παραγωγή διοξειδίου του άνθρακος). Εν κατακλείδι, είναι δυνατή η αύξηση της απόδοσης και του  $VO_{2max}$  με την προπόνηση που εστιάζει σε υψηλό ρυθμό πεντάλ ακόμα και μετά την ηλικία των 100 ετών (Billat et al, 2017).

### 3.5 Συνδυαστική προπόνηση

Η γήρανση και η σωματική δραστηριότητα αλληλεπιδρούν αμοιβαία. Η γήρανση επηρεάζει την ικανότητα κίνησης, αλλά η έλλειψη κίνησης επιταχύνει τη διαδικασία γήρανσης. Η απώλεια μυϊκής μάζας που σχετίζεται με τη γήρανση (σαρκοπενία) είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες της μυοσκελετικής αδυναμίας και της μειωμένης κινητικής λειτουργίας στα γηρατειά. Είναι γνωστό ότι η αερόβια δραστηριότητα

αυξάνει την καρδιαγγειακή ικανότητα και μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων, όπως και η προπόνηση δύναμης, αυξάνει τη μυϊκή μάζα και μειώνει την αστάθεια και τις πτώσεις. Ωστόσο, υπάρχει ανάγκη διάκρισης μεταξύ της φυσιολογικής γήρανσης και της παθολογίας προκειμένου να προσδιοριστεί η συμβολή της σωματικής δραστηριότητας στη διαδικασία της γήρανσης (Mechling and Netz, 2009).

Σε προχωρημένη ηλικία, ένα ισορροπημένο πρόγραμμα σωματικής άσκησης με συνδυασμό ασκήσεων αντοχής και αντίστασης, φαίνεται να είναι αποτελεσματικό ως προς την πρόληψη της κινητικής αναπηρίας, τον μετριασμό της σαρκοπενίας και την αποκατάσταση της ευρωστίας (Marzetti et al., 2017). Μελέτη διερεύνησε εάν η συνδυασμένη προπόνηση δύναμης και αερόβιας προπόνησης μπορούν να ενισχύσουν την αερόβια ικανότητα στους ηλικιωμένους σε παρόμοιο βαθμό με την αερόβια προπόνηση μόνο, όταν και τα δύο προπονητικά προγράμματα έχουν την ίδια διάρκεια. Ηλικιωμένοι και των δύο φύλων (ηλικίας  $63,2 \pm 4,7$  ετών) μοιράστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες παρέμβασης: μια αερόβια ομάδα (AG) και μια συνδυασμένη ομάδα (CG). Τα άτομα εκπαιδεύτηκαν 40 λεπτά 3 φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Και οι δύο ομάδες εκπαιδεύτηκαν 20 λεπτά στο 65% του καρδιακού ρυθμού εφεδρείας σε κυκλοεργόμετρο και στη συνέχεια άλλα 20 λεπτά στο κυκλοεργόμετρο για την ομάδα AG, ενώ 20 λεπτά προπόνηση δύναμης για το κάτω μέρος του σώματος στην ομάδα CG. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η  $VO_{2max}$  στη συνδυαστική ομάδα προπόνησης αυξήθηκε κατά 17%, ενώ στην αερόβια ομάδα κατά 26%, χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Η μέγιστη εθελούσια συστολή (MVC) βελτιώθηκε 22% στο γκρουπ CG και 9% στο AG. Επιπρόσθετα, η μέση βελτίωση της 1 μέγιστης επανάληψης στην πρέσα ποδιών, την έκταση του γόνατος και την έκταση της κνήμης ήταν 54% στο CG και 31% στο AG. Από τα παραπάνω προκύπτει πως οι ηλικιωμένοι μπορούν να αντικαταστήσουν ένα μέρος της αερόβιας προπόνησής τους με προπόνηση δύναμης και να βελτιώσουν ακόμη τη  $VO_{2max}$  σε κλινικά σημαντικό βαθμό όταν η προπόνηση δύναμης εκτελείται με μεγάλες ομάδες μυών έπειτα από την αερόβια προπόνηση. Η συνδυασμένη προπόνηση βελτιώνει επιπλέον τη δύναμη και την αυτοαξιολογημένη γενική υγεία περισσότερο από την αερόβια προπόνηση μόνο (Burich et al., 2015).

Σε μια ανασκόπηση στην οποία συμπεριλήφθηκαν 175 εργασίες, τα αποτελέσματα έδειξαν πως η άσκηση μπορεί να αντιστρέψει εν μέρει τη σχετιζόμενη

με την ηλικία φυσιολογική μείωση και να βελτιώσει την ικανότητα εργασίας στους ηλικιωμένους. Σε πολλές από τις μελέτες φάνηκε ότι η διατήρηση μιας ελάχιστης ποσότητας και ποιότητας σωματικής άσκησης μείωσε τον κίνδυνο καρδιαγγειακής θνησιμότητας, σαρκοπενίας, απέτρεψε την εμφάνιση οστεοπενίας και άσκησε ακόμη και προφυλακτικό ρόλο κατά του νευροεκφυλισμού. Έτσι συνάγεται το συμπέρασμα ότι τα δομημένα προγράμματα κατάρτισης πρέπει να σχεδιάζονται για τη βελτίωση της φυσιολογικής λειτουργίας σε αυτόν τον πληθυσμό. Τέλος, τα οφέλη της άσκησης ποικίλλουν ανάλογα με τον όγκο της προπόνησης και αυτή η σχέση είναι ανεξάρτητη από την ηλικία και το φύλο (Mendonca et al., 2016).

Μια ενδιαφέρουσα έρευνα θέλησε να βρει την επίδραση του σκι στην φυσική κατάσταση γηραιού πληθυσμού. Το πειραματικό πρωτόκολλο ήταν διάρκειας 12 εβδομάδων, και τα 47 ηλικιωμένα άτομα (ηλικίας 60-76 ετών) που έλαβαν μέρος χωρίστηκαν σε ομάδα παρέμβασης (IG) και ομάδα ελέγχου (CG). Η ομάδα IG έκανε κατά μέσο όρο 28,5 ημέρες σκι με ξεναγό σε διάρκεια 12 εβδομάδων. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) βελτιώθηκε κατά 7,2% στην ομάδα άσκησης σε σχέση με πριν την έναρξη του εκπαιδευτικού προγράμματος, ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκε καμία ενδιαφέρουσα αλλαγή. Το ύψος άλματος αυξήθηκε κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων κατά μέσο όρο 6% για το IG, ενώ για το CG επιδεινώθηκε κατά -11,7%. Ακολούθως, η δυναμική μέγιστη αντοχή που μετρήθηκε και στα δύο πόδια στο τέλος του προγράμματος σκι αυξήθηκε κατά 16% στο γκρουπ προπόνησης και στο γκρουπ ελέγχου μεγάλωσε κατά 7%. Στη σταθερότητα του σώματος δεν παρατηρήθηκαν σπουδαίες διαφορές μεταξύ των ομάδων έπειτα τις 12 εβδομάδες. Με βάση τα παραπάνω, φαίνεται ότι σε ηλικιωμένα άτομα, 12 εβδομάδες σκι οδηγεί σε σημαντική αύξηση της αερόβιας ικανότητας, της ισχύος των μυών των ποδιών και της δύναμης (Müller et al., 2011).

### **3.6 Συνιστώμενη δοσολογία άσκησης**

Τα επιστημονικά στοιχεία που αποδεικνύουν τα ευεργετικά αποτελέσματα της άσκησης είναι αδιαμφισβήτητα και τα οφέλη της άσκησης υπερτερούν κατά πολύ των κινδύνων στους περισσότερους ενήλικες. Ένα πρόγραμμα τακτικής άσκησης που περιλαμβάνει καρδιοαναπνευστική άσκηση, προπόνηση αντιστάσεων, ευλυγισίας και νευροκινητικές ασκήσεις πέρα από τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής για τη βελτίωση και τη διατήρηση της φυσικής κατάστασης και της υγείας είναι απαραίτητο

για τους περισσότερους ενήλικες. Το ACSM (Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής) συνιστά στους περισσότερους ενήλικες να κάνουν καρδιοαναπνευστική άσκηση μέτριας έντασης για  $\geq 30$  λεπτά την ημέρα για  $\geq 5$  ημέρες την εβδομάδα με συνολικό χρόνο άσκησης  $\geq 150$  λεπτά/εβδομάδα ή καρδιοαναπνευστική προπόνηση έντονης έντασης για  $\geq 20$  λεπτά την ημέρα για  $\geq 3$  ημέρες ανά εβδομάδα ( $\geq 75$  λεπτά την εβδομάδα) ή συνδυασμό άσκησης μέτριας και έντονης έντασης για την επίτευξη συνολικής ενεργειακής δαπάνης  $\geq 500-1000$  MET την εβδομάδα.

Ακόμη, 2 με 3 μη διαδοχικές ημέρες την εβδομάδα, οι ενήλικες θα πρέπει να κάνουν ασκήσεις ενδυνάμωσης για καθεμία από τις κύριες μυϊκές ομάδες, αλλά και νευροκινητική άσκηση που περιλαμβάνει ισορροπία, ευκινησία και συντονισμό. Συνιστάται ως καθοριστικής σημασίας για τη διατήρηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων η συμπλήρωση μιας σειράς ασκήσεων ευλυγισίας για καθεμία από τις κύριες ομάδες μυών-τενόντων (συνολικά 60 δευτερόλεπτα ανά άσκηση) για  $\geq 2$  ημέρες ανά εβδομάδα. Το πρόγραμμα άσκησης θα πρέπει να τροποποιείται σύμφωνα με τη συνήθη φυσική δραστηριότητα, τη σωματική λειτουργία, την κατάσταση της υγείας, τις αποκρίσεις στην άσκηση και τους καθορισμένους στόχους του κάθε ατόμου. Οι ενήλικες που δεν πετυχαίνουν τους στόχους προπόνησης που περιγράφονται παραπάνω, εξακολουθούν να μπορούν να επωφεληθούν από τη συμμετοχή σε μικρότερες από τις συνιστώμενες ποσότητες άσκησης. Εκτός από τη συστηματική άσκηση υπάρχουν οφέλη για την υγεία με ταυτόχρονη μείωση του συνολικού χρόνου που ασχολείται κανείς με καθιστικές συνήθειες και επίσης με συχνές, σύντομες περιόδους ορθοστασίας και σωματικής δραστηριότητας μεταξύ περιόδων καθιστικής δραστηριότητας, ακόμη και σε σωματικά ενεργούς ενήλικες (Garber et al., 2011).

### **3.7 Οι ωφέλειες της άσκησης δεν αποταμιεύονται**

Οι ωφέλιμες επιδράσεις της τακτικής άσκησης, οι οποίες εκδηλώνονται σε μεταβολικούς, καρδιοαναπνευστικούς, νευρομυϊκούς και άλλους τομείς δεν αποταμιεύονται για μελλοντική χρήση. Απεναντίας, οι όποιες προσαρμογές έχουν συμβεί αναστρέφονται με γοργούς ρυθμούς όταν ο άνθρωπος παύει να ασκείται και εξαφανίζονται εντελώς με την παρατεταμένη διακοπή της άσκησης και την ακινησία. Όσοι συνεχίζουν να ασκούνται με μικρότερη συχνότητα και ένταση σε σχέση με



πρωτίτερα, οι μεταβολικές τους προσαρμογές αναστρέφονται μερικώς (Κλεισούρας, 2011).

Σε πειραματικό πρωτόκολλο (Lobo et al., 2010), μετά από 1 έτος τακτικής προπόνησης (2 φορές/εβδ.) εποπτευόμενο από εξειδικευμένο εκπαιδευτή, ακολούθησε 3μηνη περίοδος στην οποία οι ηλικιωμένοι μπορούσαν να συνεχίσουν τις φυσιολογικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, αλλά δεν έπρεπε να συμμετέχουν σε κανένα πρόγραμμα εποπτευόμενης προπόνησης. Οι επιπτώσεις της αποτροπής από την προπόνηση στα άτομα ήταν πιο εμφανείς στο κάτω μέρος του σώματος, αν και η δύναμη στο πάνω μέρος του σώματος μειώθηκε επίσης στο γκρουπ που προπονήθηκε στη δύναμη. Ωστόσο, οι τιμές παρέμειναν υψηλότερες από ό, τι πριν από την προπόνηση. Μόνο η ευκινησία / δυναμική ισορροπία, ιδιαίτερα στην ομάδα αερόβιας προπόνησης, επανήλθε σε τιμές ελαφρώς χαμηλότερες από την αρχική τιμή. Σε αντίθεση, παρατηρήθηκε ότι η αερόβια αντοχή ήταν η λιγότερο επηρεασμένη παράμετρος από την περίοδο αποτροπής. Στις δύο ομάδες παρέμβασης δεν υπέστησαν σημαντικές αλλαγές μετά την αποτροπή της άσκησης οι καρδιαγγειακές μεταβλητές καθώς και το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας, το οποίο παρέμεινε σημαντικά υψηλότερο από τις αρχικές τιμές. Επομένως, τα μακροπρόθεσμα προγράμματα άσκησης που έχουν ακολουθηθεί πριν από τη διακοπή της δραστηριότητας ενδέχεται να προσφέρουν λειτουργική προστασία. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα επισημαίνουν ότι η περίοδος 3 μηνών αποτροπής έπειτα από ένα έτος προπόνησης μείωσε το μεγαλύτερο μέρος των ευνοϊκών λειτουργικών αλλαγών που επιτεύχθηκαν μετά την προπόνηση. Επομένως, τα δεδομένα ενισχύουν την ιδέα ότι η αποτροπή επηρεάζει τη φυσική κατάσταση και οι ηλικιωμένοι πρέπει να συμμετέχουν σε ένα συστηματικό πρόγραμμα άσκησης καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής τους, προκειμένου να διατηρούν ή να βελτιώνουν τη λειτουργική τους απόδοση.

#### IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η γήρανση οδηγεί στην σταδιακή εκφύλιση γενικότερα της υγείας/ευρωστίας του ανθρώπου, οπότε και σε μειωμένη αερόβια ικανότητα και καρδιαγγειακή λειτουργία ειδικότερα. Ωστόσο, ένα συστηματικό πρόγραμμα άσκησης μπορεί να βοηθήσει στην βελτίωση της υγείας ανεξαρτήτου ηλικίας. Απροπόνητοι ηλικιωμένοι που παίρνουν μέρος σε αερόβια προγράμματα άσκησης δύνανται να βελτιώσουν καρδιοαναπνευστικές και καρδιαγγειακές παραμέτρους. Λεπτομερέστερα, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ), η αερόβια ικανότητα, ο μέγιστος καρδιακός ρυθμός, το παραγόμενο έργο και η συνολική ευρωστία του ασκούμενου επιδέχονται βελτιώσεις. Επιπλέον μπορεί να μειωθεί ο καρδιακός ρυθμός ηρεμίας, ο καρδιακός ρυθμός στην υπομέγιστη άσκηση, καθώς και η διαστολική και συστολική αρτηριακή πίεση. Η συστηματική αερόβια προπόνηση προκαλεί αγγειακές προσαρμογές, π.χ. αγγειογένεση. Ακόμη δημιουργεί μεταβολές στο λιπιδαιμικό προφίλ, αφού τα επίπεδα χοληστερόλης και τα τριγλυκερίδια στο αίμα ακολουθούν πτωτική πορεία, μειώνονται τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) και αυξάνονται τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (HDL). Έτσι, ελαττώνεται ο κίνδυνος να προκληθεί κάποιο καρδιαγγειακό συμβάν. Όλες οι παραπάνω προσαρμογές δεν σημαίνει ότι συμβαίνουν σε κάθε άνθρωπο σαν αποτέλεσμα της αερόβιας προπόνησης. Πρέπει να τονιστεί, ότι η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια της αερόβιας δραστηριότητας ποικίλλει από έρευνα σε έρευνα, άρα και οι οποιεσδήποτε βελτιώσεις στην υγεία των συμμετεχόντων είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από το εκάστοτε πρόγραμμα που ακολούθησαν. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δια βίου σωματικά ενεργοί ηλικιωμένοι σε σύγκριση με τους υγιείς απροπόνητους ηλικιωμένους έχουν καλύτερο μεταβολικό, μυοσκελετικό, καρδιαγγειακό και αερόβιο προφίλ. Τα προγράμματα προπόνησης που συνδυάζουν ασκήσεις αντοχής και ενδυνάμωσης φαίνεται να μειώνουν την αστάθεια και τις πτώσεις, τον κίνδυνο καρδιαγγειακής θνησιμότητας και σαρκοπενίας, ενώ επιπλέον αυξάνουν την αερόβια ικανότητα και τη δύναμη. Οι ωφέλιμες επιδράσεις της συστηματικής προπόνησης αναστρέφονται όμως όταν ο άνθρωπος σταματήσει να ασκείται και εξαφανίζονται εντελώς με την παρατεταμένη διακοπή της άσκησης και την ακινησία.

## V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmaidi S., Masse-Biron J., Adam B., Choquet D., Freville M., Libert J.P., Prefaut C. (1998). Effects of interval training at the ventilatory threshold on clinical and cardiorespiratory responses in elderly humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78(2):170-6.
- Akwa L.G., Moses M.O., Emikpe A.O., Baffour-Awuah B., Asamoah B., Addai-Mensah O., Annani-Akollor M., Osei F., Appiah E.J. (2017). Lipid profile, cardiorespiratory function and quality of life of postmenopausal women improves with aerobic exercise. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(3):698-709.
- Bangsbo J., Blackwell J., Boraxbekk C., Caserotti P., Dela F., Evans A.B., Jespersen A.P. *et al.* (2019). Copenhagen Consensus statement: physical activity and ageing. *British Journal of Sports Medicine*, 53:856-858.
- Beers M.H., Jones T.V., Berkwits M., Kaplan J.L., Porter R. Επιμέλεια: Βολίκας Κ., Θεοδωράκης Μ.Ι. (2007). *MERCK ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ, Η ΥΓΕΙΑ ΣΤΗΝ 3<sup>η</sup> ΗΛΙΚΙΑ*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ.
- Billat V., Dhonneur G., Mille-Hamard L., Le Moyec L., Momken I., Launay T., Koralsztejn J.P., Besse S. (2017). Case Studies in Physiology: Maximal oxygen consumption and performance in a centenarian cyclist. *Journal of Applied Physiology*, 122(3):430-434.
- Blumenthal J.A., Emery C.F., Madden D.J., George L.K., Coleman R.E., Riddle M.W., McKee D.C., Reasoner J., Williams R.S. (1989). Cardiovascular and Behavioral Effects of Aerobic Exercise Training in Healthy Older Men and Women. *Journal of Gerontology*, 44(5):M147-57.
- Bouaziz W., Schmitt E., Vogel T., Lefebvre F., Remetter R., Lonsdorfer E., Leprêtre P.M., Kaltenbach G., Geny B., Lang P.O. (2018). Effects of Interval Aerobic Training Program with Recovery bouts on cardiorespiratory and endurance fitness in seniors. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(11):2284-2292.
- Broman G., Quintana M., Lindberg T., Jansson E., Kaijser L. (2006). High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *European Journal of Applied Physiology*, 98(2):117-23.
- Bullo V., Gobbo S., Vendramin B., Duregon F., Cugusi L., Di Blasio A., Bocalini D.S., Zaccaria M., Bergamin M., Ermolao A. (2017). Nordic Walking Can Be Incorporated in the Exercise Prescription to Increase Aerobic Capacity, Strength, and Quality of Life for Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Rejuvenation Research*, 21(2):141-161.
- Burich R., Teljigović S., Boyle E., Sjøgaard G. (2015). Aerobic training alone or combined with strength training affects fitness in elderly: Randomized trial. *European Journal of Sport Science*, 15(8):773-83.

- Carrick-Ranson G., Hastings J.L., Bhella P.S., Fujimoto N., Shibata S., Palmer M.D., Boyd K., Livingston S., Dijk E., Levine B.D. (2014). The effect of lifelong exercise dose on cardiovascular function during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 116(7): 736–745.
- Corbin C.B., Welk G.J., Corbin W.R., Welk K.A. Επιμέλεια: Γελαδάς Ν. (2016). *ΑΣΚΗΣΗ – ΕΥΡΩΣΤΙΑ – ΥΓΕΙΑ* : Εκδόσεις BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, (Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ), Nicosia.
- Donath L., Faude O., Roth R., Zahner L. (2014). Effects of stair-climbing on balance, gait, strength, resting heart rate, and submaximal endurance in healthy seniors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2): e93-101.
- Garber C.E., Blissmer B Deschenes M.R., Franklin B.A., Lamonte M.J., Lee IM., Nieman D.C., Swain D.P., American College of Sports Medicine. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7):1334-59.
- Gordon N., Abbiss C.R., Maiorana A.J., James A.P., Clark K., Marston K.J., Peiffer J.J.(2019). High-Intensity Single-Leg Cycling Improves Cardiovascular Disease Risk Factor Profile. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(11):2234-2242.
- Huang G., Gibson C.A., Tran Z.V., Osness W.H. (2005). Controlled Endurance Exercise Training and VO<sub>2</sub>max Changes in Older Adults: A Meta-Analysis. *Preventive Cardiology*, 8(4):217-25.
- Hurley D.M., Williams E.R., Cross J.M., Riedinger B.R., Meyer R.A., Abela G.S., Slade J.M. (2019). Aerobic Exercise Improves Microvascular Function in Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(4):773-781.
- Kohrt W.M., Malley M.T., Coggan A.R., Spina R.J., Ogawa T., Ehsani A.A., Bourey R.E., Martin W.H. 3rd, Holloszy J.O. (1991). Effects of gender, age, and fitness level on response of VO<sub>2</sub>max to training in 60-71 yr olds. *Journal of Applied Physiology*, 71(5):2004-11.
- Landin R.J., Linnemeier T.J., Rothbaum D.A., ChappellearJ., Noble R.J. (1985). Exercise testing and training of the elderly patient. *Cardiovascular Clinics*, 15(2):201-18.
- Lobo A., Carvalho J., Santos P. (2010). Effects of Training and Detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health-Promotion Interventions in Institutionalized Elders. *International Journal of Family Medicine*, Volume 2010, Article ID 486097, 10 pages. doi:10.1155/2010/486097
- Maeda S., Tanabe T., Miyauchi T., Otsuki T., Sugawara J., Iemitsu M., Kuno S., Ajisaka R., Yamaguchi I., Matsuda M. (2003). Aerobic exercise training reduces

plasma endothelin-1 concentration in older women. *Journal of Applied Physiology*, 95(1):336-41.

-Manson J.E., Greenland P., LaCroix A.Z., Stefanick M.L., Mouton C.P., Oberman A., Perri M.G., Sheps D.S., Pettinger M.B., Siscovick D.S. (2002). Walking Compared with Vigorous Exercise for the Prevention of Cardiovascular Events in Women. *The New England Journal of Medicine*, 347(10):716-25.

-Marzetti E., Calvani R., Tosato M., Cesari M., Di Bari M., Cherubini A., Broccatelli M., Saveria G., D'Elia M., Pahor M., Bernabei R., Landi F., SPRINTT Consortium. (2017). Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging - Clinical and Experimental Research*, 29(1):35-42.

-Mechling H., Netz Y. (2009). Aging and inactivity—capitalizing on the protective effect of planned physical activity in old age. *European Review of Aging and Physical Activity*, 6(2):89-97.

-Mendonca G.V., Pezarat-Correia P., Vaz J.R., Silva L., Almeida I.D., Heffernan K.S. (2016). Impact of Exercise Training on Physiological Measures of Physical Fitness in the Elderly. *Current Aging Science*, 9(4):240-259.

-Müller E., Gimpl M., Kirchner S., Kröll J., Jahnel R., Niebauer J., Niederseer D., Scheiber P. (2011). Salzburg Skiing for the Elderly Study: influence of alpine skiing on aerobic capacity, strength, power, and balance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21 Suppl 1:9-22.

-Park J.H., Miyashita M., Takahashi M., Kawanishi N., Hayashida H., Kim H.S., Suzuki K., Nakamura Y. (2014). Low-Volume Walking Program Improves Cardiovascular-Related Health in Older Adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3): 624–631.

-Posner J.D., Gorman K.M., Gitlin L.N., Sands L.P., Kleban M., Windsor L., Shaw C. (1990). Effects of Exercise Training in the Elderly on the Occurrence and Time To Onset of Cardiovascular Diagnoses. *Journal of the American Geriatrics Society*, 38(3):205.

-Sagiv M. (2008). Editorial: promotion for physical activity in elderly. *European Review of Aging and Physical Activity*, 5:59–60.

-Singh R. (2002). The Importance of Exercise as a Therapeutic Agent. *The Malaysian Journal of Medical Sciences*, 9(2): 7–16.

-Sirbu E. (2012). The effects of moderate aerobic training on cardiorespiratory parameters in healthy elderly subjects. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(4), Art 83, pp. 560 – 563.

-Trappe S., Hayes E., Galpin A., Kaminsky L., Jemiolo B., Fink W., Trappe T., Jansson A., Gustafsson T., Tesch P. (2013). New records in aerobic power among octogenarian lifelong endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 114(1):3-10.

-Vander A., Sherman J., Luciano D., Τσακόπουλος Μ. Επιμέλεια: Γελαδάς Ν., Τσακόπουλος Μ. (2011). *Φυσιολογία του ανθρώπου*. Nicosia: Εκδόσεις BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, (Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ).

-Xu D., Wang H., Chen S., Ross S., Liu H., Olivencia-Yurvati A., Raven P.B., Shi X. (2017). Aerobic Exercise Training Improves Orthostatic Tolerance in Aging Humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(4):728-735.

-Warren B.J., Nieman D.C., Dotson R.G., Adkins C.H., O'Donnell K.A., Haddock B.L., Butterworth D.E. (1993). Cardiorespiratory responses to exercise training in septuagenarian women. *International Journal of Sports Medicine*, 14(2):60-65.

-Κλεισούρας Β. (2011). *ΕΡΓΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ*. Αθήνα: Εκδόσεις Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ – BROKEN HILL PUBLISHERS LTD.